



HAL
open science

Le sylvopastoralisme au Chili

Michel Étienne, C. Ovalle

► **To cite this version:**

Michel Étienne, C. Ovalle. Le sylvopastoralisme au Chili. Revue forestière française, 1994, 46 (Spécial), pp.42-48. 10.4267/2042/26616 . hal-03444260

HAL Id: hal-03444260

<https://hal.science/hal-03444260>

Submitted on 23 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LE SYLVOPASTORALISME AU CHILI

M. ÉTIENNE - C. OVALLE

Les deux principales formes de sylvopastoralisme au Chili sont l'aboutissement de deux histoires de l'utilisation des sols : l'une, récente, concerne les reboisements en Pin de Monterrey (*Pinus radiata*), l'autre, plus ancienne, concerne les formations à "espino" (*Acacia caven*).

HISTOIRE DE DEUX FORÊTS NOUVELLES

Quand les Espagnols s'installent à Santiago vers 1541, ils découvrent un océan de verdure après une rude traversée du désert. Après un siècle et demi de relatif équilibre entre la population et les ressources environnantes, le XVIII^e siècle voit le brusque développement des activités minières et, corollairement, la disparition de nombreuses forêts naturelles de *Quillaja saponaria*, *Maytenus boaria*, *Cryptocarya alba* ou *Peumus boldus*. Au XIX^e siècle, l'accroissement énorme de la demande en blé, en particulier en Californie et en Australie en relation avec la ruée vers l'or, entraîne le défrichement généralisé de la dépression centrale du Chili qui devient un des principaux exportateurs mondiaux de cette céréale (Bahre, 1979). Cet essor agricole ne durera qu'une cinquantaine d'années, mais il a laissé derrière lui une trace encore bien visible dans les paysages du Chili central : l'"espinal". Il s'agit d'une savane arborée post-culturelle qui occupe environ 2 millions d'hectares et se caractérise par la présence presque exclusive de deux strates : un niveau supérieur occupé par un taillis plus ou moins clairsemé d'*Acacia caven* et un tapis herbacé dominé par des espèces annuelles majoritairement exotiques.

Dans les années 50, le Chili décide de mettre en place une politique de reboisement essentiellement axée vers un objectif de production de pâte à papier. Stimulé par la publication, en 1974, du "décret 701" qui subventionne à un taux très élevé les plantations nouvelles, le taux de reboisement va alors s'accroître de façon exponentielle, passant de 5 000 ha/an à 60 000 ha/an dans les années 80 puis à 120 000 ha/an aujourd'hui grâce à l'élargissement des aides aux travaux d'élagage et à l'exportation. Cet essor des plantations forestières a entraîné une modification importante du paysage du Chili central aboutissant, en 1994, au remplacement de 1,8 million d'hectares de zones agricoles, de parcours et de forêts secondaires par des reboisements dominés à 85 % par *Pinus radiata*. Après un premier cycle d'exploitation majoritairement axé vers le bois de trituration, l'adaptation de la politique forestière chilienne au marché mondial a entraîné le développement de nouvelles techniques de plantation et de gestion des peuplements existants. Celles-ci sont axées sur une sylviculture plus intensive avec des densités de plantation plus faibles et des opérations d'élagage ou d'éclaircie fréquentes, dans le but de développer la production de bois de sciage et en particulier de grumes sans nœud. Majoritairement installées sur d'anciennes terres agricoles, ces plantations conservent un important tapis herbacé pendant plusieurs années, ce qui pose de sérieux problèmes de risques d'incendie.

Le sylvopastoralisme

Le Chili offre donc actuellement plus de 3 millions d'hectares (figure 1, ci-contre) d'espaces boisés sur lesquels existe également une production herbagère importante. La présence d'une double production sur un même espace a entraîné le développement de gestions sylvopastorales visant à tirer profit soit de la présence d'herbe en forêt, soit de la présence d'arbres sur les prairies. Quel rôle jouent ces aménagements dans l'évolution des peuplements concernés ? Sous quelle forme le sylvopastoralisme a-t-il été adapté à des situations historiques aussi contrastées ? Nous aborderons ces deux questions séparément dans chacune des deux situations, puis nous essaierons de voir comment des principes similaires de fonctionnement d'écosystèmes ont abouti à une prise en compte différente dans une optique d'aménagement.

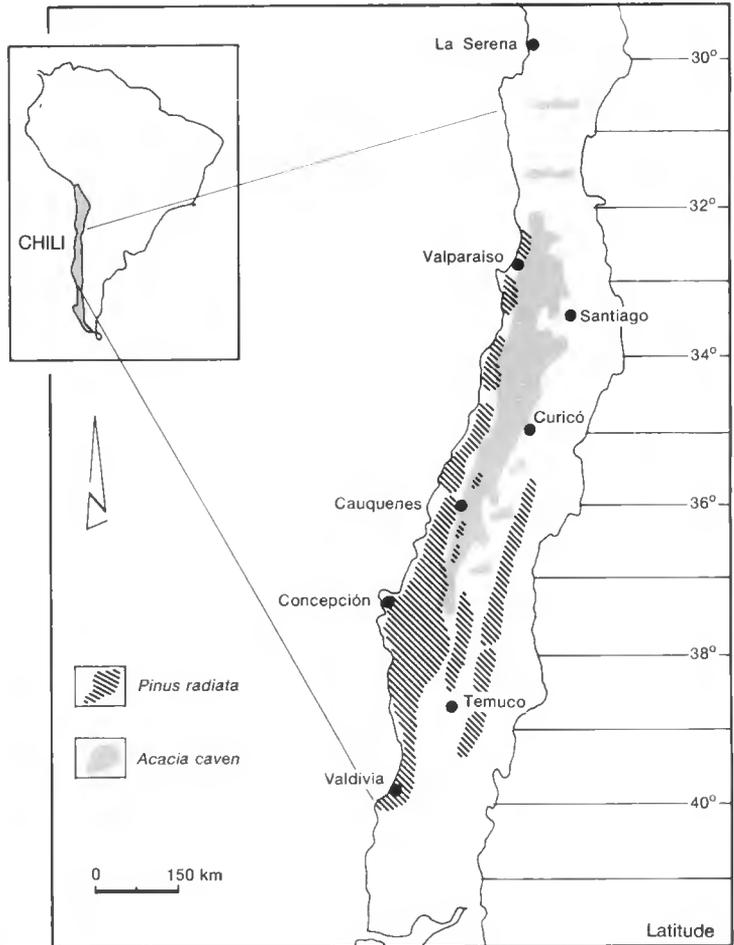


Figure 1
**AIRE DE RÉPARTITION DES FORMATIONS À
ACACIA CAVEN ET DES REBOISEMENTS DE
*PINUS RADIATA***

LA SAVANE ARBORÉE À *ACACIA CAVEN*

Fruit d'une anthropisation totale de l'utilisation des sols de la zone pluviale du Chili central puis de son abandon partiel, la savane arborée à *Acacia caven* est caractérisée par une structure et une composition simplifiées à l'extrême (Ovalle *et al.*, 1990). La strate arborée est monospécifique, la strate herbacée presque exclusivement composée de thérophytes exogènes (photo 1, p. 44). Elle est traditionnellement utilisée comme zone de parcours et fait l'objet, sur des pas de temps variables, d'une céréaliculture itinérante et d'une récolte de bois ou de charbon de bois sur un cycle d'environ vingt ans. La strate arborée est plus ou moins bien développée en couvert comme en hauteur selon qu'elle est installée sur bas-fond (30-50 %, 3-4 m) ou sur versant (10-30 %, 1-2 m).

C'est une des rares situations où, en région méditerranéenne, l'abandon de terres agricoles marginales ou épuisées s'est traduit par l'envahissement immédiat de l'espace libéré par une espèce arborée, fixatrice d'azote (Aronson *et al.*, 1992) et résistante à la sécheresse. Malheureusement, la gestion traditionnelle de cette savane laisse rarement le temps à l'arbre de construire une architecture suffisamment développée pour créer un véritable système équilibré entre strate arborée et strate herbacée.



Savane arborée de bas-fond. Strate arborée monospécifique d'*Acacia caven*, strate herbacée dominée par l'*Olium multiflorum*.

Photo M. ÉTIENNE

En effet, les nombreux travaux de recherche entrepris au Chili depuis une quinzaine d'années sur les écosystèmes bistratifiés dominés par *Acacia caven* ont montré l'effet synergique de l'arbre sur la production fourragère sous-jacente et son impact améliorateur sur le milieu. La qualité et la productivité de la prairie annuelle augmentent proportionnellement au couvert de l'arbre (Ovalle, 1986). La fertilité du sol est améliorée par l'apport d'azote fixé au niveau racinaire ou recyclé par la litière de feuilles (Ovalle et Avendaño, 1988) et par une teneur supérieure en matière organique (Olivares *et al.*, 1988). Le décalage phénologique entre la pousse de l'herbe et la mise à feuille de l'arbre renforce l'intérêt de l'association.

Toutefois, il faut tempérer ces observations par le fait que cet *Acacia* présente une croissance lente et que la majorité des peuplements existants sont de mauvaise venue. Ainsi, une étude sur les caractéristiques des formations à *Acacia caven* ("espinales") du Chili central subhumide et humide a montré que seuls 30 % du territoire étaient occupés par des peuplements susceptibles d'être facilement transformés, à moyen terme, en des écosystèmes sylvopastoraux durables (Ovalle *et al.*, 1988). De plus, la sylviculture de l'"espino" reste à inventer, la formation rapide d'un fût de 2-3 m de haut et le contrôle de rejets de souche vigoureux et épineux étant les principaux problèmes dans une optique de gestion sylvopastorale. Les réelles possibilités d'amélioration génétique et le potentiel technologique du bois de cette espèce laissent quand même envisager de sérieux espoirs de développement dans les futures décennies.

LES REBOISEMENTS INTENSIFS DE *PINUS RADIATA*

Depuis une dizaine d'années, les forestiers chiliens ont développé, à partir du modèle néo-zélandais, une sylviculture dite intensive de leurs reboisements en Pin. Elle correspond à des plantations à faible densité, éclaircies très précocement et où la densité finale de 200 tiges/ha est atteinte dès 11 ans. Plusieurs modalités de répartition des plants à la plantation existent, mais les plus courantes laissent un espacement entre lignes de 4 à 6 m, ce qui autorise un pâturage seulement pendant les trois ou quatre premières années pour les sites à forte potentialité forestière mais jusqu'à dix ans pour les classes de fertilité moindre. Cependant, plus récemment, des plantations ont été mises en place, à titre expérimental, avec un objectif sylvopastoral clairement affiché d'entrée de jeu. L'objectif sylvicole est la production en une trentaine d'années d'une grume sans nœud d'environ 10 m de long ; l'objectif pastoral étant d'alimenter d'importants troupeaux ovins ou bovins combinant production de viande (et de laine pour les ovins) ainsi qu'entretien DFCI de la plantation. Dans ces situations, la distance entre bandes plantées est portée à 9 m et les

Le sylvopastoralisme

Éclaircie sylvopastorale dans une plantation de 3 ans de *Pinus radiata* à 4 × 200 arbres/ha. Dans chaque groupe de 4, un seul arbre est conservé et élagué.

Photo M. ÉTIENNE

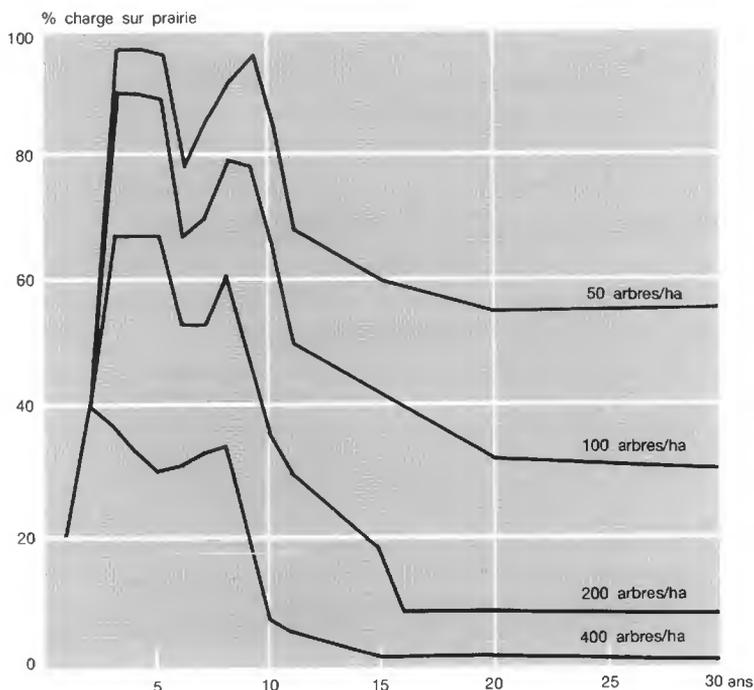


éclaircies sont effectuées très précocement pour amener le peuplement à sa densité finale de 200 tiges/hectare en à peu près six ans. Si l'on est sûr de la qualité génétique des plants, il a même été tenté des plantations directement à 9 × 5, la qualité de la grume étant assurée par des élagages drastiques ne laissant qu'un tiers du houppier à chaque intervention. Sinon, la densité finale est prévue à 300 tiges/ha en installant les pins selon un dispositif en 4 × 9 mais en plantant les pins par groupe de 4 sur la ligne, la sélection de la tige la mieux formée se faisant au bout de 3-4 ans, en même temps que le premier élagage (photo 2, ci-dessus).

En fait, il est essentiel d'atteindre le plus vite possible la densité finale de 200-300 tiges/ha car les travaux néo-zélandais ont montré que la production pastorale était totalement liée au couvert du Pin et évoluait inversement à l'âge et à la densité du peuplement forestier (Knowles et al., 1992).

La figure 2 (ci-contre) montre clairement qu'au-delà de 300 tiges/ha on perd 50 % de la production pastorale au bout de cinq ans et que cette courbe est irréversible, malgré les opérations d'éclaircie.

Figure 2
EFFET DE L'ÂGE ET DE LA DENSITÉ DES ARBRES SUR LA PRODUCTION ANIMALE DANS LES PLANTATIONS SYLVOPASTORALES DE *PINUS RADIATA* (d'après Reid et Wilson, 1986)



Au contraire, en-deçà de 300 tiges/ha, la production pastorale se maintient autour de 80 % de la production initiale pendant une dizaine d'années, délai qui permet d'envisager l'organisation d'une chaîne de pâturage et de raisonner un aménagement pastoral durable sur un territoire planté prévu pour des rotations d'environ trente ans.

Cependant, il faut relativiser l'importance du sylvopastoralisme dans les plantations de *Pinus radiata*. Les troupeaux sont en effet généralement considérés comme un outil de travail qui permet, de façon économique, de dégager la concurrence herbacée autour des arbres et de réduire fortement le risque d'incendie dans des zones où la période totalement sèche dure régulièrement plus de 4 mois. Cette façon un peu simpliste d'intégrer le pâturage à la gestion des reboisements est liée à la possibilité, dans le contexte économique, agricole et social actuel du Chili, de monter de toute pièce des "entreprises d'élevage" dont la fonction principale (voire exclusive) est le "nettoyage" des plantations. Les entreprises forestières ne tirent qu'un bénéfice marginal de la production animale mais font des économies substantielles sur l'entretien de la plantation. Quand il n'existe pas d'"entreprises d'élevage" dans une région ou que l'étendue du reboisement ne permet pas ce type de montage, des contrats de pâturage ou de vente d'herbe sont établis avec les éleveurs locaux qui se trouvent de plus en plus confrontés à la pression de la foresterie sur leurs anciens espaces de parcours et sont donc demandeurs d'herbe à louer.

LE SYSTÈME HERBE - ARBRE : UN PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT, DES AMÉNAGEMENTS CONTRASTÉS

Tout aménagement sylvopastoral est basé sur la recherche d'un équilibre entre le développement de la strate arborée et celui de la strate herbacée. Le point d'équilibre est lié à la combinaison de quatre facteurs écologiques qui traduisent l'effet microclimatique de l'arbre sur le tapis herbacé. Deux sont purement physiques (le rayonnement photosynthétiquement actif et la température), les deux autres sont également liés aux caractéristiques du sol (la réserve en eau et la fertilité). Sous climat méditerranéen, on peut simplifier en disant que le couvert de l'arbre diminue le rayonnement, réduit les écarts de température, améliore le bilan hydrique et relève le niveau trophique du sol. Mais *Acacia caven* et *Pinus radiata* ont un effet différent sur ces facteurs, à cause de leurs caractéristiques biologiques (tableau I, p. 47). En particulier, l'*Acacia* est plus performant en terme de perméabilité au rayonnement et de fertilité du sol.

Ces deux essences forestières sont également très différentes sur le plan de la production (tableau II, p. 47), le Pin devançant largement l'espino en production ligneuse et même fourragère, essentiellement parce qu'il est planté sur des sols plus profonds et plus fertiles que ceux qu'occupe l'*Acacia*. Il faut toutefois nuancer ces chiffres globaux en soulignant la durabilité et même l'amélioration progressive de la production fourragère sous espino d'année en année alors que l'on observe le phénomène inverse sous le Pin.

Il découle, de ces constatations, des possibilités d'aménagement contrastées selon l'espèce choisie. Pour mettre en place un aménagement sylvopastoral dominé par *Acacia caven*, on privilégiera les situations où la production pastorale est prioritaire. On cherchera également à travailler, pour gagner du temps, sur des peuplements existants pas trop dégradés, permettant la reconstitution rapide d'une futaie à fort recouvrement, en gardant comme objectif une densité finale située autour de 500 tiges/ha. La sélection des brins visera une occupation homogène de l'espace et sera accompagnée d'une sylviculture serrée (éventuellement couplée à une conduite particulière du pâturage) pour contrôler les rejets. Au niveau de l'exploitation agricole, on aura intérêt à essayer de combiner les deux types d'"espinales", en profitant des formations sur versant en hiver et en reportant l'utilisation des formations de bas-fond le plus tard possible au printemps. Il est même envisageable, une fois la strate arborée bien reconstituée, de profiter de la fertilité azotée accumulée pour mettre en place périodiquement une culture céréalière ou fourragère qui trouverait

Le sylvopastoralisme

Tableau I **Effet du Pin et d'*Acacia caven* (espino) sur quelques facteurs du milieu**

	<i>Acacia caven</i>	<i>Pinus radiata</i>	
Précipitations	65-80 %	80 %	en % des précipitations incidentes
Rayonnement	50-60 %	20 %	en % du rayonnement incident
Température	M - 3°, m + 3°		M = maxi journalier, m = mini journalier
ETR	0,2 à 0,5 mm/j		diminution journalière de l'ETR
MO	3-5 %		gain de teneur en matière organique
N-P-K	50* - 0-5	3-0-9	unités apportées par l'arbre
Phénologie	2-3 semaines	3-4 semaines	décalage du point de flétrissement

* 30 en provenance de la litière et au moins 20 de la fixation bactérienne.

Tableau II **Effet du Pin et d'*Acacia caven* (espino) sur la production végétale et animale**

	<i>Acacia caven</i>	<i>Pinus radiata</i>	Sources
Herbe (kg MS/ha/an)	2 500-3 500	3 500-4 500	Ovalle (1986)
Bois (m ³ /ha/an)	1 chauffage	2 trituration + 2,5 sciage	Cornejo (1981) ; McKinnel (1979)
Litière (kg MS/ha/an)	750-1 000	1 500	Ovalle (1986) ; Hawke (1984)
Fruits (kg MS/ha/an)	10-30	0	Ovalle (1986)
Viande (kg agneau/ha/an)	50-100	150-200	Ovalle (1987) ; Hervé (1990)
Laine (kg/ha/an)	3-5	8-15	Ovalle (1987) ; Hervé (1990)

sa place dans les périodes critiques du calendrier de pâturage (céréale pâturée en vert à la mise-bas, grain distribué en complément, pâturage amélioré pour la croissance des agneaux ou des veaux). Ce type d'aménagement sylvopastoral se prête bien aux conditions des moyennes propriétés du Chili central mais il exige une vision à long terme et un territoire agricole et de parcours le plus contrasté possible.

Dans les aménagements sylvopastoraux basés sur *Pinus radiata*, on affichera clairement un objectif de production de bois de sciage, en reboisant à faible densité ou à large espacement et en pratiquant des élagages réguliers pour garantir une production pastorale soutenue pendant une dizaine d'années. La gestion des troupeaux devra intégrer l'impératif DFCL au niveau du calendrier annuel de pâturage en garantissant la présence des animaux avant la période sèche. La planification des plantations devra intégrer la nécessité de prévoir des parquets d'âges différents au sein du territoire pâturable afin d'assurer une relative stabilité dans la production pastorale globale du territoire géré. Ce type d'aménagement sylvopastoral se prête bien aux conditions des grandes propriétés reboisées par les grandes entreprises forestières du Chili. Il nécessite des adaptations poussées si on veut l'appliquer aux petits et moyens propriétaires qui n'ont aucun contrôle sur le marché du bois et doivent tirer un revenu régulier de leur élevage pour arriver à subsister. Pour ces éleveurs, il est préférable de planter progressivement les meilleurs pâturages et d'appliquer une sylviculture intense combinant élagage et éclaircie tous les deux ans afin de retarder la perte de fourrage. L'utilisation d'ovins est préférable car leur période à forts besoins est relativement courte et plus facile à caler sur la période de croissance de l'herbe (Hervé, 1990).

CONCLUSIONS

Le Chili dispose donc de deux espèces arborées susceptibles d'être largement mises à profit dans le cadre d'aménagements sylvopastoraux. *Acacia caven* est l'espèce presque parfaite pour être combinée à une utilisation pastorale par sa rusticité, son port, sa phénologie, ses capacités à

améliorer le sol et la richesse de son feuillage. Seuls sa faible production de fruits et leur peu d'intérêt dans l'alimentation animale ou humaine peuvent être considérés comme un léger défaut. *Pinus radiata* est par contre typiquement une espèce à bois que rien ne prédestine à un usage multiple. Seule la mise au point d'une sylviculture intensive a engendré des possibilités d'association, au moins temporaire, avec une utilisation pastorale. Le poids de la filière bois et des pratiques mises en œuvre pour aboutir à un produit le plus performant possible par rapport à cette filière deviennent alors les contraintes majeures d'une gestion sylvopastorale de cette espèce.

Les améliorations possibles de ces systèmes sylvopastoraux seront donc antagoniques. Pour *Acacia caven*, il va falloir trouver des techniques de sylviculture et d'amélioration génétique qui donnent plus de poids au compartiment arbre. Au contraire, dans le cas de *Pinus radiata*, il faudra mettre au point des techniques de sylviculture et d'améliorations pastorales qui renforcent le compartiment herbe. C'est à ce prix-là que les aménagements sylvopastoraux du Chili auront l'ampleur et le développement que ce pays mérite de connaître.

M. ÉTIENNE
Unité Écodéveloppement
INRA
Domaine Saint-Paul
Agroparc
F-84914 AVIGNON CEDEX 9

C. OVALLE
INIA
Quilamapu
Casilla 426
CHILLÁN (CHILI)

BIBLIOGRAPHIE

- ARONSON (J.), OVALLE (C.), AVENDAÑO (J.). — Early growth rate and nitrogen fixation potential in 44 Legume species grown in an acid and a neutral soil from central Chile. — *Forest Ecology and Management*, vol. 47, n° 1-4, 1992, pp. 225-244.
- BAHRE (C.). — Destruction of the natural vegetation of North-Central Chile. — *Geography*, 23, 1979, pp. 1-115.
- CORNEJO (E.), GANDARA (W.). — Influencia de la estrata arbustiva en la productividad de la estrata herbácea de la estepa de *Acacia caven*. — Santiago : Univ. du Chili, 1980. — 191 p. (Mémoire Ingénieur forestier).
- HAWKE (M.), JAGUSCH (K.), NEWTH (R.). — Feeding sheep decaying pine needles. In : Proceedings Technical Workshop on Agroforestry. — Dunedin (NZ), 1984, pp. 23-24.
- HERVÉ (M.). — Silvopastoral systems in South America with particular reference to animal use and the Chilean case. In : Proceedings International Livestock-Tree Cropping Workshop. — Sordung (Malaysia), 1990, pp. 16-23.
- KNOWLES (R.), HAWKE (M.), MACLAREN (J.). — Agroforestry research at Tikitere. — Rotorua : New Zealand Forest Service, 1992. — 19 p.
- MC KINNEL (F.). — Silviculture of *Pinus radiata* in an agroforestry management system. — *Forests Department Research Paper* 51, 1979. — 5 p.
- OLIVARES (A.). — El ecosistema silvipastoral. — *Avances en Producción Animal*, vol. 14, n° 1-2, 1989, pp. 3-14.
- OVALLE (C.). — Étude du système écologique sylvopastoral à *Acacia caven*. — Montpellier : USTL, 1986. — 224 p. (Thèse Ecologie).
- OVALLE (C.), ARONSON (J.), DEL POZO (A.), AVENDAÑO (J.). — The Espinal, agroforestry systems of the Mediterranean-Type climate region of Chile : state of the art and prospects for improvement. — *Agroforestry Systems*, vol. 10, n° 3, 1990, pp. 213-239.
- OVALLE (C.), AVENDAÑO (J.). — Interactions de la strate ligneuse avec la strate herbacée dans les formations d'*Acacia caven* au Chili. II- Influence de l'arbre sur quelques éléments du milieu : microclimat et sol. — *Oecologia Plantarum*, vol. 9, n° 2, 1988, pp. 113-134.
- OVALLE (C.), AVENDAÑO (J.), ACUNA (H.), SOTO (P.). — La carga animal con ovinos en el espinal de la zona mediterránea sub-húmeda. III- Comportamiento animal. — *Agricultura Técnica*, vol. 47, n° 3, 1987, pp. 211-218.
- REID (R.), WILSON (G.). — Agroforestry in Australia and New Zealand. — Victoria (Australie) : Goddard et Dobson Ed., 1986.