

Control de *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. y *Penicillium expansum* Lk. ex Thom en peras Beurre D'Anjou¹

Ada Tomic², Gastón Apablaza³ y Anthony Wylie⁴

INTRODUCCION

Dada la necesidad de desarrollar sistemas de control de las enfermedades de postcosecha que permitan reducir las pérdidas y facilitar a la vez la adaptación de nuevas técnicas de manejo, se estimó de importancia realizar estudios en esta materia. El presente trabajo se efectuó para determinar, mediante ensayos *in vitro* e *in vivo*, la efectividad en el control de *Penicillium expansum* y *Botrytis cinerea* de tres de los fungicidas disponibles en el mercado nacional: Dowcide A, Benlate y Dimanin.

REVISION DE LITERATURA

La comercialización de la pera, tanto en el mercado interno como en el externo, presupone la permanencia de la fruta en almacenaje refrigerado por un cierto tiempo (Huckill, W. V. y Smith, E., 1946).

En ensayos de almacenaje de peras se ha determinado una pérdida por pudrición de 15 a 20%, según sea la duración del período de guarda (Jiusan, E., 1971).

Existen numerosos hongos que pueden producir el deterioro de la fruta cosechada y de éstos los dos más comunes y dañinos son *Penicillium expansum* Lk. ex Thom y *Bo-*

trytis cinerea Pers. ex Fr. causantes del llamado "moho azul" y "moho gris", respectivamente (Rose, D. H., McCollock, L. P. y Fisher, D. F., 1951).

Turner, J. N. (1959) indica que *Penicillium expansum* ataca exclusivamente en almacenaje. Además, Eckert, J. W. y Sommer, N. F. (1967) señalan que esta enfermedad es quizás la más grave de postcosecha por las enormes pérdidas que causa al presentarse en pomáceas. *Botrytis cinerea*, en cambio, puede atacar tanto en almacenaje como en el huerto, siendo mayores los daños al afectar fruta cosechada (Garret, citado por Horsfall, J. C. y Dimond, A. E., 1960).

La penetración de ambos organismos se realiza de preferencia a través de heridas, pudiendo ser también en forma mecánica por tejidos débiles y algunas aberturas naturales como lenticelas (Anderson, H. W., 1956).

El desarrollo de estos hongos se ve favorecido por una humedad relativa alta (Turner, J. N., 1959), lo que explica su mayor incidencia al guardar fruta en bolsas de polietileno. Por otra parte, las bajas temperaturas empleadas durante el almacenaje refrigerado no inactivan totalmente a los hongos *Botrytis cinerea* y *Penicillium expansum*, aunque bajo estas condiciones su desarrollo es más lento que el normal (English, H. y Fisher, G. W., 1948).

En vista de los estragos que causan estos organismos en la fruta cosechada, investigadores de todo el mundo han buscado maneras de disminuir sus efectos. En el caso específico de pudriciones en postcosecha de pomáceas se citan los fenoles clorados.

English, H. y Fisher, G. W. (1948) usando Dowcide A, lograron un buen control de *P. expansum* y *B. cinerea* en peras. Por otra parte, Pierson, C. F. (1960) señala haber controlado estos hongos en peras Beurre D'Anjou

¹Parte de la tesis de grado del autor principal para optar al título de Ingeniero Agrónomo de la Universidad Católica de Chile.

Recepción originales: 3 de febrero de 1972.

²Ing. Agr., Ministerio de Agricultura Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Casilla 322, La Serena, Chile.

³Ing. Agr., M. S., Profesor Cátedra de Fitopatología General, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile. Casilla 114-D, Santiago, Chile.

⁴Ing. Agr., Ph. D., Profesor Cátedra de Fruticultura, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile. Casilla 114-D, Santiago, Chile.

con productos como Captan, Phaltam y Dowcide (ortofenilfenato de sodio).

Además de Pierson, C. F. (1960), en trabajos posteriores otros autores como Brown, C. E., McCornack, A. A. y Smot, J. J. (1967) y Eckert, J. W. y Kolbenzen, M. J. (1967) han indicado que entre los fungicidas más promisorios para ser usados en postcosecha se encuentra TBZ (thiadabendazole), Botran (DCNA) (2,6-dicloro-4 nitroanilina) y el 2-amino butano. Todos ellos de comprobada acción fungitóxica contra *Penicillium* sp. y *Botrytis* sp.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en el Departamento de Frutales y Viñas de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Chile, obteniéndose los cultivos originales de *Penicillium expansum* Lk. ex Thom y de *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. de cultivos puros obtenidos de peras enfermas, en dicho Departamento. El estudio consta de dos partes: 1) prueba de fungicidas *in vitro*, y 2) prueba de fungicidas *in vivo*.

Se usaron los siguientes fungicidas: 1) Dowcide A (ortofenilfenato de sodio), Benlate 1 (butilcarbamil)-2 benzimidazole, ácido carbámico, metil éster) y Dimanin (clorito alquílico con urea).

Las peras empleadas en este estudio provenían de un solo huerto y presentaban un tamaño y madurez uniforme en el momento de la cosecha. Correspondían a la variedad Beurre D'Anjou.

El análisis estadístico de los resultados se hizo de acuerdo a un diseño factorial 12×2 completamente aleatorizado. Por el método de contrastes ortogonales se estudiaron las comparaciones entre productos y entre dosis de cada producto; con el objeto de estudiar todas las posibles comparaciones entre promedios de cada producto se realizó el análisis de rango múltiple de Duncan¹.

1. ESTUDIO *in vitro*

La prueba de fungicidas *in vitro* se realizó de acuerdo al test de agar de Coyier, incorporándose los fungicidas en diferentes dosis

directamente al agar. Las dosis empleadas están indicadas en el Cuadro 1. El ensayo se hizo con cinco repeticiones.

Se hizo una evaluación del crecimiento de los hongos cuando el desarrollo del micelio en los testigos alcanzó en las placas de Petri su perímetro. La inhibición del crecimiento del micelio del hongo se midió en base a las siguientes categorías de estimación:

E: Excelente: 0,0 cm de diámetro de crecimiento del micelio del hongo.

B: Bueno: 0,1 - 2 cm de diámetro de crecimiento del micelio del hongo.

A: Aceptable: 2,1 - 3 cm de diámetro de crecimiento del micelio del hongo.

P: Pobre: más de 3 cm de diámetro de crecimiento del micelio del hongo.

2. ENSAYO *in vivo*

Para el ensayo *in vivo* se usaron los mismos fungicidas en dosis iguales a las probadas *in vitro*.

Previo al ensayo mismo, se hizo un ensayo de fitotoxicidad de los productos en peras de la variedad Beurre D'Anjou. A los veinte días de efectuada esta aplicación sólo la fruta tratada con Dowcide A mostraba síntomas de daño.

Cada tratamiento del ensayo *in vivo* fue aplicado a 12 peras sanas, las que fueron inoculadas en forma aséptica por heridas hechas artificialmente en cinco puntos del plano ecuatorial del fruto. En estas heridas se colocó micelio de cada uno de los hongos provenientes de cultivos puros. La aplicación de fungicidas se efectuó a los diez minutos de realizada la inoculación y se ensayaron dos sistemas de aplicación:

Cuadro 1 — Dosis de los diversos fungicidas empleados en los tratamientos *in vitro*.

FUNGICIDAS	DOSIS			
Benlate (ppm)	100	300	500	800
Dimanin (ppm)	800	1.200	1.600	2.000
Dowcide A (%)	0,15	0,80	1,60	2,0

¹El análisis estadístico puede ser consultado directamente en la tesis "Control de postcosecha de *Botrytis cinerea* Pers. ex Fries y *Penicillium expansum* Lk. ex Thom en peras Beurre D'Anjou". Universidad Católica. Santiago, Chile, 1970.

a) Aplicación en baño mediante la inmersión por 3 minutos de la fruta en la solución fungicida, y

b) Aplicación en pulverización mojando completamente la fruta con una bomba manual. En el caso de Dowcide A, de acuerdo con las normas de uso de este producto, luego de la aplicación se lavaron las peras con detergentes y más tarde fueron enjuagadas con agua para eliminar el exceso de fungicida que podría producir daño por fitotoxicidad.

Una vez efectuada la aplicación, la fruta se guardó en frigorífico a 0,5°C en bolsas de polietileno donde se mantuvieron hasta que las cinco perforaciones del testigo inoculado presentaron ataques del hongo. En ese momento se evaluó el efecto del fungicida mediante el recuento en las perforaciones infectadas y el radio de avance del hongo en la fruta tratada. Al efectuar estas mediciones se reidentificó el organismo presente en la fruta para tener la certeza de que correspondía con el inoculado.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de los estudios *in vitro* están indicados en el Cuadro 2 en el que se puede apreciar que tanto en el control de *Botrytis* como de *Penicillium* las dosis mayores de cada producto fueron las que inhibieron mejor el crecimiento de los hongos.

De estos datos se desprende que Benlate en dosis de 500 y 800 ppm y Dimanin en dosis de 2.000 ppm fueron los que inhibieron en mejor forma a *Botrytis*, mientras que Dowcide A presentó una mayor efectividad sobre *Penicillium*.

Los resultados de las aplicaciones *in vivo* se pueden apreciar en el Cuadro 3 en el cual se indican los efectos de los tratamientos mediante inmersión (baño) y pulverización (spray).

Del Cuadro 3 se desprende que Benlate en dosis de 500 y 800 ppm y Dimanin en dosis de 2.000 ppm dieron niveles de control *in vivo* de *Botrytis cinerea*, excelente y bueno, respectivamente. El Dowcide A, en cambio, con sus dosis máximas no fue efectivo en el control de este hongo. Los resultados en cuanto a Benlate y Dowcide A concuerdan con los señalados en la literatura.

Cuadro 2 — Efecto de los fungicidas en la inhibición de *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. y de *Penicillium expansum* Lk. ex Thom *in vitro*

FUNGICIDA	DOSIS	INHIBICION DEL CRECIMIENTO DEL HONGO	
		<i>Botrytis</i>	<i>Penicillium</i>
Benlate	100 ppm	B B B B A	A P A A A
Benlate	300 ppm	B B B B E	A A A A A
Benlate	500 ppm	E E E E E	B B B B B
Benlate	800 ppm	E E E E E	E E E E E
Dimanin	800 ppm	A P A A A	P P P P A
Dimanin	1.200 ppm	B A A B B	A A A A A
Dimanin	1.600 ppm	B B B B B	B B B B B
Dimanin	2.000 ppm	E E E E E	E E E E E
Dowcide A	0,15%	A A A A A	B B B B B
Dowcide A	0,80%	B B B B B	B E E B E
Dowcide A	1,60%	B B B B B	E E E E E
Dowcide A	2,00%	E E E E E	E E E E E

E = Excelente B = Bueno A = Aceptable P = Pobre

Cuadro 3 — Inhibición de daños de *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. y *Penicillium expansum* Lk. ex Thom con tres fungicidas aplicados en peras Beurre D'Anjou infectadas artificialmente.

FUNGICIDA	DOSIS ¹	% DE INHIBICION CON RELACION AL TESTIGO			
		<i>Botrytis cinerea</i>		<i>Penicillium expansum</i>	
		BAÑO	PULVERIZACION	BAÑO	PULVERIZACION
Benlate	100	81,0	29,6	26,4	23,2
Benlate	300	83,6	46,6	39,8	26,0
Benlate	500	96,4	86,6	59,8	30,6
Benlate	800	99,6	93,2	70,0	63,0
Dimanin	800	31,6	22,6	0,0	0,0
Dimanin	1.200	55,0	31,4	30,6	8,2
Dimanin	1.600	76,4	41,8	38,0	22,4
Dimanin	2.000	92,6	85,4	60,0	23,2
Dowcide A	0,15	47,6	6,0	45,0	39,0
Dowcide A	0,80	51,2	15,0	95,0	92,8
Dowcide A	1,60	59,0	18,4	97,8	97,4
Dowcide A	2,00	79,0	30,8	100,0	99,6
Testigo ²	—	0,0	0,0	0,0	0,0

¹Las dosis de Benlate y Dimanin están expresadas en ppm y las de Dowcide A en %.

²El número de perforaciones infectadas se midió cuando el testigo presentaba un 100% de infección.

El mejor control de *Penicillium expansum* se logró mediante la aplicación de Dowcide A en sus dosis más altas, Benlate en este caso no fue tan eficaz como Dowcide A, pero sí, fue superior al Dimanin.

Al hacer un segundo recuento, una semana después del primero, se encontró la misma tendencia, pero con un menor porcentaje de control, especialmente en las dosis más bajas. Además, en este segundo recuento se acentuó más la diferencia entre la aplicación de baño y pulverización. Estos resultados, si bien no concuerdan exactamente con los obtenidos en las aplicaciones *in vitro* que produjeron control total, presentan tendencias similares; así por ejemplo, en ambos casos Benlate y Dimanin mostraron un buen control de *Botrytis*.

En todas las mediciones el tratamiento en baño produjo mejores niveles de inhibición que la aplicación en pulverización. La menor eficiencia de los tratamientos bajo este sistema de pulverización se podría deber a que el fungicida aplicado mediante este método no habría formado una película compacta en las perforaciones de la pera. En el caso del Dowcide A las recomendaciones técnicas del producto indican que éste se debe aplicar mediante inmersión. No se puede hacer una estimación general en base a las diferencias observadas en este estudio, ya que las infecciones bajo las condiciones de campo, en su mayoría son más superficiales, por lo que es posible que el Benlate y el Dimanin den buenos resultados al ser aplicados en pulverización. Esto estaría confirmado en parte por la pequeña diferencia entre ambos sistemas en cuanto a control de avance radial.

Al considerar el efecto de los fungicidas sobre el desarrollo radial del hongo se observaron los datos presentados en el Cuadro 4.

Se puede apreciar en este Cuadro que el Benlate da buenos resultados de inhibición del desarrollo radial, tanto para *Botrytis* como para *Penicillium*. Lo mismo ocurre con Dowcide A especialmente en el control de *Penicillium* y en el caso de Dimanin en el control de *Botrytis*. Este control del avance es importante, puesto que refleja la capacidad del fungicida para mantener aislado un foco de infección que se pueda producir en la caja de frutas.

Cuadro 4 — Inhibición del desarrollo radial de *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. y de *Penicillium expansum* Lk. ex Thom en peras Beurre D'Anjou con tres fungicidas.

FUNGICIDA	DOSIS ¹	% PROMEDIO DE INHIBICION DEL DESARROLLO RADIAL EN RELACION AL TESTIGO			
		<i>Botrytis cinerea</i>		<i>Penicillium expansum</i>	
		BAÑO	PULVERIZACION	BAÑO	PULVERIZACION
Benlate	100	88,8	66,9	83,0	69,2
Benlate	300	98,5	74,4	87,0	84,2
Benlate	500	99,5	90,0	94,0	93,3
Benlate	800	100,0	99,4	93,0	94,7
Dimanin	800	81,7	70,0	20,0	16,7
Dimanin	1.200	72,7	73,1	25,0	25,0
Dimanin	1.600	93,7	73,1	30,0	37,5
Dimanin	2.000	96,7	96,3	30,0	58,4
Dowcide A	0,15	58,0	42,5	87,0	75,0
Dowcide A	0,80	63,9	53,7	98,0	98,3
Dowcide A	1,60	79,5	56,3	99,0	99,2
Dowcide A	2,00	84,8	60,7	100,0	100,0
Testigo ²	—	0,0	0,0	0,0	0,0

¹Las dosis de Benlate y Dimanin están expresadas en ppm y las de Dowcide A en %.

²El testigo presentaba un 100% de infección.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo con los resultados de este estudio, el Benlate en dosis de 500-800 ppm dio un control satisfactorio de *Botrytis cinerea*, en peras Beurre D'Anjou. Además la dosis máxima de este producto produjo un 70% de control de *Penicillium expansum*. El uso de este fungicida se acepta en forma provisional en Alemania. Sin embargo, su uso en el mercado norteamericano no está aún aceptado.

2. El producto Dowcide A, dio buenos niveles de control de *Penicillium expansum* en dosis medias. Se deben tomar las precauciones para evitar el efecto fitotóxico del producto.

RESUMEN

Se estudió el efecto de los fungicidas Benlate, Dimanin y Dowcide A, en ensayos *in vitro* e *in vivo* para el control de *Botrytis cinerea* y *Penicillium expansum*, en peras Beurre D'Anjou.

La inoculación de los frutos se efectuó mediante heridas hechas artificialmente con una varilla de vidrio de 0,5 cm de diámetro en cinco puntos sobre la zona ecuatorial y colocando micelio del hongo en las correspondientes perforaciones. En el ensayo *in vivo* los productos se aplicaron por baño y pulverización. El ensayo *in vitro* se realizó de acuerdo al test de agar de Coyier. Ambos ensayos recibieron los diferentes fungicidas en las siguientes dosis (producto comercial): Benlate 100-300-500-800 ppm; Dimanin 800-1.200-1.600 y 2.000 ppm, y Dowcide A 0,15-0,80-1,60-2,0%.

En el ensayo *in vitro* Benlate en dosis de 500 y 800 ppm y Dimanin en dosis de 2.000 ppm inhibieron totalmente a *Botrytis*. Dowcide A en dosis de 1,6 y 2,0% tuvo un efecto similar con *Penicillium*.

En el ensayo *in vivo* Benlate en dosis de 500 y 800 ppm dio un buen control de *Botrytis* y Dowcide A en dosis de 1,6 y 2,0% lo hizo en el control de *Penicillium*.

La aplicación de fungicidas en baño dio mejores niveles de control que en pulverización, excepto para el fungicida Dowcide A que dio niveles similares de control de *Penicillium* con ambos sistemas de aplicación.

No se encontró relación entre el comportamiento de los fungicidas aplicados *in vitro* e *in vivo*.

SUMMARY

Benlate, Dimanin and Dowcide A fungicides were tested under *in vitro* and *in vivo* conditions to control *Botrytis cinerea* and *Penicillium expansum* in Beurre D'Anjou pears.

Fruit inoculation was done artificially by perforating the pears with a glass rod in five places over the equatorial zone, and placing some fungus mycelium in each hole. In the *in vivo* test the fungicides were applied either by immersion or spraying the fruit.

The *in vitro* test was done according to the Coyier agar test. Treatments used were: Benlate 100-300-500 and 800 ppm; Dimanin 800-1,200-1,600 and 2,000 ppm, and Dowcide A 0.15-0.80-1.60-2.0%.

In the *in vitro* test Benlate 500 and 800 ppm, and Dimanin 2,000 ppm completely inhibited *Botrytis cinerea*; Dowcide A 1.6 and 2.0% had a similar effect over *Penicillium expansum*.

A good control in the *in vivo* test was observed with Benlate 500 and 800 ppm for *Botrytis*. Similarly effective control was obtained with Dowcide A 1.6 and 2.0%.

Application of the fungicides by immersion gave a better level of control than spraying in all treatments. Only Dowcide A gave a similar control for *Penicillium* with both systems of application.

A negative correlation was found for fungicides performance between the *in vitro* and *in vivo* tests.

LITERATURA CITADA

- ANDERSON, H. W. 1956. Diseases of fruit crops. McGraw Hill. New York. pp. 83-85.
- BROWN, C. E., MCCORNACK, A. A. and SMOT, J. J. 1967. Thiabendazole as a postharvest fungicide for Florida citrus. Plant Disease Reporter. 51: 95-98.
- ENGLISH, H. and FISHER, G. W. 1948. The cause and control of rots of cannery pears in Washington. Wash. State Hort. Assoc. Proc. 45: 173-179.
- ECKERT, J. W. and SOMMER, N. F. 1967. Control of diseases of fruit and vegetables by postharvest treatments. Annual Review of Phytopathology. 5: 404-410.
- and KOLBENZEN, M. J. 1967. Fungistatic properties of apical isomers of 2 aminobutane. Phytopathology. 57-98.
- HORSFALL, J. C. and DIMOND, A. E. 1960. Plant

- Pathology. Academic Press. New York. London. pp. 39-41.
- HUCKILL, W. V. and SMITH, E. 1946. Cold storage for apples and pears. U. S. D. A. Circ. 740: 64-65.
- JUSAN, E. 1971. Estudios de deshidratación en tres variedades de peras. Santiago, Chile. Universidad Católica de Chile. (Tesis Ing. Agr., mimeografiada).
- PIERSON, C. F. 1960. Postharvest fungicide treatments for reduction of decay in Anjou pears. Plant Disease Reporter. 44: 64-65.
- ROSE, D. H., MCCOLLOCK, L. P. and FISHER, D. F. 1951. Market diseases of fruit and vegetables, apples, pears and quinces. U. S. D. A. Misc. Pub. 168: 72.
- TURNER, J. N. 1959. Control of fungal diseases of fruits in storage. Outlook in Agriculture. Vol. II: 229-233.

Levantamiento nutricional en 112 viñedos de la zona central de Chile¹

José Rodríguez S.², Gonzalo Gil S.³, Olivia Prado M.⁴, Domingo Suárez F.², Carlos del Solar D.⁵, Horacio Urzúa S.⁶ y Juan Riba H.⁷

INTRODUCCION

Entre las distintas prácticas de manejo que permiten aumentar la productividad de los viñedos, la fertilización ocupa un lugar importante. Sin embargo, los estudios sobre la fertilización y nutrición de la vid son escasos en el país. Gandarillas, M. J. (1965) y Volosky, S. (1966) encontraron respuesta a nitrógeno en algunos ensayos de campo. Norero, A. (1965) ha presentado datos de respuesta a la aplicación conjunta de nitrógeno y fósforo. También se han indicado deficiencias en base a síntomas visuales. Así, Volosky, S. (1966a) ha indicado deficiencias de nitrógeno en la región de Talca y Norte Chico; de potasio en el Norte Chico, Curacaví, Rancagua, Rengo y Curicó; de cinc en Calera de Tango, San Vicente de Tagua-Tagua, Rancagua, Rengo, Curicó y Talca; de magnesio en la zona de San Felipe, Confluencia, y, en general, en la zona centro

sur. Además, Hewitt, W. (1965), Gärtel W. (1965) y Boubals, D. (1966), también señalaron carencias similares de nutrientes.

Se considera adecuado para iniciar un programa de investigación en fertilidad de suelos con viñas, comenzar con un levantamiento que permita evaluar el estado nutricional de las vides. En el extranjero este tipo de estudios ha sido, generalmente, la base para realizar investigaciones sobre problemas nutricionales de la vid y de otras especies frutales. Así, Smith, C. B., Fleming, H. K. y Poorbaugh, H. J. (1957) realizaron en Pennsylvania, EE. UU., un levantamiento nutricional en 30 viñedos con el fin de relacionar el estado nutricional con la fertilización y el encalado de esos suelos. Cook, J. A. y Kishaba, T. (1956) estudiaron 50 viñedos de California para establecer las variaciones estacionales de nitratos en peciolas, correlacionarlas con la producción y determinar la mejor época de muestreo con fines de diagnóstico. En el valle de Yakima, Washington, Bryant, L. R., Clore, W. J. y Woodbridge, C. G. (1959) tomaron 19 viñedos representativos de la zona para efectuar un levantamiento nutricional; estudiaron las relaciones entre la producción y la composición nutricional, las prácticas de poda y la densidad de plantas. En España, Hernando, V. y Mendiola, J. (1965) realizaron un levantamiento nutricional de 30 viñedos de Ciudad Real. El levantamiento les permitió ubicar las zonas en que había deficiencia de magnesio y potasio y determinar la época de aparición de la deficiencia de magnesio.

¹Parte de la tesis presentada por O. Prado M., J. Riba H. y C. del Solar, para optar al título de Ingeniero Agrónomo en la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Chile.

Recepción originales: 29 de junio de 1971.

²Ings. Agrs., M. S., Departamento de Edafología Escuela de Agronomía, Universidad Católica de Chile. Casilla 114-D, Santiago, Chile.

³Ing. Agr., M. S., Departamento de Frutales y Viñas, Escuela de Agronomía, Universidad Católica de Chile, Casilla 114-D, Santiago, Chile.

⁴Ing. Agr. Departamento de Suelos, Escuela de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso. Casilla 4059, Valparaíso, Chile.

⁵Ing. Agr. Casilla 41, Puente Alto, Chile.

⁶Ing. Agr. Departamento de Edafología, Escuela de Agronomía, Universidad Católica de Chile. Casilla 114-D, Santiago, Chile.

⁷Ing. Agr. (Fallecido el 19 de septiembre de 1969).