Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Band 23, 1994

Zur Bedeutung der Mykorrhiza im *Fitzroya cupressoides*-Wald Südchiles

Roberto Godoy, Rubén Carrillo, Renate Hildebrand-Vogel und Andreas Vogel

Synopsis
This study analyses the mycorrhizal status of total 77 vascular plant species making up the flora of the south chilean *Fitzroya cupressoides*-forests. Nearly all species have mycorrhizal association, VAM being the most frequent. Seasonal colonization pattern and VAM spore production is investigated for *Fitzroya cupressoides.*

Fitzroya cupressoides-Wald, Mykorrhiza, VAM, jahreszeitliche Schwankungen, kontrollierte Inokulation.
Fitzroya cupressoides-forest, mycorrhizal associations, VAM, seasonal fluctuation, artificial inoculation.

1. Einleitung

Koniferenwälder sind im südchilenischen Regenwaldgebiet eine Besonderheit: sie treten nur kleinräumig eingestreut im geschlossenen Verbreitungsgebiet immergrüner Laubwälder auf. Die stammesgeschichtlich alte Cupressaceenart *Fitzroya cupressoides* ist für das Gebiet und das angrenzende Argentinien endemisch und besitzt ein eng begrenztes Verbreitungsareal. Die von ihr aufgebauten Wälder sind trotz nationalen und internationalen Artenschutzes durch Nutzungsprojekte bedroht, sofern sie nicht in Nationalparks gelegen sind. Aufforstungen mit der äußerst langlebigen - bis zu 3620 Jahre sind belegt (LARA & VILLALVA 1993) - Konifere gibt es bislang nicht. Zur Verbreitung, Zusammensetzung und Ökologie dieser Wälder finden sich neuere Angaben bei VEBLEN & al. (1976), DONOSO & al. (1993) und HILDEBRAND-VOGEL & al. (im Druck). Über deren Bodenökologie unter besonderer Berücksichtigung der Mykorrhiza gibt es erste Untersuchungen von GODOY & MAYR (1989) sowie von CARRILLO & al. (1992).

2. Das Untersuchungsgebiet

gehört zur X. Region Chiles und liegt zwischen 40 und 41,5° s. Br., d. h. im Gebiet des Valdivianischen Lorbeerwaldes. Landschaftlich lassen sich drei Großeinheiten unterscheiden: das mittelgebirgsartige Küstenbergland, das fluvio-glazial geformte Längstal und das Hochgebirge der Anden. Die jährliche Niederschlagsmenge beträgt 2000 - >4000 mm. Ausgangsmaterial der Bodenbildung sind im Küstenbergland miozäne Glimmerschiefer, in den Anden sind es Granite sowie vulkanische Aschen unterschiedlichen Alters. Im Längstal entstanden aus den vulkanischen Ablagerungen unter bestimmten Bedingungen Böden mit Stauhorizonten, die typische Wuchsgebiete des - in diesem Landschaftsteil völlig vernichteten - *Fitzroya*-Waldes darstellen.

Einige Bodenkennwerte sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Tab. 1: Bodenparameter der Untersuchungsgebiete in Südchile
A = Anden; **B** = Längstal; **C** = Küstenkordillere.

Tab. 1: Soil parameter of the investigation area in south Chile
A = Andes; **B** = Central depression; **C** = Coastal mountains.

Parameter		A	B	C
pH_{H2O}		4,40	5,08	4,23
pH_{KCl}		3,83	4,26	3,35
C_{org}	%	28,12	61,98	6,30
N_{total}	%	0,83	1,72	0,19
C/N		33,88	36,03	33,15
$P_{verfügbar}$	ppm	2,70	17,00	1,00
K	ppm	0,80	132,00	90,00
Ca	ppm	2,63	2610,00	137,00
Mg	ppm	1,06	383,00	73,00

3. Material und Methoden

Die Untersuchungen erfolgten im *Fitzroya*-Wald der Anden sowie des Küstenberglandes (A und C in Abb. 1) und in den devastierten, heute mit Sekundärbusch von *Ulex europaeus* u. a. überzogenen ehemaligen Waldgebieten des Längstales (B in Abb. 1).

Von allen Arten (Nomenklatur der Gefäßpflanzen nach MARTICORENA & QUEZADA 1985) wurden jeweils Wurzelproben entnommen und nach KOSKE & GEMMA (1989) behandelt.

Ein Jahreszyklus des Mykorrhizierungsgrades ist für *Fitzroya cupressoides* in der Küstenkordillere untersucht; hierzu wurden Bestimmungen an Jungpflanzen, Heistern und Bäumen durchgeführt, wie bei GODOY (1989) beschrieben.

Parallel wurde die saisonale Sporenanzahl nach DANIELS & SKIPPER (1982) bestimmt.

Im Gewächshausversuch wurden die Auswirkungen artefizieller Inokulation mit *Glomus intraradices* auf das Wachstum von *Fitzroya* untersucht (an je 19 Jungpflanzen = Stecklingen). Nach 20 Wochen wurden der Mykorrhizierungsgrad sowie die folgenden Parameter bestimmt: Durchmesser des Wurzelhalses, Sproßlänge, Wurzellänge, Frisch- und Trockengewicht von Sproß und Wurzeln, Qualitätsindex nach RITCHIE (1984).

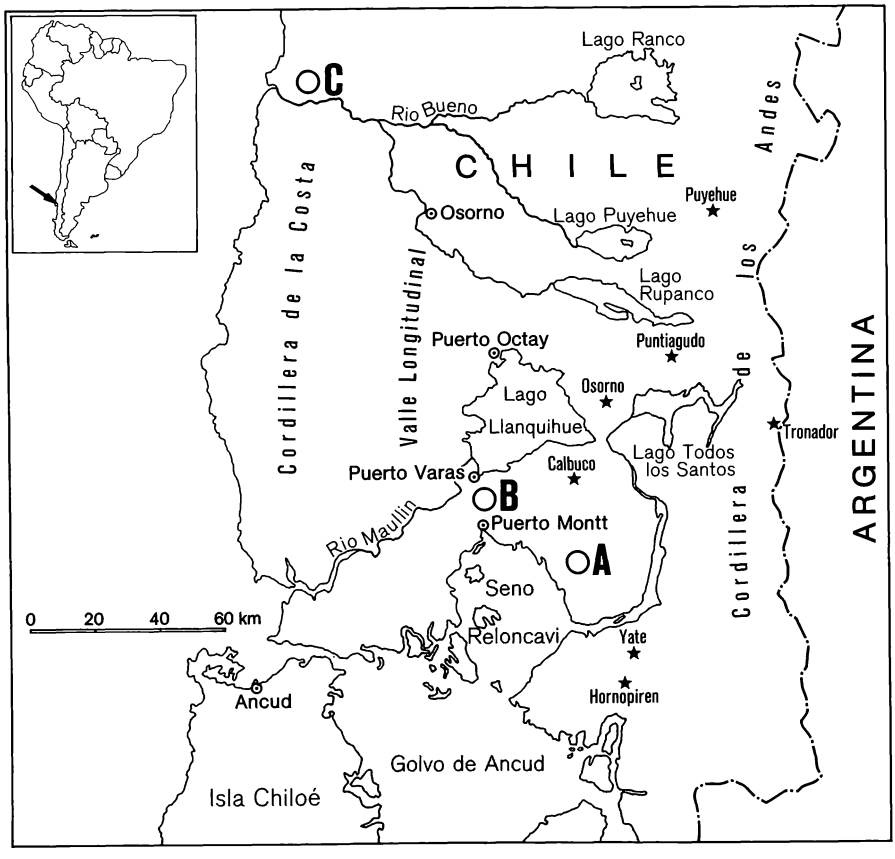

Abb. 1: Das Untersuchungsgebiet
A = Anden; **B** = Längstal; **C** = Küstenkordillere.

Fig. 1: Investigation area
A = Andes; **B** = Central depression; **C** = Coastal mountains.

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1 Art und Auftreten der verschiedenen Mykorrhizatypen

Zusätzlich zum Vorhandensein und Typ der Mykorrhiza sind in der folgenden Liste die Lebensformen angegeben und eingeschleppte Arten gekennzeichnet. Letztere treten nur in den Längstal-Beständen auf (vgl. HILDEBRAND 1983).

Tab. 2: Artenliste der *Fitzroya cupressoides*-Wälder (A, C) und der degradierten Fläche (B) mit Angabe der Mykorrhiza-Typen.

Tab. 2: Floristic composition of virgin *Fitzroya cupressoides* forests (A, C) and (B) shrubland (former *Fitzroya* stands) showing the mycorrhizal type of each species.

Lebensform:

Pha = Phanerophyt Cha = Chamaephyt
Hem = Hemikryptophyt Kry = Kryptophyt.

Untersuchungsgebiet:

A: Anden-Kordillere, B: Längstal, C: Küsten-Kordillere

Mykorrhiza-Typus:

VAM = Vesikulär-Arbuskuläre Mykorrhiza EKT = Ektomykorrhiza
ERI = Ericoidemykorrhiza N.M = nicht mykorrhiziert

- = Art nicht vorhanden * = eingeschleppte Pflanzenarten.

	LEBENSFORM	PFLANZENARTEN	UNTERSUCHUNGSGEBIET A	B	C
1	Pha	*Fitzroya cupressoides*	VAM	-	VAM
2	Pha	*Nothofagus dombeyi*	EKT	-	-
3	Pha	*Drimys winteri*	VAM	VAM	VAM
4	Pha	*Laurelia philippiana*	VAM	-	-
5	Pha	*Podocarpus nubigena*	VAM	-	VAM
6	Pha	*Tepualia stipularis*	VAM	-	-
7	Pha	*Lomatia ferruginea*	N.M	-	N.M
8	Pha	*Desfontainia spinosa*	VAM	-	VAM
9	Pha	*Myrceugenia ovata*	VAM	-	-
10	Pha	*Caldcluvia paniculata*	VAM	-	-
11	Pha	*Chusquea sp.*	VAM	-	-
12	Pha	*Pseudopanax laetevirens*	VAM	-	-
13	Pha	*Pernettya mucronata*	ERI	-	ERI
14	Pha	*Maytemus magellanica*	VAM	-	-
15	Pha	*Weinmannia trichosperma*	VAM	-	-
16	Pha	*Embothrium coccineum*	N.M	-	N.M
17	Pha	*Saxe-gothaea conspicua*	VAM	-	-
18	Pha	*Griselinia scandens*	VAM	-	-
19	Pha	*Campsidium valdivianum*	VAM	-	-
20	Pha	*Philesia magellanica*	VAM	-	VAM
21	Hem	*Gleichenia squamulosa*	VAM	-	VAM
22	Hem	*Blechnum magellanicum*	VAM	-	-
23	Hem	*Nertera granadensis*	VAM	-	-
24	Pha	*Amomyrtus luma*	VAM	-	-
25	Hem	*Greigia landbecki*	VAM	-	-
26	Hem	*Blechnum chilense*	VAM	-	VAM
27	Pha	*Mitraria coccinea*	VAM	-	-
28	Hem	*Lophosoria quadripinnata*	VAM	-	-
29	Pha	*Hymenophyllum plicatum*	N.M	-	-
30	Pha	*Hymenophyllum pectinatum*	N.M	-	-
31	Pha	*Asteranthera ovata*	N.M	-	-
32	Pha	*Luzuriaga erecta*	VAM	-	-
33	Pha	*Hymenoglossum cruentum*	N.M	-	-
34	Pha	*Campsidium valdivicum*	VAM	-	-
35	Pha	*Grammitis magellanica*	N.M	-	-
36	Pha	*Sarmienta repens*	N.M	-	-
37	Pha	*Baccharis magellanica*	-	-	VAM
38	Pha	*Berberis serrato-dentata*	-	-	VAM
39	Pha	*Chusquea tenuiflora*	-	-	VAM

40	Hem	*Hypochoeris tenuiflora*	-	-	VAM
41	Cha	*Lycopodium magellanicum*	-	-	VAM
42	Cha	*Lycopodium scariosum*	-	-	VAM
43	Pha	*Myoschilos oblonga*	-	-	N.M
44	Pha	*Pernettya pumila*	-	-	ERI
45	Hem	*Senecio acanthifolius*	-	-	VAM
46	Pha	*Ugni candollei*	-	-	VAM
47	Hem	*Uncinia tenuis*	-	N.M	-
48	Hem	*Acaena ovalifolia*	-	VAM	-
49	Hem	**Anthonxantum odoratum*	-	VAM	-
50	Pha	*Aristotelia chilensis*	-	VAM	-
51	Hem	**Bellardia trixago*	-	VAM	-
52	Pha	*Baccharis concava*	-	VAM	-
53	Pha	*Berberis buxifolia*	-	VAM	-
54	Hem	*Blechnum penna-marina*	-	VAM	-
55	Kry	*Carex fuscula*	-	VAM	-
56	Hem	*Centella asiatica*	-	VAM	-
57	Pha	*Chusquea nigricans*	-	VAM	-
58	Hem	**Chrysanthemum vulgare*	-	VAM	-
59	Hem	**Digitalis purpurea*	-	VAM	-
60	Pha	*Eucryphia cordifolia*	-	VAM	-
61	Pha	*Gaultheria phillyreifolia*	-	ERI	-
62	Hem	*Gleichenia quadripartita*	-	VAM	-
63	Hem	**Holcus lanatus*	-	VAM	-
64	Kry	*Juncus microcephalus*	-	N.M	-
65	Kry	*Juncus procerus*	-	N.M	-
66	Hem	**Leontodon nudicaulis*	-	VAM	-
67	Hem	**Lotus uliginosus*	-	VAM	-
68	Pha	*Luma apiculata*	-	VAM	-
69	Pha	*Nothofagus nitida*	-	EKT	-
70	Cha	*Myrteola nummularia*	-	VAM	-
71	Pha	*Pernettya poeppigii*	-	ERI	-
72	Hem	**Prunella vulgaris*	-	VAM	-
73	Pha	*Ribes magellanicum*	-	VAM	-
74	Hem	*Rubus geoides*	-	VAM	-
75	Kry	*Scirpus inundatus*	-	N.M	-
76	Hem	**Taraxacum officinale*	-	VAM	-
77	Pha	*Ugni molinae*	-	VAM	-
		TOTAL	**36**	**32**	**20**

In allen drei Gebieten haben etwa 75% der Arten vesikulär-arbuskuläre Mykorrhiza (VAM). Ektomykorrhiza findet sich nur bei den *Nothofagus*-Arten. *Pernettya* und *Gaultheria* haben ericoide Mykorrhiza. Die 13 nicht mykorrhizierten Arten gehören Familien an, die bekanntermaßen kaum Vergesellschaftungen mit Pilzen eingehen (BRUNDRETT 1991). Tabelle 3 zeigt zusammenfassend den Anteil der unterschiedenen Typen für jedes Gebiet. Insgesamt fügt sich dieses Ergebnis vorherrschender VAM in das Bild ein, das bisher von den südhemisphärischen Wäldern besteht.

Tab. 3: Mykorrhizentypen und Anzahl der Gefäßpflanzenarten der intakten und degradierten *Fitzroya cupressoides* - Wälder Chiles.

Tab. 3: Portion of each type of mycorrhizal association within the three *Fitzroya* forest communities (total number of vascular plant species and in percentages.

Untersuchungsgebiet	Anden		Längstal		Küstenkordillere	
MYKORRHIZATYPEN	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Vesikulär-arbuskulär	26	78,2	25	72,2	15	75,0
Eczomykorrhiza	1	2,8	1	3,1	0	0,0
Ericoide	1	2,8	2	6,2	2	10,0
Nicht mykorrhiziert	8	22,2	4	12,5	3	15,0
TOTAL	36	100,0	32	100,0	20	100,0

4.2 Der Jahreszyklus des Mykorrhizierungsgrades

In der Küstenkordillere hat der Mykorrhizierungsgrad von *Fitzroya* seine Maxima im Sommer bis Herbst, sowohl hinsichtlich der Infektionsfrequenz als auch der Infektionsintensität (Abb. 2). Während die Frequenz über das Vorhandensein oder Fehlen einer Infektion informiert, charakterisiert die Intensität die Ausdehnung der Mykorrhizierung auf den befallenen Wurzelstücken (vgl. GODOY 1989).

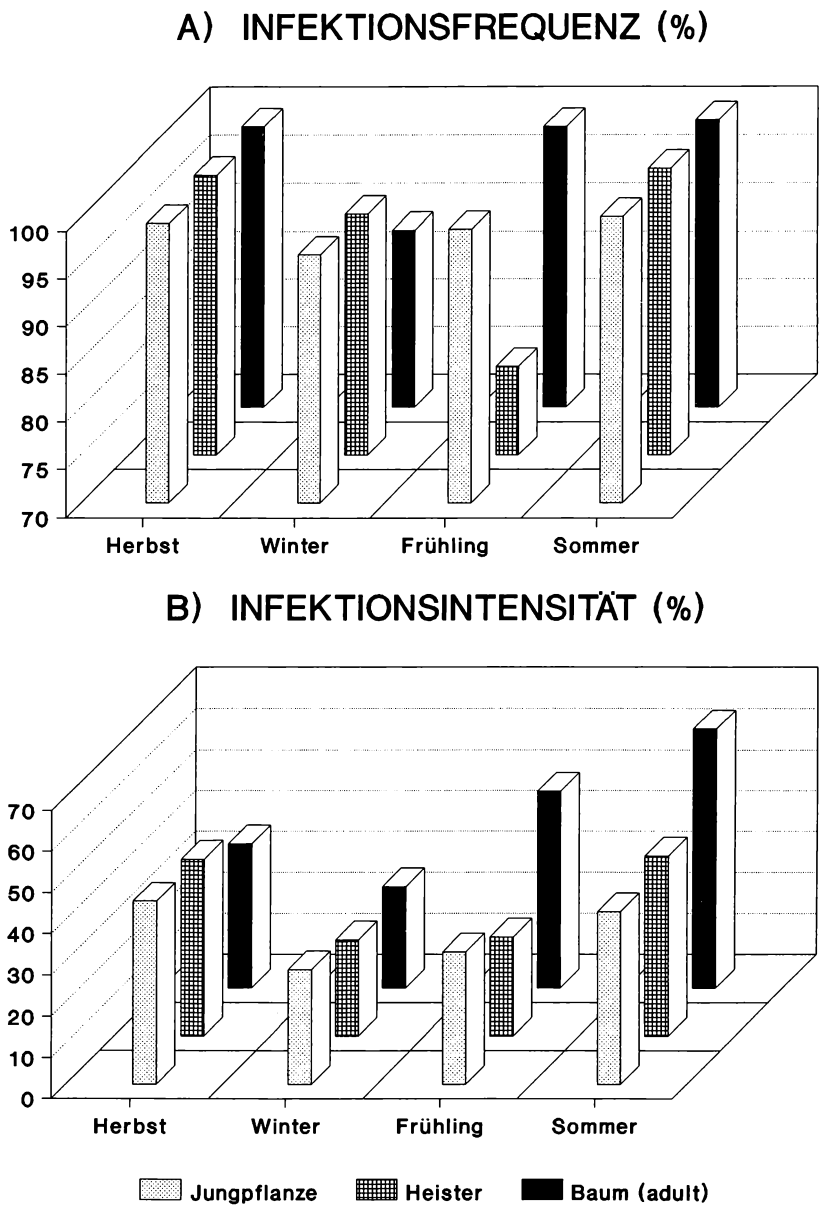

Abb. 2: Jahresverlauf von **A)** Infektionsfrequenz und **B)** Infektionsintensität der vesikulär-arbusculären Mykorrhiza.

Fig. 2: Annual course of **A**) frequency and **B**) intensity of VAM - infection.

Stets ist die Differenz im Jahresgang beim ausgewachsenen Baum am größten und bei der Jungpflanze am geringsten.
Die Infektionsfrequenz erreicht bei allen Altersstadien ihr Maximum mit fast 100% im Sommer und Herbst; die Infektionsintensität steigt von gut 20% im Winter auf bis zu 60% im Sommer. Mehrere Autoren (Zusammenstellung bei BRUNDRETT 1991) führen jahreszeitliche Schwankungen der VAM auf die Wurzelphänologie zurück, da aktive Vergesellschaftung nur in jungen Wurzeln erfolgt.

Umgekehrt werden gerade während einer Wurzelwachstumspause oft die meisten Sporen gebildet; auch im hier vorliegenden Beispiel ergeben sich die höchsten Sporenzahlen im Winter, wie Tabelle 4 zeigt. Da die Differenz nicht signifikant ist, gibt dieses Ergebnis nur einen ersten Hinweis.

Tab. 4: Saisonale Sporenzahlen der VAM-Pilze in *Fitzroya cupressoides*-Wäldern der Küstenkordillere.

Tab. 4: Seasonal number of spores of VAM-fungi in the *Fitzroya cupressoides* forest of the coastal mountains.

Herbst	Winter	Frühling	Sommer
268 (± 117)	396 (± 138)	238 (± 49)	297 (± 75)

4.3 Inokulationsversuch

Die mit *Glomus intraradices* inokulierten *Fitzroya*-Stecklinge wiesen eine Infektionsfrequenz von 55% und eine Infektionsintensität von 13% auf, was deutlich unter den im Freiland erhobenen Werten liegt. Wenn die Taxonomie der VAM-Pilze weiter fortgeschritten sein wird, wird sich zeigen, daß eine Vielzahl von Arten existiert, die unter gegebenen standörtlichen Verhältnissen eine optimale Vergesellschaftung mit dem Wirt erreichen, die wesentlich spezifischer ist, als bisher zu erkennen (MORTON 1988, 1990). Im Versuch zeigt sich jedoch, daß eine künstliche Inokulation durchaus förderlich sein kann, wenn der Boden keine VAM-Verbreitungseinheiten enthält. Tabelle 5 summiert die Ergebnisse des Inokulationsversuchs: eine generelle Wachstumsförderung durch die Inokulation ist evident, wobei sich vor allem die Parameter "Sproßlänge", "Wurzellänge", "Sproßfrischmasse", und "Wurzelfrischmasse" als signifikant unterschiedlich erwiesen.

Tab. 5: Durchschnittliche Messwerte und Qualitätsindex der inokulierten (I) und unbehandelten (K) *Fitzroya cupressoides* Pflanzen.

Tab. 5: Mean values of seven growth parameters and quality index of inoculated and untreated *Fitzroya cupressoides* plants.

A = Durchmesser des Wurzelhalses
B = Sproßlänge in cm
C = Wurzellänge in cm
D = Sproßfrischmasse in g
E = Wurzelfrischmasse in g
F = Sproßtrockenmasse in g
G = Wurzeltrockenmasse in g

	A	B	C	D	E	F	G	Index
I	3,95	25,26*	28,29*	5,60*	6,41*	1,79	1,02	0,424
K	3,63	22,44	19,29	4,62	5,99	1,49	0,91	0,401

(n = 19) * Signifikanz p=0,05

Danksagung

Die Arbeiten wurden durch FONDECYT 0912-91 und DID-UACH gefördert.

Literatur

BRUNDRETT, M., 1991: Mycorrhizas in natural ecosystems. - Adv. Ecol. Res. 21: 171-313.

CARRILLO, R., GODOY, R. & H. PEREDO, 1992: Simbiosis micorrízica en comunidades boscosas del Valle Central de Chile. - Bosque 13 (2): in press.

DANIELS, R. & H. SKIPPER, 1982: Methods for the recovery and quantitative estimation of propagules from soil. - In: SCHENCK, N.C., (ed.): Methods and principles of mycorrhizal research. - The American Pathology Soc.: 29-35.

DONOSO, C., SANDOVAL, V., GREZ, R. & J. RODRIGUEZ, 1993: Dynamics of *Fitzroya cupressoides* forests in southern Chile. - JVS 4: 303-312.

GODOY, R.,1989: Beeinflussung der Mykorrhiza von Repräsentanten der Krautschicht eines Melico-Fagetum durch gasförmige Immissionen. - Verlag Tanja-Maraun, Deutschland: 120 S.

GODOY, R. & R. MAYR, 1989: Caracterización morfológica de micorrizas vesiculo-arbusculares en coníferas endémicas del Sur de Chile. - Bosque 10 (2): 89-98.

HILDEBRAND, R., 1983: Die Vegetation der Tieflandsgebüsche des südchilenischen Lorbeerwaldgebietes unter besonderer Berücksichtigung der Neophytenproblematik. - Phytocoenologia 11 (2): 145-223.

HILDEBRAND-VOGEL, R., GODOY, R., VOGEL, A. & R. CARRILLO: *Fitzroya cupressoides* (Mol.) Johnst. primary forests of Southern Chile-flora, vegetation and mycorrhiza. - In: SONG YONGCHANG, (ed.): Proceedings of the 35th symposium of IAVS in Shanghai 1992. - Im Druck.

KOSKE, R. & J. GEMMA, 1989: A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizae. - Mycol. Res. 92 (4): 486-488.

LARA, A. & R. VILLALVA, 1993: A 3620-year temperature record from *Fitzroya cupressoides* tree rings in southern South Chile. - Science 260 (5111): 1104-1106.

MARTICORENA, C. & M. QUEZADA, 1985: Catálogo de la flora vascular de Chile. - Gayana 42 (1-2): 1-157.

MORTON, J.B., 1988: Taxonomy of VA mycorrhizal fungi; classification, nomenclature and identification. - Mycotaxon. 32: 267-324.

MORTON, J.B., 1990: Species and clones of arbuscular mycorrhizal fungi (Glomales, Zygomycetes): Their role in macro and microevolutionary processes. - Mycotaxon. 37: 493-515.

RITCHIE, G.,1984: Assesing seedlings quality. - In: DURYEA, M. & T. LANDIS, (ed.): Forest nursery manual: production of bareroot seedlings. - Martinus Nijhoff, Dr. Junk, The Hague: 243-259.

VEBLEN, T., DELMASTRO, R. & J. SCHLATTER, 1976: The conservation of *Fitzroya cupressoides* and its envirenment in Southern Chile. - Environmental Conserv. 3: 291-301.

Adressen

Dr. Roberto Godoy, Rubén Carrillo, Instituto de Botanica, Universidad Austral de Chile, Cas. 567, Valdivia, Chile.

Dr. Renate Hildebrand-Vogel, Zum Hüggel 3, D-49205 Hasbergen.

Dr. Andreas Vogel, Abteilung Landschaftsökologie, Institut für Geographie der Westfälischen-Wilhelms-Universität, Robert-Koch-Str. 26, D-48149 Münster.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: 23_1994

Autor(en)/Author(s): Godoy Roberto, Vogel Andreas, Carrillo Rubén, Hildebrand-Vogel Renate

Artikel/Article: Zur Bedeutung der Mykorrhiza im Fitzroya cupressoides-Wald Südchiles 135-141