Five Year Review Summary

Since its introduction and five years after the first BSO was established in Zimbabwe's tree breeding program, the MPBS has proved to be a successful tree improvement option. Controls have been facilitated by the introduction of structures at population levels, while it has provide the flexibility needed to make maximum use of the large array of species and provenances. Measurements of genetic parameters in existing progeny tests have most important species, are high enough to confirm the value of the BSO concept.

Although assessment data had not been fully analyzed, observations in the oldest BSOs gave visual confirmation that early selections have resulted in substancial phenotypic advance, while family differences strongly support the belief that this advance is substantially genotypic.

THE COMPOSITE BREEDING SEEDLING ORCHARD

Background and Concept

A second and therefore more updated review was undertaken in 1994, thirdteen years after the MPSB had been initiated in Zimbabwe (Arnold and White, 1194; Barnes *et al.*,1995). While the practical application over this period aptly demonstrated the advantages of this strategy over that of the conventional approach that had been pursued for many years, some problems had nevertheless become manifest. These were:

(I) the escalating cost of managing the large number of sub-populations that had been created for a large number of species, might prove unsustainable;
(II) the single locations being tested by individual BSOs made it impossible to assess family performances on different sites;
(III) the sub-populations were disconnected making it difficult to rank families to use for commercial seed production;
(IV) difficulties were being experienced in finding enough isolated sites for numerous small BSO plantings that would be free from unwanted pollen contamination;
(V) since there may be no correlation between inbreeding and **gac** effects, it would not be possible to differentiate in selection between the, if breeding effects started to be expressed in the sub-populations (Matheson *et al.*, in press);
(VI) inbreeding effects might prejudice the accuracy of selection in the BSO (Burdon, unpublished).

It was realized that to address these problems without sacrificing the gains already achieved by the adoption of the MPBS/BSO-based system, further breeding strategy developments within the system were needed. Thus, the concept of a seed source trial (SST) was devised as an integral part of the MPBS/BSO system. In essence, all potencial sources of

operational seed, including that from BSOs, undergo comparative tests in a single, SST experiment. By the simple expedient of including a family structure into the concept, the SST would be transformed into what was termed a Composite Breeding Seedling Orchard (CBSO). The CBSO would not only test all available operational material, but would incorporate it into the breeding population. CBSOs would need to be replicated, not only for security reasons, but to cover the mayor site types where the species would normally be planted. Instead of numerous BSOS, there would be less than half the number of CBSOs, whose initial composition would include the best elements from all existing BSOs plus any other material considered worthy of inclusion. Family constitution between CBSOs need not to be identical, because as the selection cycles progress, a nucleus of elite families will start to emerge for the environment in which each CBSO is situated. These nuclei will diverge in their family constitution because of different environmental pressures and some inevitable experimental error in ranking families. As CBSOs are regenerated however, the best families from each are continually being challenged for a place in the next generation of that CBSO. In addressing the shortcomings experienced within the MPBS/BSO system, the development of the CBSO strategy should:

1. reduce cost because there are fewer BSOs to maintain;
2. ensure that the best material in the whole breeding population is being regularly tested over all localities;
3. provide for the best elements in each sub - population to be regularly tested against the best in all others, and be given the opportunity to interbreed at each generation; which should about avoid inbreeding and boost additional genetic gains in the operational seed produced;
4. ensure a larger central core from which operational seed can be collected with less chance of it being contaminated by unwanted pollen.

The strategy falls within the MPBS concept in a form that has been termed "structured breeding populations" (White, 1992; Barnes, in preparation).

Initial genetic constitution

The structure of the breeding population from which it is derived will determine the initial genetic constitution of the CBSO. If there are a number of sub - populations in several BSOs, and there is no reason to suspect that **gei** is present, a common core of the best families should go into all the CBSOs with the remaining families distributed among them. This will ensure that each CBSO has a good chance of producing some high quality seed, but will allow other (remaining) families to contest the core families to provide founder parents for the next generation through family selection. Where regeneration is through half - sib families, this would be accomplished through the influence of their pollen on members of the select families. If on the other hand there is reason to suspect that there is **gei**, and there is already some differentiation among the sub - populations that are to provide the material for the CBOSs, it would be important to maintain that development. This would

INFOR

involve selecting a core of families that is best suited to each individual CBSO, but to include in them, the very best families of the core of each CBSO to challenge the full core in the others.
This strategy maintains the advantage of the ease at which new material can be incorporated into the breeding program. Half or full sib families from many sources can be included at any time to challenge the families in any or all the CBSOs of a species.

Evolving genetic constitution

Genetic gains in each CBOS should be comparable to the others where the constant interchange of material between them through a continium of core family challenges, should prevent a build - up of co - ancestry if inbreeding depression starts to express itself. There is, nevertheless, no insurance against a few outstanding parents dominating selections in every CBSO, as there is for example in the structured populations for *Pinus elliottii* in Florida. Here, the lowest stratum of material is maintained at a low breeding intensity for "possible" future use. Even if a few outstanding parents do dominate however, they will provide the best possible current producers of operational seed.

The inclusion of genetic checks and families from other programs will enable the onset of inbreeding effects to be detected. If these checks and families start to outperform the core families, they should automatically be selected an d included among the founders of the next generation. Their genes will therefore influence this generation through high - performing, out - crossed individuals, arising from their pollen on individuals in the core families that had become inbred. The applications of a combined index system, to include some of the best individuals in the slightly lower ranked families as founders for each regeneration, provides another mechanism for allowing a controlled flow of genes into the core or nucleus families. Incorporating new populations with potential attributes into the breeding population that first to be "cleaned up" silviculturally before their inclusion, can be achieved by establishing them in separate BSOs. This might particularly applicable if a generation of outcrossing where required to release the population from the effects of neighborhood inbreeding in the natural stands. Alternatively, an easier and cheaper solution would be to deliberately select the best individuals in the best families of such material, include them in the CBSO, and ensure that the out - crossed half or full sib families of these individuals, do in fact go forward to challenge the core in the next generation. This could be an efficient way of dealing with the problem without the necessity of maintaining populations of unproven genetic value or, conducting further provenance trials.

INFOR

Location, number, design and management

Like any seed orchard, CBSOs need isolation to avoid contamination from unwanted pollen, a consideration that could be problematical given their dual progeny test/seed orchard status, which ideally necessitates their establishment in environments similar to those where the species is grown operationally. Other considerations are security, and the possibilities of participation at cooperative levels, where each participant establishes made manage one or more CBSOs as part of the overall breeding population of a species. Numbers of CBSOs will largely depend on the importance an d end - use objectives of a species, - low priorities may only require two CBSOs, whereas several may be needed for prominent species. As with BSOs, management would need to take into account that CBSOs function as the only progeny test for selecting the founding families of the next generation in addition to its role as a seed orchard. Initially therefore, it should reflect the management regimes used in operational plantations for a period that will be indicated by the demonstrated strength of the juvenile - adult correlations. Because the design criteria and management practices in CBSOs are similar to, and have been covered in those pertaining to BSOs, no further elaboration of them is necessary.

Clonal Seed Orchard

Further advances could be achieved by cloning the best individuals in each CBSO for planting in clonal seed orchards (CSOs) for the production of high quality operational seed, while at the same time making it possible to reduce the size of the CBSOs. The clonal material would come from those families that had already undergone progeny testing in existing CBSOs, and selected as founders for the next generation of CBSOs. Rogueing in the CSO before seed production commenced could started if good juvenile - adult correlations were shown to exist. Should the CSO be the ultimate objective in the breeding program, the CBSOs could be used as replicate populations. If for example there were five CBSOs, a series of five clone CSOs could be established for operational seed production, with a single representative from each CBSO in each CSO to reduce the effects of inbreeding.

Breeding intensity

As pedigree controlls in CBSOs are confined to female parents, i.e. only open - pollinated half - sib families are used, the breeding intensity level is assumed to be intermediate (Namkoong *et al.*, 1980). By including the male parent through controlled crosses between progeny tested clones in the CSOs, and using the resultant full - sib families as founding members of the next generation, gains per generation could be increased. A subset of crosses could constitute a formal mating design to yield estimates or genetic parameters.

INFOR

Timing of establishment and regeneration of CBSOs

Ideally, all the CBSOs of a given species should be established in one year, and each successive generation established at the same time. If selection cycles are not too short, they could be established over two years, but unlike the diversified population form of the MPBS, CBSOs do not lend themselves to the frequent regeneration of individual sub-populations. Budgeting for the high periodic work loads and associated cost of CBSOs may prove difficult for a single organization, but they could be eased through participatory, cooperative agreements.

MPBS/CBSO Summary

Most of the previous problems and shortcomings that were being experienced with conventional and largely inflexible breeding approach methods, i.e. disparate end - use objectives for multiple species on diverse sites, had been overcome by the introduction of the diversified population version of the strategy over the past thirteen years have in turn highlighted their own set of problems and shortcomings, which are now in the process of being addressed through the implementation of the CBSO system. The reduced number of plantings will save resources, all the best material will be tested over all localities, and the constant challenge of top crosses will minimize the build up of coancestry and the risk of inbreeding. It would be unrealistic to imagine that the structures and mechanisms within the CBSO strategy will be without problems, but the potentials for rapid advance within sound genetic parameters, cannot be denied.

INFOR

Eucalyptus camaldulensis

Introduction

Detailed land - use planning and land classification exercises are essential prerequisites to the successful establishment of exotic tree species on any scale. Should objectives such as agroforestry initiatives for small land holders, protection of the natural grassland to enhance livestock production or, soil stabilization in degraded areas involve local people, then it is most important that they be involved in the planing processes. The imposition of species and systems which may be socially unacceptable, are unliked to succeed. Land-use planning and classification involving operational plantings, particularly in respect of *Eucalyptus spp.*, need to draw on scientific methods currently available to facilitate the matching of species to sites (Booth, T.H., 1985, 1990, 1991). While these methods afford useful "first shot / best bet" approaches insofar as climatological parameters are concerned, a range of edaphic factors also needs to be considered. Not only are soil classifications, including pH values, in themselves important, but so too are the depths of these soils. Poor growth and failures from moisture stress can frequently occur on shallow soils that otherwise match up in all other criteria, to a species requirements. End - uses op purposes for which exotics are being grown need to be determinated before final commitments to species are made, especially if markets and marketing are considerations. Of great assistance in making informed initial choices, is a sound knowledge of the distinct natural habitats associated with a species. Following an evaluation of the above base - line information and requirements, it should undergo some form of initial species screening trials. For the purpose of this paper, it is assumed that the selection of *Eucalyptus camaldulensis* as the species best suited to the sites and purpose for which it is being grown in the Illapel and La Serena areas of Chile, has already been made on the basis of some preliminary evidence. Having selected the right species, and before any meaningful gains in a breeding program can be achieved, it is essential that the provenance material best suited to local conditions, is acquired and tested. Some understanding of the factors involved in procuring the most suitable material is fundamental to an effective breeding program if time, effort and money are not to be wasted.

Natural distribution

Eucalyptus camaldulensis Dehn. is the most widely distributed of all the eucalypts, with a longitudinal range of 25° 27' (12° 48' S- 38°15'S), and is also one of the most variable. Habitat and climatic variations are immense, which probably accounts for its universal success as an exotic in arid and semiarid areas world - wide. Its attributes in the production of wood on infertile and dry sites; tolerance of drought and high temperatures; rapid growth when water is available; tolerance of periodic waterlogging and soil salinity; deep root penetration; frost tolerance; good coppicing ability, and, the usefulness of its wood, all contribute to its adaptability and success (Eldridge *et al.*, 1994), though there have been

INFOR

reports of some partial drought - related failures in infertile sands in parts of Zimbabwe. (Mullin, pers. comm. 1996).

Genecology

Recognition of northern and southern forms of *Eucalyptus camaldulensis* has been made and documented in several studies (Karschon 1967, 1974; Pryor and Byrne, 1969; Banks and Hillis, 1969; Abd- Alla *et al.* 1980, and others). There does not appear to be a distinct boundary between the northern and southern forms, where studies suggest patterns of clinal variation (Midgley *et al.* 1989). Clinal variation has nevertheless been demonstrated in several traits between east and west in the northern provenances (Grunwald and Karschon, 1982). There is also a probability of mosaic patterns of discontinuous variation in some traits of the species from one drainage basin to another (Lake Buloke, Lake Coorong and Lake Albacutya for example), as there is less chance of a gene flow between than within them (Turnbull, 1973). Recent studies and documentation indicate zones of introgression between *E. camaldulensis* and *E. tereticornis* in some areas where the two overlap (Turnbull, 1975; Mideley *et al.*, 1989), as portrayed in the intermediate characters of buds and fruits. In plantations outside Australia, *E. camaldulensis* has been shown to hybridize freely with other species of the subgenus *Symphyomyrtus*.

Provenance variation

Pioneering research work by Franclet (1956), Karschon (1960) and Giordano (1961), demonstrated genetic variation in growth rate, lime tolerance and stem straightness. As a result of these studies, a decision to investigate provenance variation in the species was made by the FAO Mediterranean Forest Research Committee in 1962, which subsequently led to continent - wide collections in 1964 organized by Egon Larson of FRI Canberra, now CSIRO Division of Forestry. Ream of Australian and Tunisian foresters collected seed from between 5 and 10 trees at each of 40 localities, the only region not sampled in its natural distribution range being the Kimberley area in northern Western Australia. Between 1966 and 1972, 32 well designed international provenance trials were established in 14 Mediterranean and tropical/sub- tropical countries coordinated by Lacaze (1970, 1978) through the Centre de Recherches Forestieres of INRA, France. Due to seed shortages, many of the trials were only planted with 16 of the 40 provenance collections (Eldridge *et al.* ,1994). Provenance variation for growth rate, form, wood properties, leaf oil content, lignotubers, coppicing, drought tolerance, frost tolerance and salinity tolerance, were recorded. Results of these trials, notably those from countries with similar Mediterranean arid and semi-arid climatic conditions to those that prevail in parts of Chile, would be great interest and relevance to any establishment of *E. camaldulensis* in say Illapel and La Serena regions. Breeding programmes based on the results and/or material of these early international trials, have already been initiated in some of the Mediterranean countries, and the procurement of improved seed from their programmes for inclusion in a Chilean programme, is strongly recommended.

INFOR

Laceze (1978), reported on the analysis of data from measurements undertaken in 24 of the trials when they were 8 to 10 years old, in which some very interesting findings emerged. Within the Mediterranean winter rainfall zone, the growth of the Lake Albacutya provenance was outstanding in almost every trial, while performances in the Petford (Queensland) and Katherine (Northern Territory) provenances in the tropical / sub-tropical summer rainfall zones, showed marked superiority. The difference in ranking showed that provenance- environment interaction was extreme between the Mediterranean and the tropical/sub-tropical environment, but that within either if these zones, environment interactions did not appear important, even over a considerable range of soil types (Eldridge *et al.*, 1994). It is possible however, that further investigations may show more interaction. because some natural populations of *E. camaldulensis* occur on predominantly alkaline or saline sites. It is surmised that these populations would be far better adapted to similar conditions in plantations than populations from more favourable sites (Turnbull and Pryor, 1984). Phenotypic plasticity or adaptability was indicated by the fact that Lake Albacutya provenance was the best of the southern provenances in the tropical/sub-tropical trials, while in the Mediterranean trials, the tropical Petford and Katherine provenances performed moderately well. It would appear therefore, that the inherent capacity for fast growth is not completely supressed in unfavourable environments. One very good example of juvenile - adult correlation in a trial of 11 provenances established on a dry site in Zimbabwe in 1966, was recorded (Barret and Carter, 1970: Quaile and Mullin, 1984; and Barnes, unpublished). Early superiority in the Petbord and Katherine provenances was maintained throughout, and at age of 15 years, these two provenances were represented by well developed plots, while the remaining 9 provenances contained a few stunded remnants. These successful, early, international provenance trials ***of Eucalyptus camaldulensis*** show that the species contains some populations that are outstanding in some traits of economic importance (Eldridge *et al.*, 1994). The choice of Lake Albacutya as one of the collection sites has proved to be particularly fortuitous. The short boles and spreading crowns of trees on the edge of this normally dry lake bed, gave no indication of their remarkable potential as seed source for fast growing plantations in Mediterranean regions. Likewise, the form of trees in natural stands near Petford exibited little genetic potential as seed sources for tropical / sub-tropical plantations (Eldridge *et al.*, 1994). Many subsequent provenance collections have been made over the years, both between and adjacent to those sampled in 1964. Of interest to the Mediterranean zone are those from Lake Coorong and Lake Buloke in north-western Victoria, which lie in parallel drainage systems to the east of Lake Albacutya. Field trials established with this material in California and elsewhere, will show more clearly the amount and pattern of genetic variation in the species from this general locality. Further reports on some of the trials discussed by Lacaze (1978), have been made in detailed publications by other authors and reviewed by Eldridge (1975a). Since then there have been more reports of trials containing additional provenance collections (Darrow, 1983b; Davidson and Das, 1985; El Lakaney, 1983; Mendoza, 1974; Moura, 1986; Rao, 1984; Emery and Ledig, 1987). These reports generally confirm previous findings, and add Gibb river and other northern Western Australia provenances as tropical/ sub-tropical seed sources of similar value to those of Petford and Katherine. With its wide distribution and accessability problems to some of the more remote and isolated natural habitats, the search

INFOR

for *E. camaldulensis* provenances to match specific planting sites, is not yet over (Eldridge *et al.*, 1994)

Selections for breeding in base populations

In addition to substantive documented variation between populations, variation within populations has also been noted by many researchers going back as far as the mid 1950's (Franclet, 1956). To date, and in spite of many introductions and breeding programmes throughout the world, detailed studies in genetic variation within given *E. camaldulensis* populations have yet to be undertaken. In the absence of this information, particularly on how much variation is likely to exist within the better populations, investments in selection and breeding programmes are difficult to determine. Once the best provenances for specific sites have been identified however, opportunities exist and progress can be made for further genetic improvement within that population (White, 1968; Nikles, 1987).

Improvement options

Excluding grafting, which is almost entirely geared to seed production from clonal orchards, the vegetative propagation route using rooted cuttings has proved to be a very successful option under certain conditions. Before embarking on such a programme however, it is prudent to ensure that the material being used has been subjected to extensive family-within provenance and/or family -within-progeny testing and selection processes, thereby affording material with a wide genetic base from which the vegetative selections can be made. The production of rooted cuttings from coppice shoots of *E. camaldulensis* presents few problems, using well established techniques. There is a danger that the success of vegetative propagation will detract from breeding, which is the only method of securing cumulative gain. The correct role for vegetative propagation is to ensure that the currently best materials in a breeeding programme are passed on to operational plantings with minimum delay (Barnes, 1990). The greatest scope for gains in vegetative propagation programmes probably lie in those that involve hybridization. Because it hybridizes readily within the subgenus *Symphyomyrtus*, controlled as opposed to chance hybrid *E. camaldulensis* as one of the parents to produce hybrids with desireable dual-species traits, is best exploited through the orchards. Initial and fairly rapid genetic gains can be made and passed on to operational plantings by coverting provenance trials or progeny into seed production stands or Breeding Seed Orchards (BSOs) where the latter could form an integral component of the Multiple Population Breeding Strategy (MPBS) system. The trials os tests are progressively thinned or ultimately reduced to the best individuals in the best provenances or families for seed production purposes, once their primary objectives had been achieved. Progressive thinnings would be prefable to a single reduction where crown development, and by extension seed production, would be prejudiced. Ideally, any intention to convert trials/test to seed stands or BSOs, should be made at the time of their formulation. Provisions for appropriate designs and comprehensive assessments can then be made beforehand, with obvious advantages to the conversion processes.

INFOR

Future research needs

Notwithstanding the significant contributions made to wood and amenity requirements by small woodlots and windbreaks of *E. camaldulensis* in smallholdings in many parts of the world, improvement programmes for eucalyptus generally in "integrated" agroforestry systems, have hitherto received little attention. The selection, breeding and management of them for these systems has therefore lagged behind programmes focussed on other objectives for which they are grown. As the integration of eucalypts with food crops is increasing however, examples of which are to be found in Bangladesh (Davidson, 1985a), southern China (Ou *et al.*, 1989) and Nepal (White, 1985), there is an urgent need to develop breeding and improvement strategies for eucalypts in more broadly based agroforestry systems. Possibilities for winter rainfall areas are species such as *E. smithii* which could be grown for essential oils on short coppice rotations in integrated crop/tree systems.

Conclusion

All genetic improvement strategies must start with the correct choice of species that are best suited to specific sites and end-use objectives or purposes- Such choices should be based on initial screening trials or other substantive evidence, followed by provenance trials to determine the best sources of material of that/those species. Time and resources generally preclude the testing of all maetrial throughout the entire appropriate range fo a species, as would be the case with *E. camaldulensis* with its very wide natural distribution. Recourse must therefore be made to intelligent studies on geografic and environmental distribution, and to all pertinent literature on the species, including results from improvement programmes in other countries, before informed choices of "best bet" material are made. Exotic provenances from relevant breeding programmes elsewhere should be included in trials together with seed from wild populations, where all such seed should prefably come from wild individual trees or families. This will enable the provenance trial to be converted to a seed stand or BSO through selective thinnings that leave only the best trees in the best families, thereby maintaining pedigree controls. It is at this second, provenance trail stage in improvement programmes that the paths of traditional breeding approach methods and that of the MPBS diverge, and decisions on which route to pursue are best made in advance of this phase. Although changes from the traditional approach methods to the MPBS can be made at any stage of the formers' programme, valuable time could be lost in the turn over of generations, and incorporating new material into another programme. Operational seed production from BSOs/CBOSs could carry a numerical designation of **(G1), (G2), (G3)** etc., in addition to seed stock or reference number, which could be useful in keeping track of the turnover in generations. Vegetative propagation and breeding per se should be regarded as being complementary to each other, and not as alternatives. A break through in the development of tissue culture techniques on a commercial scale has yet to be made, where reversing maturation proccesses remains a problem. Tissue culture on its own, like vegetative propagation, is unlikely to result in the cumulative gains achieved through a continium of well planned, recurrent selections. Such selections should be based on the

INFOR

judicious combination and re-combination of genes within all importante variation patterns, as the first substancial steps in selection and breeding strategies.

REFERENCES

ABD-ALLA, M.F., EL NEGOUMY, S.I., EL-LAKANY, M.H., and SALEH, N.H.A.M., (1980), "Flavenoid glycosides and the chemosystematics os Eucalyptus camaldulensis", Phytochemestry, N°19, pp. 2629-2632.

ARNOLD, M., AND WHITE, T., (1994), Review of the tree breeding programme of the Zimbabwe Forestry Commission.

BAKER, L. H., and CURNOW, R. N., (1989), "Choice of population size and use of variation between replicate populations in plant breeding selection programmes", Crop Science, N°9, pp.555-560.

BANKS, J.C.G., AND HILLIS, W.E., (1969), "The characterisation of populations of *E. camaldulensis* by chemical features", Australian Journal of Botany, N°17, pp.133-146.

BARNES, R.D., (1981), "A review of the tree breeding programme in Zimbabwe and recomendations of its development", **Technical Cooperation Scheme**, Overseas Development Administration, London, U.K. p.33.

BARNES, R.D., (1987), "The breeding seedling orchard in a tropical population breeding strategy for tropical trees", CIEF Buenos Aires, Argentina, 6-10 april 1987. pp. 1-18.

BARNES, R.D. and SCHWEPPENHAUSER, M.A., (1979), "Pinus patula Schiede and Deppe progeny test in Zimbadwe Rhodesia: Genetic control of 1.5-year- old traits and comparison of progeny test methods", Silvae Genetica , N°28(4), pp.156-167.

BARNES, R.D. and MULLIN, L.J., (1989), "The multiple population breeding strategy in Zinbadwe - 5 year results" in **Breeding tropical trees: population structure and genetic improvement strategies in clonal and seedling forestry**, Eds. Gibson, G.L. Griffin, A.R. and Matheson, A.C. Osford Forestry Institute, Oxford, UK, and Winrock International, Arlington, Virginia, USA, pp.148-158.

BARNES,R.D.,(1990), "Selection and breeding strategies for indigenous and multipurpose trees. Invited paper at workshop on indigenous and multipurpose trees", Bulawayo, june, 28 págs.

BARNES, R.D., WHITE, T., NYOKA, B.I., JOHN, S., and PSWARAYI, I.Z., (1995), "The composite breeding seedling orchard", in **Eucalypt plantations: Improving fibre yield and quality**, pp.285-288. Proceedings *CRC-IUFRO conference*, Hobart, N°19-24 February.

BARRETT, R.L. and CARTER, D.T., (1970), "*Eucalyptus camaldulensis* provenance trials in Rhodesia (Part 1, early results)", Research Bulletin, N°2, Rhodesia Forestry Commission, Salisbury, 72 págs.

BOOTH, T.H.,(1985), "A new method for assisting species selection",Commonwealth Forestry Review, N°64, pp.241-250.

BOOTH, T.H., (1990), "Mapping regions climatically suitable for particular tree species at the global scale", Forest ecology and Management, N°36.

INFOR

BOOTH, T.H. and PRYOR, L.D., (1991), "Climatic requirements of some commercially important eucalypt species", Forest Ecology and Management, N°43.
DARROW, W.K., (1983 b), "Provenance - type trials of *Eucalyptus camaldulensis* and *E. tereticornis* in South Africa and South West Africca: Eight year results", South African Forestry Journal , N°124.
DAVIDSON, J., (1985 a), "Setting aside the idea that eucalypts are always bad", Working paper, N°19, UNDP-FAO Proyect BGD/79/017, Bangladesh.
DAVIDSON, J. and DAS, S., (1985), "Eucalypts in Bangladesh", Silviculture Division Bulletin, N°6, Bangladesh FRI Chittangong.
ELDRIDGE, K.G., (1975 a), "An annotated bibliography of genetic variation in *Eucalyptus camaldulensis*", Tropical Forestry Papers, N°8, Commonwelth Forestry Institute, Oxford.
ELDRIDGE, K.G., DAVIDSON, J., HARWOOD, C. AND VAN WYK, G. (1994), "Eucalypt domestication and breeding", **Oxford Science Publications**, 288 págs.
EL-LAKANY, M.H., (1983), "Provenance-site interactions in irrigated plantations of *Eucalyptus camaldulensis*", Silvicultura, N°31, Sao Paulo, pp.450-451.
EMERY, B.M. and LEDIG, F.T., (1987),"Provenance variation in *Eucalyptus camaldulensis* Dehn", in Silvae Genetica , N°36, California, pp.172-180.
FRANCLET, A., (1956), "Premiers travaux d'amelioration genetique des Eucalyptus", Annales de la Recherche Forestiere au Maroc, N° 4, pp. 63-85.
GRUNDWALD, C. and KARSCHON, R., (1982), "Leaf wylem water saturation deficits as related to seed origin of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn", Australian Forest Research, N°12, pp.175-181.
KARSCHON, R., (1960), "Lime tolerance and seed provenance in eucalypts", Document, N°4 th session, Working Party on Eucalypts. FAO Joint Subcommission on Mediterranean Forestry Problems. Lisbon FAO/SMc/EU60-9B.
KARSCHON, R., (1974), "The ralation of seed origin to growth of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn in Israel", Israel Journal of Agricultural Research, N°23, pp.159-173.
KARSCHON, R., (1967), "Ecotypic variation in *Eucalyptus camaldulensis* Dehn" National and University Institute of Agriculture, Ilanot, Contributions on Eucalypts in Israel III, pp. 35-53.
LACAZE, J.F., (1970), "Studies on the ecological adaptation of Eucalyptus", *Operational Report for 1970 on Proyect N°6*, Document, 4th Session, Committe on the Coordination of Mediterranean Forestry Problems, Ankara, N° FO: SCM/FR70/2/10 FAO, Roma.
LACAZE, J.F., (1978), "Etude de l'adaptation ecologique des eucalyptus, etude de provenances *Eucalyptus camaldulensis*", Proyect FAO N°6 in Documents FAO thrid world consultation on forest trees breeding, CSIRO, Camberra, pp. 393-409.
MIDGLEY, S.J., ELDRIDGE, K. G. and DORAN, J.C., (1989), "Genetic resources of *Eucalyptus camaldulensis*", Commonwealth Forestry Review, N°68, pp.295-308.
MENDOZA, L.A., (1974), "Ensayos de procedencias de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. y *E. viminalis* Labill. en el norte de la provincia de Buenos Aires", IDIA Suplemento Forestal, N° 1973-74, pp.53-60.
MOURA, V.P.G., (1986), "Provenance variation of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. in Brazil", Unpublished D.Phil thesis, University of Oxford.

INFOR

MULLIN, L.J. and PSWARAYI, Y., (1990), "Flowering periodicity in provenances of *Eucalyptus camaldulensis* in Zimbadwe", Commonwealth forestry Review, N°69, pp. 69-77.
NAMKOONG, G., (1976), "A multiple index selection strategy", Silvae Genetice, N°25, pp.199-201.
NAMKOONG, G. BARNES, R.D., and BURLEY, J. A., (1980), "Philosophy of breeding strategy for tropical forest trees", Tropical Forestry Paper, N°16 Commonwealth Forestry Institute, Oxford, 67 págs.
NAMKOONG, G., (1984 a), "Inbreeding, hybridization and conservation in provenances of tropical forest trees" in **Provenance and Genetic Improvement Strategies in Tropical Forest Trees**, Eds. Barnes, R.D. and Gibson, G.L. Commonwealth Forestry Institute, Oxford, and Forest Research Centr, Harare.
NIKLES, D. G., (1987), "A breedimg strategy for genetic improvement of selected tropical eucalypts at Dongmen State Forest Farm, People´s Republic of China: China-Australia Afforrestation Project at Dongmen State Forest Farm.", Technical Communication, N°30. Queensland Departament of Forestry, Brisbane.
OU, Y.Q., WEI, J., and WU, F.Q., (1989), "The ecological and economic benefits of Eucalypt platations", *Paper to Fourth Technical Exchange Seminar*, october 1989. China-Australia Afforrestation Project at Dongmen State Forest Farm. Technical Communication , N°40, Queensland Departament of Forestry, Brisbane.
PRYOR, L.D., and BYRNE, O.R., (1969), "Variation and taxonomy in *Ecalyptus camaldulensis*", Silvae Genetica, N°18, pp.64-71.
QUAILE, D.R., and MULLIN.L.J., (1984), "Provenance and progeny testing in *Ecalyptus camaldulensis* in Zimbabwe" in **Provenance and genetic Inprovement Strategies in Tropical Fores Trees**, Eds Barnes, R.D. and Gibson, G.L. Commonwealth Forestry Institute, Oxford, and Forest Research Centre, Harare. pp. 438-450.
RAO, D.V., (1984), "Provenance trials of Eucalytus", Indian Forester, N°110, pp.28-34.
SHELBOURNE, C.J.A., (1969), "Tree breeding methods. A review of tree breeding strategies in relation to classical plant breeding methods with quantitative genetic expectations of gain, and predictions using data from *Pinus radiata*", Technical Paper, N°55, New Zeland Forest Service.
TURNBULL, J.W. (1973), "The ecology and variation of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn", *Forest Genetic Resources Information 2*, FAO Forestry Occasional Paper 1973-2, pp.32-40.
TURNBULL, J.W., (1975), "Seed collection of eucalypts", Report of FAO/DANIDA training courses on forest seed collections and handling, Chiang Mai, Thailand, march 1975, Vol 2, pp 347-345.
TURNBULL, J.W., and PRYOR, L.D, (1984), "Choice of species and seed sources" in **Eucalypts for wood production**, Eds Hills, W.E., and Brown, A.G., CSIRO/Academic Press, Melbourne, pp 6-65.
WHITE, K.G., (1985), "Intercrop strategies in the Bhabar Terai of central Nepal", Sagarnath Forest Develpment Project Manual N°1, Ministry of Forests, Kathmandu.

INFOR

WHITE, K.G., (1986), "Practical tree breeding strategies and practices in Bhabar Terai of central Nepal", Sagarnath Forest Develpment Project Manual N°5. Ministry of Forests, Kathmandu.
WHITE, T., (1992), "Advanced generation breeding populations: size and structura. Paper at IUFRO conference Breeding tropical trees: resolving tropical forest resource concerns through tree improvement, gene conservation and domestication of new species", Cartagena and Cali, Colombia, october, pp. 9-18.

INFOR

COMPORTAMIENTO DE *E.camaldulensis* EN LONGOTOMA, CHILE. BASES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA ESPECIE EN LA ZONA SEMIÁRIDA

N. Smith [1]

INTRODUCCIÓN

El Instituto Forestal inició en 1989 un programa de mejoramiento genético de varias especies del género *Eucalyptus*, algunas como *E. globulus* de cultivo tradicional en el país. La metodología del estudio se basó en el enriquecimiento genético del material previamente existente mediante la introducción de colecciones de genes directamente desde Australia de acuerdo a un criterio de selección de procedencias y colecta de semilla producida en árboles sobresalientes en las poblaciones naturales por medio de polinización abierta. De esta forma, todo mejoramiento estará basado en el comportamiento comparado de genes nuevos. *E. camaldulensis* es especialmente valioso si se tiene en cuenta la magnitud de su dispersión natural y la consiguiente variabilidad del comportamiento de los rasgos que más interesan desde el punto de vista local. Esta especie se define como habitante de sitios cálidos y precipitación restringida, lo que está en armonía con el entorno que se pretende poblar en Chile.

Longotoma es una localidad situada a 160 km. al norte de Santiago, situada en la zona costera de influencia marina. El ensayo fue establecido en octubre de 1989 con un diseño de familias compactas con 10 repeticiones y 4 individuos para cada familia. La razón de este diseño se encuentra en la necesidad de conocer el comportamiento comparado entre procedencias y progenies y no en establecer lo que en el futuro podría ser un área productora de semilla. Los controles se realizaron en marzo de 1990, febrero de 1991, marzo de 1993 y enero de 1995. Las variables controladas fueron diámetro del cuello, diámetro a la altura del pecho, altura total, forma, madurez reproductiva, etc.

El sitio de ensayo tiene una precipitación media anual de 250 mm con máximo invernal, la temperatura es templada no sobrepasando los 25 grados C y con muy escasas heladas. El suelo corresponde arenas originadas en duna fósil de baja fertilidad. Las condiciones descritas son típicas para la zona geográfica aledaña y los resultados del ensayo son fácilmente asimilables o adoptables. El objetivo productivo es madera para postes y combustible, siendo secundario la forma de los tallos.

Eucalyptus camaldulensis Dehnh., es un árbol de mediano de gran tamaño. Alcanza normalmente los 20 metros, excediendo ocasionalmente los 45, mientras el diámetro a la

[1] División Silvicultura
Instituto Forestal. Santiago - Chile

INFOR

altura del pecho varía de 1 a 2 m y raramente 4. La copa es grande y abierta y el fuste, en formación abierta, es grueso y corto.

Esta es la especie de Eucalyptus más difundida en Australia en forma natural. Con excepción del sur de Australia Occidental, la planicie de Nularbor, y la franja costera de Victoria, Nueva Gales del Sur y Queensland, se encuentra en toda la parte continental de Australia. Se encuentra en prácticamente todos los cursos de agua estacionales en la zonas áridas o semiáridas y en otros cursos y ríos en el sudeste del continente, principalmente al interior de la Gran División. Es el árbol más común a lo largo del río Murray y sus afluentes. A pesar de ser una especie típica de zonas ribereñas, se presenta en terrenos con pendiente y de relativa altura como las colinas de Monte Lofty cerca de Adelaida. El rango altitudinal va de 12.5°S y 38°S y en altitudes desde 20 a 700 m.s.n.m. Esta especie crece en una amplia gama de condiciones climáticas, desde templado a caliente, desde sub-húmeda a semi-árido con una temperatura media máxima del mes más tórrido en un rango de 27 a 40°C y una media mínima del mes más frío entre 3 y 15°C. Puede sufrir hasta 20 días en que la temperatura es menor de 2° C en un año en el sur e interior de su área de dispersión. El rango de precipitación media anual va de 250 a 600 mm, mientras que algunos sitios reciben hasta 1250 mm como máxima, otro sólo 150 mm. En sitios de escasa precipitación la especie sobrevive gracias a cursos naturales de agua o presencia de napa freática. La distribución de la lluvia varía desde una precipitación invernal máxima en el sur a un tipo monzónico en el norte de Australia cayendo principalmente entre noviembre a marzo. La variabilidad de la precipitación es bastante grande, especialmente en el interior con frecuentes sequías.

Los suelos son típicamente aluviales arenosos. La especie no está adaptada a suelos calcáreos excepto en una procedencia de la parte baja de la península Eyre en Australia del Sur donde la especie crece asociada con *Eucalyptus porosa*, árbol de mala forma, pequeño, en sitios de suelos delgados limosos.

Eucalyptus camaldulensis es una especie típicamente ribereña y en la Australia árida tiene su distribución la forma de una cinta a través del paisaje. También se le encuentra en bosque abierto o en bosque cerrado de los lechos de ríos. En los sitios altos adyacentes en los Estados del Este de Australia puede estar asociado con *E. largiflorens*, *E. microcarpa* y *E. melliodora*.

RESULTADOS

Los resultados del ensayo son importantes para evaluar la factibilidad de iniciar forestación con esta especie y en particular con la semilla que este ensayo produzca. Por esta razón se examina en primer término el comportamiento según sobrevivencia y en segundo término el volumen que se puede producir en las condiciones de Longotoma que pueden asimilarse a las condiciones generales prevalecientes en el sur de la IV Región de Coquimbo. En

INFOR

apéndice aparte se puede apreciar el origen y los antecedentes geográficos de las procedencias.

Resultados por bloques.

Sobrevivencia entre bloques

De 672 plantas establecidas en cada bloque originalmente (168 progenies representadas cada una por 4 individuos semihermanos), la sobrevivencia observada después de 60 meses fue la siguiente según bloque:

Tabla N°1: Sobrevivencia general según bloque (10)

Bloque	Sobrevivencia (base=672)	Orden Precedencia
1	97.3 (max.)	1
2	94.9	4
3	94.8	5
4	92.3 (min.)	10
5	92.7	9
6	96.1	2
7	95.5	3
8	93.3	8
9	94.3	7
10	94.5	6

Entre bloques no hay, visualmente, un efecto notable en la capacidad de las plantas a sobrevivir, no existiendo una diferencia porcentual entre los valores extremos a 5%. Desde el punto de vista de este análisis, no hay gran variación en el suelo destinado al ensayo en los factores relacionados con la sobrevivencia.

Crecimiento en área basal entre bloques

El desarrollo del área basal está vinculado fuertemente con el nivel de competencia entre árboles, y la disponibilidad de agua y nutrientes, en segundo término.

Haciendo una estimación a partir del área basal observada en cada bloque, y llevada a una densidad normal de 1600 pies por hectárea, el valor del área basal expresada en metros cuadrados por hectárea es la siguiente;

INFOR

Tabla N°2: Área Basal entre Bloques (10)

Bloque	Sobrevivencia (base=672)	Orden Precedencia
1	2.84 (min.)	10
2	3.36	8
3	3.66	6
4	3.97	5
5	4.92	2
6	3.02	9
7	3.38	7
8	4.94 (max)	1
9	4.28	4
10	4.70	3

Al comparar las Tablas N°s 1 y 2 se puede concluir que no hay relación de dependencia entre el fenómeno de sobrevivencia y competitividad. Nótese que el bloque 1 es el de mejor sobrevivencia (97.3%) y es el peor en área basal (2.84 m^2/ha).

Desarrollo de volumen entre bloques

Una de las formas de establecer el grado de desarrollo del volumen en árboles es calcular el incremento medio periódico (IMP) en base al volumen por bloque entre la medición hecha a los 30 meses y la de 52 meses en el caso presente.

Tabla N°3. Desarrollo volumétrico entre bloques (10).

BLOQUE	Incremento medio periódico (dm^3/ha/mes)	Volumen (dm3/ha) Edad: 52 meses
1	34.2 (min.)	980
2	48.0	1262
3	56.2	1493
4	60.3	1581
5	58.0	1699
6	40.7	1048
7	47.3	1196
8	94.3 (max)	2409
9	60.6	1603
10	69.5	1956

El crecimiento volumétrico en plantaciones heterogénicas se vincula con el área basal y fuertemente con la altura del fuste utilizable (tronco). A su vez, la altura es un indicador indirecto bastante confiable de la fertilidad del suelo. Según lo observado en la Tabla N°3, el mejor bloque casi triplica al peor, coincidiendo la precedencia con lo demostrado en la

INFOR

Tabla N°2. Se concluye que *Eucalyptus camaldulensis* en el espectro genético aquí ensayado es altamente sensible a las variaciones del sitio, por lo que es recomendable averiguar cuáles son las circunstancias físicas y químicas que provocan la diferencia entre el bloque 8 y el resto.

Análisis entre procedencias

Una procedencia está representada en este ensayo por lotes de semilla generada por polinización abierta. En cierto grado representa al pool génico de una población ya que en la semilla están presentes los genes, no sólo de las madres, sino que todos los progenitores masculinos putativos del entorno. Se supone entonces que los rasgos que tienen que ver con la capacidad de adaptación estarían presentes en las colecciones representativas de cada procedencia. Se postula que la capacidad de adaptación está vinculada con la sobrevivencia.

Tabla N°3: Sobrevivencia entre procedencias.

Procedencias N	Progenies N	Sobrevivencia %
1	8	93.4
2	10	95.9
3	8	94.4
4	12	97.1
5	11	89.1
6	11	85.4
7	10	97.8
8	11	84.1
9	7	91.6
10	9	95.3
11	1	95.0
12	12	95.4
13	5	94.0
14	9	93.0
15	5	97.5
16	4	90.6
17	5	94.5
18	7	96.8
19	5	93.0
20	4	97.5
21	5	95.0
22	5	92.0
24	3	85.8
25	1	62.5

INFOR

Sobrevivencia entre procedencias

Después de establecer la sobrevivencia media para cada procedencia, se puede concluir que esta varía entre 84.1 y 97.8 % dentro de las procedencias australianas. La procedencia local, en cambio, muestra un nivel de sobrevivencia extremadamente diferente del resto, siendo solamente de 62.5 %.

Agrupando las procedencias por rango, los subgrupos no guardan una relación coherente con las fuentes geográficas, encontrándose casos en que dos poblaciones cercanas difieren en su adaptación.

Tabla N°4: Agrupación de procedencias según rango de sobrevivencia

Rango de Sobrevivencia	Procedencias (N°s)
>95.0	2-4-7-10-11-12-15-18-20-21
94.9 - 90.0	1-3-9-13-14-16-17-19-22
89.9 - 85.0	5-6-24
84.9 - 80.0	8
< 79.9	25 (62.5%)

Área basal entre procedencias:

El área basal media demostró ser variable entre procedencias. Se observó un máximo de 5.24 metros cuadrados por hectárea en la procedencia N° 5 y de 5.2 en la procedencia N° 3.

INFOR

Tabla N°5. Área basal entre procedencias

Procedencias	Área Basal (m^2/ha)
1	4.23
2	4.50
3	5.20
4	4.20
5	5.24
6	4.26
7	4.17
8	4.34
9	3.80
10	2.30
11	3.92
12	3.71
13	3.10
14	2.97
15	3.24
16	2.45
17	3.28
18	3.73
19	4.25
20	3.42
21	4.02
22	3.24
24	3.46
25	3.07

Crecimiento volumétrico entre procedencias

El crecimiento volumétrico depende, entre otros factores, de la disponibilidad de nutrientes en el suelo y de la movilidad que presta el agua disponible. La mayor o menor eficacia en el uso del agua depende de factores que el ambiente ha contribuido a seleccionar, tales como los mecanismos de respuesta de los estomas, ya sea a la luz, el calor o la humedad relativa del aire. Las tasas de crecimiento en área basal y volumen que se observan en las procedencias de la 1 a la 9 en comparación con Katherine o Petford, tienen coherencia con el régimen pluviométrico. Es lógico entonces que estas procedencias tengan un crecimiento inferior a la de Lago Albacutya y Lago Hindmarsh, las que viven en un régimen pluviométrico similar a la zona de Longotoma.

INFOR

Tabla N° 6. Crecimiento volumétrico según procedencias.

Procedencia N.	Incremento medio periódico (dm^3/ha/mes)
1	59.8
2	64.5
3	77.1
4	53.4
5	85.9
6	59.1
7	54.0
8	59.3
9	54.7
10	38.8
11	45.6
12	55.9
13	39.8
14	38.4
15	40.8
16	41.6
17	54.7
18	64.6
19	72.3
20	51.5
21	66.9
22	41.0
24	47.8
25	36.6

Resultados entre progenies

Se llama progenie a los individuos originados por polinización de óvulos situados en un mismo pie. En este caso, el polen proviene de otros árboles, probablemente los más próximos al árbol madre, pero en todo caso originados en la misma población.

Las progenies de una misma procedencia tienen en común la frecuencia génica típica de esa población, lo que se traduce en similitud fenotípica. Sin embargo, al observar los resultados obtenidos para una procedencia, el comportamiento de las progenies difiere entre ellas, es decir hay individuos que son más grandes que otros. Por ejemplo, en la procedencia 1, *Wimmera R-Elmuhurst, Victoria, 37°13' Lat S, 325 m.s.n.m. y 300-400 mm precipitación,* el incremento medio periódico (IMP, dm^3/ha/mes) observado entre el mes 30 y el 52 ha sido el siguiente:

67.0 - 26.3 - 77.9 - 51.8 - 84.5 - 67.6 - 40.5 - 61.2

INFOR

Los valores representan la media aritmética de no menos de 38 observaciones.

Para la procedencia 12, *Katherine, NT, 14° 29' Lat S, 95 m.s.n.m. y 1000 - 800 mm de precipitación, IMP* para el mismo período fue el siguiente:

44.3 - 92.0 - 52.6 - 55.9 - 33.1 - 93.6 - 81.0 - 62.8

54.8 - 29.1 - 39.9 - 32.0

En el resto de las procedencias se puede observar un fenómeno similar de dispersión de valores medios, lo que asegura que dentro de las subpoblaciones disponibles ahora en el país hay suficiente variación genética como para emprender nuevas plantaciones utilizando la semilla que en estas áreas semilleras se produzca.

CONCLUSIONES

(a) Tanto el comportamiento en sobrevivencia como en los resultados volumétricos indican que sobre estos suelos costeros del sur de la IV región es factible iniciar el cultivo de *Eucalyptus camaldulensis*, afirmación que resulta apoyada por el período de sequía que ha experimentado esta zona del país.

(b) Entre las procedencias que se han ensayado no hay ninguna que muestre un fracaso de inadaptación. Dentro de cada procedencia es posible encontrar variación asociada al desarrollo físico, volumen, altura, área basal y forma, lo que significa variación de genotipos.

(c) El ensayo se puede transformar en área productora de semilla si se procede a la eliminación de aquellos individuos que no sobrepasen la media de la procedencia, dejando de este modo que la libre circulación del polen genere una nueva población de mejora.

INFOR

APÉNDICE

PROCEDENCIAS ENSAYADAS DE *Eucalyptus camaldulensis* EN LONGOTOMA

Procede	Lugar de origen	Latitud	Longitud	Altura m.s.n.m.	Precipitación mm/año
1	Wimmera R-Elmurst Vic	37° 13'	143° 16'	325	300-400
2	Wimmera R-Glenorch Vic	36° 55'	142° 40'	170	300-400
3	Lake Hindmarsh Vic	36° 08'	141° 58'	75	300-400
4	Outlet Ck Rainbow Vic	35° 49'	141° 56'	75	300-400
5	Lake Albacutya S Vic	35° 48'	141° 58'	70	300-400
6	Lake Albacutya E Vic	35° 46'	142° 00'	70	300-400
7	Lake Albacutya N Vic	35° 42'	141° 57'	70	300-400
8	Lowan Valley Saline Vic	35° 50'	141° 50'	135	300-400
9	Avon River Navarre Vic	36° 52'	143° 11'	280	300-400
10	Umberumberka Creek	31° 53'	141° 13'	210	150-200
11	Nsw	34° 35'	135° 38'	90	500
12	Port Lincoln Sa	14° 29'	132° 15'	95	1000-800
13	Katherine Nt	14° 26'	132° 18'	95	1000-800
14	Katherine Nt	17° 17'	145° 03'	500	800-600
15	Ecles Creek Petford Qld	17° 13'	145° 01'	460	800-600
16	Pinacle Ck Petford Qld	17° 11'	145° 07'	520	800-600
17	Mishap Ck Petford Qld	17° 15'	145° 05'	520	800-600
18	Euraka ck Petford Qld	17° 22'	145° 12'	780	800-600
19	Hales Siding Petford Qld	17° 21'	144° 57'	460	800-600
20	Emu Ck Petford Qld	17° 25'	145° 02'	500	800-600
21	Emu Gibbs Petford Qld	17° 25'	145° 11'	700	800-600
22	Gibbs Petford Qld	17° 24'	145° 10'	680	800-600
24	Chinamans Petford Qld	17° 26'	145° 02'	520	800-600
25	Emu Ck Petford Qld	32° 17'	7° 01'	600	200-300
	Hierro Viejo Chile				

INFOR

SILVICULTURA DE LAS FORMACIONES NATIVAS

INFOR

PROSPECCIÓN Y DOMESTICACIÓN DE ARBUSTOS FORRAJEROS NATIVOS E INTRODUCIDOS PARA LA FORESTACIÓN DE LA IV REGIÓN DE CHILE

Eduardo Alcaíno Y.[1], Raúl Meneses R.[1], Gabriela Ibacache T.[1], Patricio Pereira V.[1]

INTRODUCCIÓN

De las 50.000 has forestadas por CONAF en la IV Región, prácticamente sólo encontramos dos especies, *Atriplex repanda* y, en especial, *Atriplex nummularia*, los cuales se adaptan sólo en algunos sitios costeros, faltando nuevas alternativas, tanto para el secano costero como interior. En la IV Región existen praderas naturales arbustivas así como individuos aislados, con diversas especies, adaptadas a diferentes condiciones agroecológicas y según observaciones de los propios crianceros, con buenas palatabilidades; estas especies debido a su explotación irracional están en proceso de extinción. Por lo tanto, INIA está desarrollando la línea de investigación en prospección y domesticación de ellas, con la finalidad de ofrecer al medio, las tecnologías que permitan forestar diversidad de sitios de la IV Región y así proveer de forraje a los rumiantes menores, caprinos y ovinos, actividad productiva de primera importancia para miles de familias campesinas que viven en los sectores de secano.

La investigación se proyecta en una primera etapa a cinco años, iniciándose en 1995, trabajando lo relativo a prospección, cosecha de semillas y estacas, análisis nutricional forrajero in vitro, pruebas preliminares de consumo con caprinos, producción de plántulas en vivero y establecimientos de jardines de adaptación. Estos jardines permitirán seleccionar las especies más promisorias en cuanto a adaptación, crecimiento y producción de forraje, especies con las cuales, se pasará a la etapa de ensayos a nivel de pastoreo, estudiando producción y persistencia de la pradera arbustiva, consumo del ganado y efecto en la producción animal.

El presente informe entrega un resumen, para algunas de las especies, de los avances logrados en la mencionada línea de investigación.

1 . *Lavatera assurgentifolia* (Malvavisca)

De esta especie se han encontrado algunos individuos en los Goces Singulares de comuneros de las Comunidades Agrícolas de Carquindaño y Yerba Loca; estos individuos están asociados a riegos eventuales que a veces le entrega el campesino y algunos crianceros comentan que es muy buen forraje. En la Tabla N°1 se presentan antecedentes de la calidad del material vegetal como forraje, mediante análisis nutricionales in vitro, los cuales entregan los siguientes resultados en base seca:

---

[1] Centro Experimental INIA ,Los Vilos, Casilla 40 Los Vilos, Chile.

INFOR

MS : Materia seca (%)
PT : Proteína total (%)
PV : Proteína verdadera (%)
Cen. : Cenizas (%)
DMS : Digestibilidad materia seca (%)
" D " : Materia orgánica digestible / MS inicial
EM : Energía metabolizable (M.cal./kg.ms)
FDA : Fibra detergente ácida (%)

Tabla N°1 : Análisis forrajero in vitro de *Lavatera assurgentifolia* (Malvavisca)

Estación cosecha	Zona	Tipo forraje	MS %	PT %	PV %	Cen. %	DMS %	"D" %	EM Mcal	FDA %
Ver. 95	Canela	Hojas verdes	25.4	31.1	22.5	13.8	91.1	77.3	2.79	12.9
Inv. 95	Canela	Hojas verdes	-	31.4	-	11.6	93.2	81	2.91	-
Ver. 95	Canela	Hojas secas	-	8.8	6.5	21.9	83.9	65.6	2.41	21.7
Inv. 95	Canela	Hojas y tallos verdes, flores y frutos	-	28.7	-	14.8	87.1	72.6	2,64	-
Inv. 95	Elqui	Hojas verdes	27.6	35.0	25.8	18.0	87.0	71.3	2.59	7.9 *
Inv. 95	Elqui	Hojas, tallos, flores y frutos	23.0	26.2	17.3	16.8	78.9	64.9	2.39	14 *

* : fibra cruda

Prueba preliminar de consumo con caprinos

A inicios de junio se cosechó material de los Goces Singulares de las Comunidades de Carquindaño y Yerba Loca; durante 7 días y por las tardes, post pastoreo, se ofreció a dos cabras en el Centro Experimental INIA Los Vilos, 1 kilo de materia verde por cabra/día. Llamó la atención que desde el primer día el consumo fue bastante alto (90 %), considerando que estas cabras primera vez que tenían acceso a este material; en los 7 días el consumo mínimo fue del 83 % y el promedio del período fue 90%. Es de mencionar que normalmente en el ganado menor, el período de acostumbramiento a un nuevo alimento, demora alrededor de 30 días y, en este caso, el resultado indica que esta especie pareciera ser de excelente palatabilidad. Es de destacar que los animales no sólo consumieron las hojas verdes, sino que además todo tipo de tallos, las flores y los frutos, tanto verdes como secos.

Relación peso / N° semillas:

100 semillas (sin cápsula).....1,94 grs.
100 semillas con cápsula (frutos).....4,60 grs.

Pruebas de germinación

En la zona de Los Vilos, se realizaron en marzo de 1995, pruebas de germinación en almácigos de tierra ubicados en una caseta invernadero. La semilla se cosechó en verano de 1995, en la zona de Canela. Las semillas sin cápsula y con cápsulas (frutos) sin tratamientos previos, arrojaron 10 y 8% de germinación, respectivamente ; los frutos con la cápsula partida tuvieron un 14%. Semillas y frutos remojados en agua a temperatura ambiente por 7 días (con cambio a diario), presentaron ambos 28%. Semillas y frutos inmersos durante 24 horas en agua a temperatura inicial de 100°C y dejando enfriar, presentaron 0 y 48% de germinación, respectivamente. En las diversas pruebas, el inicio de germinación se produjo entre los 4 y 31 días, no existiendo relación con los % de germinación obtenidos.

INFOR

2. *Adesmia pedicelata y Adesmia argentea* (varillas)

En el secano interior del Valle de Elqui, sector Las Placetas (1.500 m.s.n.m.), Comunidad Agrícola Estero Derecho, existen praderas naturales arbustivas con especies del género *Adesmia* (varillales), que constituyen una de las bases forrajeras de la zona, tanto para rumiantes menores como para caballares y asnos. Son especies que se adaptan bien en exposición norte. En las Tablas N°s 2 y 3 se presentan antecedentes de la calidad del material vegetal como forraje; destaca en verano y otoño el 8 a 10% de proteína total y la digestibilidad de la materia seca (51 a 78%), valores muy superiores a una paja de cereal y al forraje de la pradera natural herbácea en su estado senescente. En ambas especies resultó alta la relación proteína verdadera/proteína total, entre 78 a 99 %.

Tabla N°2: Análisis forrajero in vitro *Adesmia argentea* (Varilla blanca) Secano interior Elqui.

Estación cosecha	Tipo forraje	MS (%)	PT (%)	PV (%)	DMS (%)	"D" (%)	EM (Mcal)	Cen. (%)	FDA (%)
Primav. 94	hojas y tallos secos y verdosos	54.5	12.8	10.7	49.2	41.2	1.62	9.1	29.05
Verano 95	Hojas y tallos verdosos y secos	61.4	8.3	6.5	50.7	45.7-	1.77	5.7	-
Otoño 95	Hojas y tallos verdosos y secos	-	7.7	6.7	56.6	49.9	1.90	7.7	37.6

Tabla N°3: Análisis forrajero in vitro de *Adesmia pedicelata* (Varilla) Secano interior Elqui

Estación cosecha	Tipo forraje	MS (%)	PT (%)	PV (%)	DMS (%)	" D" (%)	EM (Mcal)	Cen. (%)	FDA (%)
Primav. 94	Hojas y tallos verdosos y secos	57.0	17.4	13.9	68.4	59.0	2.20	10.3	23.4
Verano 95	Hojas y tallos verdosos y secos	67.6	9.6	7.6	57.1	50.3	1.92	9.7	-
Otoño 95	Hojas y tallos verdosos y secos	-	10.5	10.4	77.7	61.9	2.29	13.2	21.8

Pruebas de germinación

En la zona de Los Vilos, en verano de 1995, en almácigo de tierra y bajo caseta invernadero, semillas de *Adesmia pedicelata*, colectadas en primavera de 1994, presentaron porcentajes de germinación entre 16 a 39%. En todas las pruebas, la emergencia comenzó a partir del quinto día desde la siembra.

Análisis fertilidad de suelo

En la pradera natural con varillas del sector Las Placetas, en zonas de cerros y exposición norte, se tomó en el mes de enero de 1995, una muestra de suelo en la estrata de 40 a 60 cm; el suelo se encontraba totalmente seco, arrojando los siguientes resultados: 2 ppm. nitrógeno

INFOR

mineral, 14 ppm. fósforo disponible, 147 ppm. potasio intercambiable, 0,4 % materia orgánica, C.E. 0,2 mmhos. y pH de 7,8. Es de destacar que el suelo del cerro era bastante profundo, existiendo muy pocas piedras en profundidad y dominando un textura franca arenosa a arenosa.

3. *Baccharis paniculata* (Monte dulce)

Esta especie es bastante escasa en la región y en la zona de Canela se han detectado algunos individuos, específicamente en una Lluvia Agrícola de un comunero de la Comunidad de Yerba Loca, la cual utiliza como potrero de rezago y no para cultivar cereales; este mismo manejo, ha permitido que sobreviva dicha especie. De acuerdo a comentarios de los crianceros, el ganado caprino y ovino tiene una especial preferencia por esta planta. Destaca el contenido de proteína total y la alta digestibilidad , tanto en primavera, verano e invierno (Tabla N° 4).

Normalmente, las especies del género *Baccharis* que se encuentran en la IV Región, no son forrajeras ; sin embargo, en la zona central del país, existen algunas especies que son bien consumidas por el ganado ovino, siendo probable, que algunas de estas especies de *Baccharis* más palatables, hace muchos años hubiesen sido parte de la vegetación natural de la IV Región, de las cuales, una de ellas sea precisamente el Monte dulce. Cabe destacar que esta especie se adapta bien a condiciones de exposición sur.

Tabla N°4: Análisis forrajero in vitro de *Baccharis paniculata* (Monte dulce) Canela

Estación cosecha	Zona	Tipo forraje	MS (%)	PT (%)	DMS (%)	" D " (%)	EM (M cal.)	Cen. (%)	FDA (%)
Primav. 94	Canela	Hojas verdes y secas	-	13.8	55.1	46.4	1.79	9.8	31.3
Otoño 95	Canela	Hojas y tallos verdes	43.5	13.3	64.2	53.6	2.02	10.2	-
Invierno 95	Canela	Hojas y tallos verdes	24.4	27.0	62.8	52.0	1.97	11.3	-

Prueba preliminar de consumo con caprinos

A inicios de junio se cosechó Monte dulce en una Lluvia Agrícola de la Comunidad de Yerba Loca (Canela) y se le ofreció a dos cabras en el Centro INIA Los Vilos, a razón de 1 kilo de monte/cabra x día, durante 8 días y por las tardes, post pastoreo; aproximadamente la mitad de este material era forrajero. En los primeros dos días el consumo fue del 70 y 80% del material forrajero, para luego bajar al 30 a 40 % y en los últimos dos días subió al 60 y 80%. Estos resultados preliminares, más la experiencia comentada por los propios campesinos, indican que se trata de una especie interesante de seguir investigando.

INFOR

Cosecha de semillas

No se ha logrado cosechar semillas, encontrándose prácticamente el 100 % de ellas vanas, esto por causa de la sequía y además por que muchas especies del género *Baccharis* producen en forma natural, gran cantidad de semillas vanas. En el verano de 1996, se realizaron dos pequeñas exclusiones en una Lluvia Agrícola, para cosechar estacas e intentar la reproducción vegetativa.

4. *Caesalpinia spinosa* (Tara)

Esta es una especie de hábito arbóreo y en la zona de Canela existen individuos aislados y los crianceros comentan que el caprino la consume bien, la historia indica que los Incas la usaban para alimentar el ganado. En verano, las hojas y tallos tiernos tienen excelente valor proteico (13,2%) y con alta digestibilidad de la materia seca (64,5%); los frutos, que también lo come el ganado, son muy ricos en energía y la proteína es nada despreciable (9,4%) (Tabla N° 5).

Tabla N°5: Análisis forrajero in vitro de *Caesalpinia spinosa* (Tara) Carquindaño Canela

Estación cosecha	Tipo forraje	MS (%)	PT (%)	PV (%)	DMS (%)	"D" (%)	EM Mcal	Cen. (%)	FDA (%)
Verano 95	hojas y tallos verdes	47.4	13.2	11.5	64.5	54.7	2.06	11.4	16.4
Verano 95	frutos secos, vainas	88.0	9.4	7.1	83.7	81.1	2.91	3.6	10.0

Prueba preliminar de consumo

A inicios de junio se cosechó material de un individuo aislado ubicado en un Goce Singular de la Comunidad de Carquindaño (Canela); durante 10 días y por las tardes, post pastoreo, se le ofreció a dos cabras en el Centro INIA Los Vilos, 1 kilo de materia verde/cabra x día; aproximadamente el 60% de este material era forrajero. En los primeros tres días el consumo fue de 21 a 25% del material forrajero, para luego aumentar, en los últimos siete días, entre 79 a 100%. Estos resultados preliminares, más la experiencia comentada por los propios campesinos, indican que se trata de una especie interesante de seguir investigando.

Pruebas de germinación

En Los Vilos, durante el verano de 1995, se realizaron pruebas de germinación en almácigos de tierra ubicados en una caseta invernadero. En primavera de 1994 se cosechó semilla de la zona de Canela. Los resultados fueron los siguientes: Semillas sin tratamiento presentaron entre 20 y 32% de germinación; con raspado de la testa bajó a 5%; inmersión en agua a 100°C y dejando enfriar por 24 horas, presentó 0% de germinación ; semillas inmersas en agua por 5 y 8 días, renovada diariamente, presentaron 30 a 60% de germinación. El inicio de la emergencia para las diferentes pruebas ocurrió entre los 5 y 9 días.

INFOR

5. Balbicia peduncularis (Amancai)

En el secano semi costero de la provincia de Elqui, sector El Romero, existe una pradera natural arbustiva dominada por esta especie y que constituye una de las bases forrajeras para los caprinos de la zona. Se encuentran individuos indistintamente en exposición norte o sur. Como no había llovido en invierno de 1995, las hojas y tallos verdes estaban secos, razón por la cual destaca más aún su buen contenido de proteína total, 16.5 % y la digestibilidad, 58 % (Tabla N° 6).

Tabla N°6: Análisis forrajero in vitro *Balbicia peduncularis* (Amancai). El Romero Elqui

Estación cosecha	Tipo forraje	MS (%)	PT (%)	DMS (%)	"D" (%)	EM (Mcal)	Cen. (%)	FDA (%)
Invierno 95	hojas verdes, tallos verdes y secos	51.2	16.5	58.3	50.0	1.90	12.3	18.8
Invierno 95	tallos secos	81.8	4.0	28.7	25.6	1.11	3.1	-

Análisis fertilidad de suelo

En la pradera natural de Amancai , en zonas de cerros y exposición Sur, se presenta en los primeros 15 cm. una estrata de buen suelo, rico en raíces, materia orgánica y de textura franco arcillosa ; ya desde los 15 cm. aparece gran cantidad de piedras de todo tamaño. En agosto de 1995, se tomó una muestra de suelo en la estrata de 30 a 50 cm; el suelo se encontraba totalmente seco, arrojando los siguientes resultados :

Nitrógeno mineral.....4 ppm
C.E.....0,4 mmhos
Nitrógeno total.....0,067 %
pH.....7,9
Fósforo disponible.....4 ppm
Calcio.....26,25 cmol
Potasio intercambiable.....58 ppm
Magnesio.....3,64 cmol
Materia orgánica.....1,3 %
Sodio.....0,4956 cmol

Pruebas de germinación

Se realizaron pruebas en placas petri y algodón húmedo, mantenidas en horno estufa a una T° de 25 °C. La semilla se cosechó en noviembre de 1995, realizando las pruebas en el mismo mes. Los resultados fueron los siguientes : 1) Semillas sin tratamiento, 68 % germinación ; 2) semillas inmersas en agua a T° ambiente por 24 horas, 96 % germinación y 3) semillas inmersas en agua por 24 horas, a T° inicial de 100 °C, dejando enfriar hasta T° ambiente, arrojó 92 % ; los períodos de germinación fueron de 6 a 8 días. Es de mencionar que estos

INFOR

mismos tratamientos, aplicados en almácigo de tierra, bajo caseta invernadero, realizados en noviembre de 1995, no tuvieron los buenos resultados logrados a nivel de placas petri, obteniendo sólo 10 plántulas por cada 100 semillas sembradas; esto por causa del corte de cotiledones, asociado posiblemente a un problema entomológico; el sustrato había sido desinfectado con PREVICUR N para prevenir ataque de hongos.

Relación peso / N° semillas: 500 semillas.....0,18 grs.

6. *Trinea trinerbis* (Tebo)

En el secano semi costero de la Provincia de Choapa, sectores Pupío, Caimanes, El Rincón, entre otros, existen praderas naturales arbustivas dominadas por esta especie y que constituyen una de las bases forrajeras para los caprinos de la zona; los crianceros hacen muy buenos comentarios de este forraje. Destaca que también existen tebales en el secano interior de la Provincia. Tanto las hojas secas como el material verde tienen alta digestibilidad y proteína total (Tabla N° 7).

Tabla N°7: Análisis forrajero in vitro de *Trinea trinerbis* (Tebo) El Rincón Los Vilos

Estación cosecha	Tipo forraje	MS (%)	PT (%)	DMS (%)	"D" (%)	EM (Mcal)	Cen. (%)	FDA (%)
Otoño 95	Hojas secas del suelo	93.8	13.1	67.6	56.0	2.10	17.6	-
Invier. 95	Hojas, tallos y espinas verdes	58.4	19.2	72.8	66.7	2.45	6.9	25.6

Pruebas de germinación

En verano de 1995, se cosechó semilla que se encontraba en el suelo. En verano de 1996, en la zona de Los Vilos y bajo caseta invernadero, se sembró en almácigos de tierra, semillas con cápsulas y sin cápsulas, otras tratadas con agua a T° ambiente y con agua caliente; además, otros almácigos de tierra se colocaron en horno estufa a 30°C. En todos los casos no hubo germinación. Es necesario realizar otros tipos de tratamientos y además, cosechar estacas para producir plantas vía propagación vegetativa.

INFOR

7. Estudios de otras especies arbustivas

INIA Los Vilos ha generado antecedentes de otras especies arbustivas, que pueden constituirse en alternativas forrajeras, tanto de secano como de riego eventual, tales como: *Bridgesia incisaefolia* (Rumpiato), *Fluorencia thurifera* (Incienso, Maravilla de campo), *Muehlenbeckia hastulata* (Quilo, Mollaca), *Cordia decandra* (Carbonillo), *Krameria cistoidea* (Pacul), *Geoffroea decorticans* (Chañar), *Cassia closiana* (alcaparra). También se ha generado mayor información técnica, en especies más conocidas como forrajeras, tales como: *Acacia saligna*, estableciendo jardines y realizando ensayos de suplementación; en Comunidades de Canela, con las especies *Atriplex semibaccata* (Pasto salado) y *Galenia secunda*, se han realizado ensayos de establecimiento, tanto por siembra directa como por plantación.

8 . Jardines de adaptación

En invierno de 1995 se establecieron los primeros jardines en la provincia de Choapa. En la Tabla N° 8 se presenta un resumen del porcentaje de prendimiento.

INFOR

Tabla N°8: Prendimiento (%) de arbustos nativos e introducidos plantados en Invierno de 1995 en las zonas de Canela e Illapel. Evaluación a los 10 meses de edad, en otoño de 1996.

Especies	Prendimiento (%)						Crecimiento**
	Ubicación y tipo de jardín: secano o riego eventual						
	Canela				Illapel		
	El Zapallo secano	Carquind secano	Carquind secano	Y.loca riego*	Quelón secano	Bellav. secano	
Caesalpinia spinosa	-	-	-	85	100	-	bajo ambos jardines
Bridgesia incisaefolia	30	45	-	80	-	0	bajo secano, regular riego
Fluorencia Thuorifera	100	90	100	-	-	-	bajo todos los jardines
Adesmia pedicelata	65	65	-	-	-	0	bajo ambos jardines
Cordia decandra	70	60	-	-	-	-	bajo ambos jardines
Cassia closiana	-	90	60	-	-	-	bajo ambos jardines
Lavatera assurgentif	-	-	-	95	-	-	bajo, ataque liebres y cabritos
Acacia saligna	82	80	80	100	95	20	bajo en Bellav. Regular a bueno en otros
Galenia secunda	100	100	100	-	-	57	bueno en Canela, bajo Illapel
Atriplex semibaccata	97	90	100	-	-	12	

* : 10 lts. al hoyo de plantación y 5 lts. al plantar + 65 lts. de noviembre a junio en 8 riegos de 5 y 10 lts. c / u
**: Crecimiento bajo: 0 a 10 m de altura; Crecimiento regular: 10 a 30 cm y Crecimiento bueno: 30 a 50 cm.

Todas las especies sufrieron un fuerte estrés de plantación, ya que las plantas se mantuvieron en la etapa de viverización en una caseta de invernadero y en una bolsa con buena calidad de tierra; a esto se agrega el efecto negativo de la sequía de la temporada. Es por ello que varias especies tuvieron bajos porcentajes de prendimiento y poco crecimiento, incluyendo algunas bajo riego eventual. La excepción la constituyó *Acasia saligna, Atriplex semibaccta* y *Galenia secunda*, las cuales presentaron buenos % de prendimiento y crecimiento de regular a bueno. En el caso de *Adesmia pedicelata* se agrega otra causal estresante, como fue el hecho de plantar en una zona totalmente diferente al sitio donde se cosechó la semilla, que fue en el

INFOR

secano interior del Valle de Elqui a 1.500 m.s.n.m., para venir a plantar en la zona sur de la región y cerca de la costa.

Actualmente las plantas se están retirando pequeñas del invernadero y en el caso del género *Adesmia sp.* se cosechó semillas de la zona de Canela.

CONCLUSIONES

Del análisis nutricional forrajero in vitro realizado a más de 30 especies, 10 de ellas tienen contenidos proteicos entre 10 a 30% y además, con buena digestibilidad de la materia seca, incluso de las hojas secas, fluctuando de 50 a 88 %. Destaca la especie *Lavatera assurgentifolia* por su alto contenido de proteína total (26 a 35%), digestibilidad de la materia seca (79 a 93 %) y excelente palatabilidad; esta especie podría crecer bien con riegos eventuales de verano. Al mismo tiempo, resultan interesantes las praderas naturales de secano dominadas por *Adesmias sp.* (varillales), *Balbicia peduncularis, Trinea trinerbis* (tebales) y *Fluorencia thurifera* (Incienzales).

La experiencia recopilada, nos indica que en la IV Región existen, en diferentes condiciones agroecológicas, importantes praderas naturales arbustivas, así como individuos aislados, que constituyen un número interesante de especies, que permitirían potenciar el uso del subsidio estatal a la forestación. De acuerdo a los primeros antecedentes resumidos en el presente informe, varias de estas especies se pueden constituir en interesantes alternativas forrajeras, tanto de secano como de riego eventual, por lo cual es necesario profundizar las investigaciones.

INFOR

FACTORES DE VARIACIÓN DE LA RESERVA DE SEMILLAS DEL SUELO DE UNA PRADERA DE TERÓFITAS DEL SEMIÁRIDO [1]

M. Johnston [2] y A. Olivares [2]

RESUMEN

Se caracterizó la reserva de semillas del suelo y algunos factores que hacen variar su magnitud y/o composición. En la Estación Experimental Agronómica de la Universidad de Chile (33° 28' S y 70° 51' O) se compararon las reservas de suelos sin cultivar durante 10 años con aquellas de suelos recién roturados; reservas de praderas manejadas con sistemas de pastoreo continuo y diferido rotativo; reservas en praderas con y sin influencia de *Acacia caven*, y además, se comparó reservas en sectores altos y bajos del microrrelieve del suelo. Las mediciones se hicieron combinando dos métodos secuenciales: emergencia de plantas y tamizado del suelo cuando cesó la emergencia. En cada factor se usaron dos niveles y ocho repeticiones tomadas en los cinco centímetros superficiales incluyendo mantillo. Se cortó e identificó las plántulas emergidas y las semillas remanentes en el suelo, a estas últimas se les hizo la prueba de tetrazolio rojo para determinar su grado de viabilidad.

Todos los factores analizados influyeron tanto en el tamaño como en la diversidad de la reserva, en distintos grados. La roturación de suelo determinó menor abundancia de semillas, mayor dispersión de éstas en el perfil (hasta 20 cm) y dominancia de Crucíferas y Borragináceas con respecto del suelo sin cultivar. El sistema de pastoreo cambió la magnitud de la reserva que fue mayor en el continuo, pero con menor diversidad y dominio de especies sin importancia forrajera, éstas últimas dominaron en el pastoreo diferido rotativo. La presencia del estrato arbóreo incrementó tanto la magnitud como la diversidad de la reserva de semillas. El relieve hizo variar las condiciones de suelo lo que entrego como resultado una mayor riqueza de la reserva en los altos. Todos los factores analizados presentaron interacciones que determinan su grado de influencia relativa y que se pueden proyectar a posibles prácticas de manejo de la reserva con el propósito de restaurar o mejorar la pradera disponible.

[1] Proyectos FONDECYT 1164 Y 1940263

[2] Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
Universidad de Chile

INFOR

INTRODUCCIÓN

En cualquier hábitat donde existan y se desarrollen plantas superiores hay una reserva de semillas viables en el suelo, conocida también como "banco de semillas del suelo". A pesar que este hecho se conoce desde la antigüedad, su estudio sólo recientemente ha adquirido interés dado el rol clave que juegan en la dinámica de cualquier población y su relevancia para la conservación y la regeneración de diversas comunidades vegetales (Fenner, 1995).

Se ha descrito que cualquier reserva de semillas consiste en una mezcla de transitorias y persistentes, según el tiempo que pueden permanecer viables en el suelo (Thompsom y Grime, 1979). Las semillas transitorias cuentan con la existencia de oportunidades de regeneración como ser la creación de espacios predecibles en la vegetación herbácea, en cambio, las persistentes son características de comunidades sometidas a frecuentes alteraciones impredecibles como cultivo, fuego, cambios en la disponibilidades de agua y otros (Thompson, 1992).

El clima mediterráneo se caracteriza por la concentración de lluvias durante el invierno con grandes fluctuaciones tanto interanuales como dentro de cada año y por un período seco de duración muy variable. La pradera anual de clima mediterráneo semiárido ha adaptado su ciclo de vida a esta realidad de modo que el inicio de la fase vegetativa depende de la disponibilidad de agua, su tasa de crecimiento de la temperatura y el término del ciclo del efecto combinado de ambos factores ambientales (Santibañez *et al.*, 1983). La persistencia de estas especies depende de su capacidad para producir semillas de buena calidad que puedan responder exitosamente a las oportunidades favorables del medio, es decir, de las características y composición de la reserva de semillas del suelo. Según Parson e Ison (1987) la pradera natural no es un reflejo directo de la composición botánica del banco en un momento dado, pero sí guarda su historia y es el potencial de respuesta de esa comunidad a un conjunto de condiciones ambientales de un momento dado (Marañón, 1988).

La pradera aparece a primera vista bastante uniforme, sin embargo, varía en composición, morfología, fenología y ecología de sus especies constituyentes, de ahí que exista un interés básico y aplicado para conocer sus reservas de semillas (Rice, 1989). Hay una necesidad de comprender su dinámica a fin de adquirir la capacidad de alterar su composición y productividad y lograr así mejores y más eficientes sistemas de producción animal. La vegetación natural de la zona corresponde a una sabana con un estrato herbáceo dominado por *Acacia caven* (Mol.) (espino), sobre esta formación, se han acumulado antecedentes que indican una influencia positiva en la composición botánica y productividad del estrato herbáceo que crece bajo él (Olivares *et al.*, 1988 y 1989). Estos parámetros también son alterados por el manejo del suelo y de la vegetación (Ortega, 1988), lo que hace pensar incidirían en las características de la reserva de semillas. Otro elemento que insinúa alguna incidencia es el microrrelieve del suelo (Torsell, 1973).

Lo anterior, hace importante conocer si factores como manejo del suelo, sistema de pastoreo, presencia de un estrato arbóreo y de microrrelieves inciden en las características de la reserva de semillas de una pradera de terófitas del mediterráneo semiárido.

INFOR

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó en la Estación Experimental Agronómica de la Universidad de Chile (33° 28' S y 70° 51' O) analizando la reserva de semillas de una pradera de terófitas sometida a condiciones variables de:

1.- Manejo del suelo, se comparó la reserva de suelos mantenidos con pradera natural por 10 años con otra de un suelo roturado hace un año con arado y rastra de discos.

2.- Manejo de la pradera, se comparó la reserva proveniente de una pradera sometida a pastoreo continuo con ovinos con otra igual pero pastoreada con el sistema diferido rotativo (PDR), ambos mantenidos más de 10 años.

3.- Presencia de un estrato arbóreo, las reservas fueron tomadas de zonas sometidas a la influencia de la copa del espino y de zonas en que no había presencia de árboles.

4.- Microrrelieve, se analizaron las reservas de las zonas altas y la de las depresiones correspondientes a pendientes suaves y fuertes (< o > 10%).

En cada parcela experimental seleccionada, de aproximadamente 1 ha cada una, en el mes de abril, antes del inicio de las lluvias, se tomaron ocho muestras de suelo de 10 cm de diámetro y una profundidad de 20 cm para la primera condición y 5 para los restantes, todos incluían el mantillo. Se procuró mezclar muestras de zonas con y sin influencia arbórea para los factores 1, 2 y 4.

La reserva se evaluó con dos métodos secuenciales: emergencia de plántulas en invernadero y terminadas éstas, rescate de las semillas del suelo por tamizado y posterior conteo directo, en cada caso además, se identificó la especie o género de cada semilla o plántula. La condición de las semillas se determinó con un test de germinación en condiciones favorables en incubador y un test de viabilidad con 2, 3, 5 trifenil-tetrazolio para aquellas que no germinaban. Se definieron así, entre las semillas viables, 3 categorías: quiescentes o ecodormantes a las que emergían rápidamente en invernadero, de vigor reducido a las que germinaban en el test y paradormantes a las fuertemente teñidas con tetrazolio; las que no se tiñeron correspondían a semillas no viables.

Cada condición fue analizada separadamente considerando un diseño completamente al azar con 8 repeticiones por tratamiento, dos tratamientos por condición en los tres primeros y cuatro en el microrrelieve. Se realizó el ANDEVA correspondiente al diseño y cuando hubo diferencias se realizó el test de Duncan para separar medias.

INFOR

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Manejo del suelo

El total de semillas encontrado en el banco del suelo roturado fue significativamente inferior (8.075 sem/m^2) al que se obtuvo en un suelo sin roturar hace 10 años (27.529 sem/m^2). Además, se encontró un mayor reparto de las semillas en el perfil del suelo, en el caso del suelo arado, contabilizando semillas hasta los 20 cm de profundidad (Cuadro N°1) y se ratificaron otros resultados (Fenner, 1985) que también indican para suelos no alterados una ubicación más superficial de las semillas: sobre el suelo en el mantillo y hasta los 5 cm la mayoría; declinando marcadamente en el tramo siguiente. En trabajos de Van Esso *et al.* (1986) con *Sorghum halepense* se comprobó que la ubicación que tienen las semillas en el perfil influía en su comportamiento posterior. Respecto al tamaño de la reserva Levassor *et al.* (1990) determinaron que aumentaba hasta el cuarto año después del cultivo, para disminuir más tarde alcanzando un nivel constante después del noveno año.

La composición florística también cambiaba, encontrándose un claro dominio de crucíferas principalmente *H. incana* (62%) y Borragináceas como *P. procumbens* (31%) en los suelos roturados, todas sin valor forrajero. En cambio, en aquellos sin cultivar se observó un dominio de geraniáceas con diversos *Erodium* seguidos de Fabáceas como *T. glomeratum* (27%) y compuestas como *H. glabra* (16%), especialmente en el mantillo y primeros centímetros de suelo (Cuadro N°1).

La calidad de la fracción de semillas encontradas en el suelo mostró que en el roturado no habían prácticamente semillas dormantes y que en suelo sin cultivar habían entre un 25 y 35% de semillas dormantes en mantillo y primeros cm del suelo respectivamente. Esta diferencia podría deberse a que las semillas de la superficie están expuestas a mayores fluctuaciones de temperaturas y disponibilidad de agua que podrían favorecer la ruptura de dormancias tegumentarias como plantean Thompson *et al.* (1977).

INFOR

Cuadro N°1: Densidad de semillas por familia (sem/m²) en las diversas profundidades de un suelo roturado (R) y otro sin cultivar (E).

Familia	Profundidades									
	Mantillo		0-5 cm		6-10 cm		11-15 cm		16-20 cm	
	R	E	R	E	R	E	R	E	R	E
Apiaceae	275	0	200	0	125	0	75	0	425	0
Borraginaceae	1350	0	0	263	0	0	0	0	75	0
Compositae	0	1338	0	888	25	25	75	0	0	0
Cruciferae	2625	0	0	0	25	0	0	0	0	0
Fabaceae	0	988	0	6688	0	38	0	0	25	0
Geraniaceae	25	8050	50	8700	75	175	0	0	0	0
Malvaceae	0	0	0	175	0	0	0	0	100	0
Plantaginaceae	0	0	0	0	0	0	25	0	50	0
Poaceae	450	13	1025	163	625	25	225	0	125	0
Total	4725	10389	1275	16877	875	263	400	0	800	0

Spp (más) abundantes, R:*Hirschfeldia incana* (62,6%) y *Plagiobotrys procumbens* (31,6%). E: *Erodium spp* (54,2%), *Hipochoeris glabra* (16,5%) y *Trifolium glomeratum* (27,3%).

En general, estos resultados serían concordantes con los hallazgos de Olivares y Gastó (1971) al estudiar las sucesiones vegetales en la misma comunidad, pues suelos recientemente cultivados mostraban dominancia de Crucíferas y Borragináceas; posteriormente estas desaparecerían siendo reemplazadas por otras especies con algún grado de dormancia, más adaptadas a la variabilidad climática y al pastoreo.

2. Manejo de la pradera

La magnitud del banco de semillas del suelo de la pradera sometida a pastoreo continuo resultó significativamente superior (34.260 sem/m^2) a la del banco con pastoreo diferido rotativo (24.559 sem/m^2).

La calidad de las semillas de estas reservas (Cuadro N°2) mostró una alta proporción de semillas quiescentes, cantidades mucho menores de semillas con dormancia, fundamentalmente tegumentaria y fracciones menores de baja viabilidad. De acuerdo a estos resultados en el pastoreo continuo dominan las semillas quiescentes y en el diferido rotativo las dormantes y las de viabilidad reducida; esto hace pensar que el pastoreo continuo induce un factor mayor de inestabilidad para la persistencia de esa pradera ya que dependería fundamentalmente de la resiembra anual; en cambio, en el diferido rotativo hay más posibilidades de superar condiciones adversas imprevisibles gracias a su proporción de semillas dormantes. Las semillas no viables, que no se incluyen en la reserva del suelo, serían más abundantes en el PDR que en el PC.

INFOR

Cuadro N°2: Efecto del sistema de pastoreo en la densidad y calidad de las semillas de la reserva del suelo (sem/m^2).

Sistema pastoreo	Calidad semillas			
	Quiescentes	Dormantes	Baja viabilidad	No Viables
Continuo	31.099	23.938	223	1.019
Diferido rotativo	18.527	4.776	1.256	2.865

Al analizar las especies presentes en cada reserva se observó buena diversidad, como se apreció en el experimento anterior, destacándose 12 asteráceas, 8 poáceas, 3 borragináceas, 3 geraniáceas, 2 fabáceas, 2 liliáceas y 1 de las 11 familias restantes. *Crassula erecta* es una especie que se presentó en gran cantidad especialmente en PC y que carece de valor forrajero igual que las de la familia Asteraceae, por ello es importante analizar el grupo de especies con valor forrajero presentes en cada tipo de pastoreo. En el Cuadro N°3 se aprecia que PC tiene fracciones similares de Erodiums y Poáceas; en cambio, PDR presenta gran cantidad de estas últimas y la mitad de Erodiums; además mayor proporción de Fabáceas que el PC. Luego, el PC tienen sólo un 38,1% de especies de valor forrajero a diferencia de PDR que alcanza un 84,2% del total de semillas del banco con valor forrajero; por lo tanto, para producción animal este sistema de manejo es más valioso.

Cuadro N°3: Principales especies de importancia forrajera encontradas en la reserva del suelo de dos sistemas de pastoreo de pradera natural (sem/m^2).

Especies	Sistema de pastoreo	
	Continuo	Diferido rotativo
Erodium spp.1	5.367	2.387
*Poaceas*2	6.633	14.986
Trifolium glomeratum	821	2.469
Medicago polymorpha	231	828

1. Incluye *E. botrys, E. cicutarium y E. malacoide*
2.Incluye *Bromus berteroanus, Hordeum murinum, Vulpia dertonensis, Avena barbata.*

Al contrastar estos resultados con las etapas sucesionales definidas por Olivares y Gastó (1971) para praderas de este tipo, se aprecia que corresponderían al décimo año de la sucesión por la presencia de *Erodium y Trifolium*; el bajo número de fabáceas del PC podría atribuirse al sistema de pastoreo que determina elevado consumo de dichas especies reduciendo significativamente sus oportunidades de producir semillas, lo cual estaría propiciando una retrogradación de la pradera bajo PC.

INFOR

Trabajos realizados por Roberts (1981) sobre la contribución relativa de cada grupo al banco en varias comunidades de pradera, mostraron que aproximadamente un 30% correspondería a Poáceas y el 50% a otras herbáceas. Sin embargo, al estudiar el traspaso de semillas del banco de un año a otro en una pradera anual californiana se vio que en primer lugar estaban las fabáceas seguidas luego de otras herbáceas excluyendo las poáceas (Young *et al.*, 1981).

3. Presencia de un estrato arbóreo

En el área de influencia de la copa de *Acacia caven* se encontró una cantidad de semillas significativamente superior (41.733 sem/m^2) que en aquellos suelos sin un estrato arbóreo (17.087 sem/m^2). Cabe destacar que esta diferencia fue superior a la que se presenta entre sistemas de pastoreo, por lo que el espino estaría aumentando la magnitud del banco de semillas.

Otros estudios en España y California sobre influencia de un estrato arbóreo, correspondiente en este caso a encinas, dieron valores superiores para las reservas sin influencia arbórea (Marañón, 1985; Marañón y Bartolomé, 1989). La probable explicación para estos resultados contradictorios debería buscarse en las características de ambos tipos de árboles, *Quercus rotundifolia* y *Q. suber* poseen hojas que producen un gran sombreamiento, en cambio, el espino posee hojas compuestas de pequeños folíolos que no generan una gran sombra permitiendo un mejoramiento efectivo de las condiciones microambientales bajo su copa (Castillo *et al.*, 1988).

Al examinar la calidad de estas reservas (Cuadro N°4) se ratifica la tendencia observada en los experimentos anteriores: una alta proporción de semillas quiescentes, un número significativamente menor de dormantes y una pequeña fracción de viabilidad reducida, pero en este caso siempre los valores fueron superiores cuando estaba presente la influencia del espino. Luego, puede pensarse que el espino estaría favoreciendo una mayor persistencia de la pradera por la fracción dormante del banco. En otros trabajos se ha comprobado que la gran longevidad de las semillas de las fabáceas es superior a la de los Erodiums (Johnston *et al.*, 1992).

Cuadro N°4: Efecto de la presencia de *Acacia caven* en la densidad y calidad de las semillas de la reserva del suelo (sem/m^2).

Calidad semillas	Presencia estrato superior	
	Con espino	Sin espino
Quiescentes	36.334	13.291
Dormantes	4.320	3.397
Baja viabilidad	1.079	397
No viables	2.146	1.786

INFOR

En cuanto al grupo de especies de valor forrajero presentes en ambos bancos (Cuadro N°5) se aprecia que sólo hay una leve superioridad en el tamaño de la reserva bajo influencia arbórea, atribuible fundamentalmente a poáceas y *T. glomeratum* con *M. polymorpha*; sin influencia del espino hay un neto predominio de los alfilerillos. Es interesante mencionar que bajo el espino se presentó también una gran cantidad de plantas de *Crassula erecta* seguida de *Gamochaeta oliganta*; quizás por las favorables condiciones que crea su copa germinaron también muchas especies sin interés forrajero.

Cuadro N°5: Principales especies de importancia forrajera encontradas en la reserva de semillas del suelo de pradera con y sin influencia de espino (*Acacia caven*).

Especies	Presencia de espino	
	Con	Sin
Erodium spp.	629	7.124
Poaceas	13.313	8.307
Trifolium glomeratum	3.193	96
Medicago polymorpha	781	279

4. Microrrelieve

Se observó una diferencia en la magnitud del banco, ya que los de gradientes fuertes (26.732 sem/m^2) superaron al gradiente suave (22.663 sem/m^2); en cada uno las ubicaciones mostraron diferencias en sentido opuesto, pues habían más semillas en las depresiones de gradientes fuertes y en los altos de gradientes suaves. Luego, el efecto dominante sería atribuible al gradiente más que a las ubicaciones dentro de ellos.

Respecto a la condición de esas semillas (Cuadro N°6) se apreció un dominio de las quiescentes sobre las paradormantes, con la misma tendencia anterior. Las semillas con dormancia tegumentaria, sin embargo, mostraron una relación opuesta pues fueron significativamente superiores en los altos de gradientes fuertes y depresiones de gradientes suaves. Hay que recordar que estas semillas son generalmente pequeñas en el caso de fabáceas y con mecanismos de dispersión bastante activos los Erodium, lo que permitiría comprender en parte su ubicación; en cambio, las quiescentes están dominadas por poáceas de mayor tamaño. La proporción de semillas no viables encontrada en los gradientes fuertes fue inferior a la de los gradientes suaves y, en general, son similares en magnitud a los de experimentos anteriores.

La diversidad florística en esta condición fue similar a lo encontrado en los otros experimentos, ratificando el dominio de las poáceas. Las fabáceas fueron muy superiores en los gradientes suaves y los Erodium más abundantes en las depresiones de ambos gradientes. En parte, esto se explicaría por características de las semillas tales como: pequeño tamaño y testas lisas las fabáceas y estructuras dispersadoras en los Erodium. Las especies sin interés forrajero fueron escasas, en particular en los altos de gradientes fuertes, (Cuadro N°7).

INFOR

Cuadro N°6: Banco de semillas en dos ubicaciones del microrrelieve con gradientes suaves y fuertes.

Microrrelieves		Calidad semillas (sem/m^2)		
		Quiescentes	Dormantes	No viables
Gradientes fuertes	Altos	7.000	4.375	1.913
	Depresión	14.475	882	2.400
Gradientes suaves	Altos	12.975	138	3.413
	Depresión	7.900	1.650	4.102

Análisis preliminares en ambos microrrelieves mostraron diferencias de temperaturas de suelo entre altos y depresiones que llegaron a 4 °C; los valores de capacidad de campo, punto de marchitez permanente y humedad aprovechable del suelo fueron superiores en la depresión. Algo similar ocurrió con la materia orgánica; en cambio, las mediciones del nitrógeno disponible dieron valores superiores en los altos.Estos cambios contribuyen a explicar, en parte, algunos de los resultados obtenidos, pero se requeriría de mayores evaluaciones y en localidades precisas.

En conclusión, todos los factores analizados influyen tanto en el tamaño como en la calidad y diversidad de la reserva en grados diversos. Así, la roturación del suelo reduce el tamaño del banco, lo dispersa en el perfil y posibilita aparición de especies pioneras; el sistema de pastoreo diferido rotativo aunque reduce el tamaño del banco mejora su composición florística y calidad de semillas; la presencia de un estrato de *A. caven* lo incrementa en magnitud y calidad dándole más estabilidad y, el microrrelieve ejerce efectos positivos si el gradiente es fuerte, y presenta algunas interacciones respecto a las ubicaciones relacionadas, en parte, a variaciones de temperatura, humedad y contenido de nitrógeno del suelo.

Cuadro N°7: Principales grupos de especies presentes en el banco de semillas de dos ubicaciones de microrrelieve con gradientes suaves y fuertes (Sem/m2).

Microrrelieve		Poáceas	Fabáceas	Erodiums	Otras no forrajeras*
Gradientes fuertes	Alto	6.588	113	560	50
	Depresión	13.738	510	890	210
Gradientes suaves	Alto	12.150	1.400	565	237
	Depresión	6.313	1.330	1.325	325

* *Hipochoeris glabra; Soliva sessilis; Galium aparine; Stachys sp.; Crassula sp.*

INFOR

BIBLIOGRAFÍA

CASTILLO, H., A. OLIVARES y G. POLZENIUS, (1988), "Modificaciones de las características microambientales provocadas por la presencia de *Acacia caven* (Mol.)", Mol. I. Influencia en el microambiente, Avances en Producción Animal, N°13(1-2), pp. 31-40.

FENNER, M., (1985), **Seed ecology**, Chapman & Hall, N.Y. 151 p.

FENNER, M., (1995), "Ecology of seed banks", in Kigel, J. and Galili, G. (eds.), **Seed development and germination**. Marcel Dekker, Inc., N.Y, pp. 507-528.

JOHNSTON, M., OLIVARES, A. y FERNÁNDEZ, G., (1992), "Capacidad germinativa en especies de la pradera anual mediterránea. I. Efecto del tiempo transcurrido desde la cosecha", Phyton, N°53(2), pp.117-124.

LEVASSOR, C., ORTEGA, M. and PECO, B., (1990), "Seed bank dynamic of mediterranean pasture subjected to mechanical disturbance", J. Veget. Sci., N°1(3), pp. 339-344.

MARAÑÓN, A., (1985), "Reserva de semillas en el suelo de una dehesa en Sierra Morena: Relación con la vegetación", Anales Edafol. y Agrobiol., N°44(11-12), pp.1805-1016.

MARAÑÓN, T., (1988), " Seed size and relative growth rate in mediterranean annual plants" in Dicastri *et al.* (eds.), Time scale and water stress. *Proceedings 5th Int. Conf.* Med. Ecos, París, pp. 643-647.

MARAÑÓN, T. and BARTOLOME, W., (1989), "Seed and seedling populations in two contrasted communities: open grassland and oak (*Quercus agrifolia*) understory in California", Acta Oecologica, Oecolog. Plant, N°10(2), pp.147-158.

OLIVARES, A. y GASTO J., (1971), "Comunidades de terófitas en subseres postaradura y en exclusión en la estepa de *Acacia caven* (Mol.) Hook et Arn", Univ. de Chile, Fac. Agronomía, Est. Exp. Agronomía, Boletín Técnico, N°34, pp.3-24.

OLIVARES, A., CASTILLO, H. y POLZENIUS, G., (1988), "Modificaciones de las características microambientales provocadas por la presencia de *Acacia caven* (Mol.)" Mol. II. Influencia en la estrata herbácea. Avances en Producción Animal , N°13(1-2), pp. 41-48.

OLIVARES, A., CASTILLO, H. y POTTER, W., (1989), "Cambios en el contenido de humedad, composición botánica y producción de fitomasa en la pradera anual mediterránea bajo la influencia del espino *Acacia caven* (Mol.) Mol", Avances en Producción Animal, N°14(1-2), pp. 41-62.

ORTEGA, F., (1986), "Manejo de la pradera natural con ovinos bajo dos sistemas de pastoreo en el secano interior de la zona central de Chile (tercer año)", *Tesis* Ing. Agro. Univ. de Chile, Fac. Ciencias Agrarias y Forestales, Santiago. 115 págs.

PARSON, C. and ISON, R., (1987), **Agronomy of Grassland Systems**, Cambridge Univ. Press.

RICE, K.J., (1989), "Impacts of seed banks on grassland community structure and population dynamics" in Allesio, M. L. *et al.* (eds.). **Ecology of soil Seed Banks**, Academic Press, N.Y. pp. 211-230.

SANTIBAÑEZ, F., SILVA, M., STHER, K. y MANSILLA, A., (1983), "Control climático del crecimiento y la fenología de una pradera mediterránea anual", Avances en Producción Animal, N°8(1-2), pp.9-17.

THOMPSON, K., GRIME, J.P. and MASON, G., (1977), "Seed germination in response to diurnal fluctuations of temperature", Nature, N°26, pp.147-149.

INFOR

THOMPSON, K. & GRIME, J., (1979), "Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats", J. Ecol., N°65, pp.893-921.
THOMPSON, K., (1992), "The functional ecology of seed banks", in Fenner, M. (ed.) Seeds: the ecology of regeneration in plant communities, CAB Int., Wallingford, U.K. pp.231-258.
TORSSELL, B. W.R., (1973), "Patterns and processes in the townsville stylo annual grass pasture ecosystem", J. Applied Ecol., N°10(2), pp.463-478.
VAN ESSO, M.L., GHERSA, C.M. and SORIANO, A., (1986), "Cultivation effects on the dynamics of a Johnson grass seed population in the soil profile", Soil and Tillaje Res., N°6, pp.325-335.
YOUNG, J.A., EVANS, R.A., RAGUSE, C.A. and LARSON, J.R., (1981), "Germinable seeds and periodicity of germination in annual grassland", Hilgardia, N°49(2), pp.1-37.

INFOR

CARACTERIZACIÓN DEL RECURSO AGROFORESTAL EN LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA

Bernardo Martínez A.[1] ; Luis Martínez D.[2] ; Tomás Geró M.[3] ; Paulina Ríos R.[4]

INTRODUCCIÓN

La actividad forestal en Chile se ha desarrollado como un sistema de producción, orientado principalmente a la obtención de productos madereros o materias primas de uso casi exclusivo para la industria papelera, lo que ha provocado la no integración con los sistemas asociados a la actividad agrícola y/o ganadera, esto implica que los paquetes tecnológicos a ello asociados han consistido en modelos productivos monoespecíficos, a densidad completa, sin soluciones mixtas o forestalmente integradas, lo que se acentúa en las pequeñas propiedades campesinas.

El árbol es un recurso que se encuentra presente permanentemente en los sistemas productivos campesinos y juega un rol fundamental en la vida diaria, proporcionando energía, productos para la agricultura, postes, polines, cercos, madera para la producción de viviendas e ingresos a través de la venta de productos derivados del bosque.

Esta realidad muestra que los sistemas productivos campesinos son complejos e integrales, con combinación y competencia en el uso de los recursos. En este contexto los árboles pueden ser un interesante aporte al desarrollo rural, si se optimizan los distintos usos que hace el campesino de sus recursos.

Esto último hace pensar que no es posible para ellos el desarrollo basado sólo en la producción forestal; así el enfoque de sistemas integrados pareciera la alternativa de mayor viabilidad. Estos consisten en la combinación de las actividades agrícolas, ganaderas y forestales, optimizando la producción total y asegurando la sostenibilidad del sistema productivo, permitiendo además obtener ingresos permanentes y la posibilidad de capitalizar (FAO/CONAF, 1994).

No obstante lo anterior, el desarrollo rural a través de la incorporación del componente forestal a sus actividades tradicionales, enfrenta una serie de dificultades, entre las que se destaca la falta de conocimiento de sistemas agroforestales eficientes y adecuado a pequeñas unidades familiares, la articulación de su producción a los mercados (productivos madereros y no madereros), su dificultad para acceder a la asistencia técnica y a financiamientos conforme a sus necesidades de inversión forestal (FAO/CONAF/DFPA,1994).

---

1 Jefe Dpto. de Desarrollo y Fomento Forestal, CONAF , II Región.
2 Director Regional. CONAF , II,Región.
3 Enc. Sec. Asist. Técnica Pequeños Propietarios, CONAF , II Región.
4 Estudiante en Práctica. Ingeniería Forestal Universidad de Chile

INFOR

Cabe destacar que las prácticas agroforestales no son nuevas en Chile, pero se desconocen las oportunidades o prácticas más ventajosas de estos sistemas. Sin duda que los ejemplos más conocidos lo son las cortinas cortavientos y los sistemas silvoagropecuarios.

En este contexto, en la segunda mitad de la década pasada se comienza a dar importancia a los sistemas de uso integral del suelo, por ejemplo, la agroforestería tradicional en los Andes del Perú, Ecuador y Bolivia; se incluyen, aunque no con verdadero interés, en los planes de manejo de cuencas y de desarrollo rural integral (Padilla, 1993).

Es así que el concepto de desarrollo rural integral o el manejo de unidades de uso integrado, actualmente se conoce por Agroforestería, el que se entiende como la incorporación deliberada y sistemática de árboles y arbustos de uso múltiple en combinación con cultivos y/o animales en la misma unidad productiva; esta palabra, sencillamente es una forma de manejo tradicional de los recursos que han conocido y transmitido por muchas generaciones los campesinos de diferentes partes del mundo. En otras palabras Agroforestería es una forma de manejo de la tierra que relaciona o integra la vegetación forestal (leñosa) a la actividad agropecuaria, en un arreglo espacial y en el tiempo, de manera que hayan interacciones positivas (ecológicas y económicas) entre los árboles y arbustos y los otros componentes del sistema (FAO/CONAF/DFPA,1994).

El presente trabajo, tiene por finalidad entregar antecedentes respecto del manejo y aprovechamiento racional del componente forestal presente en la región de Antofagasta, en base a su utilización silvoagropecuaria o bajo el concepto Agroforestal, posibilitando la generación de alternativas reales de beneficio económico para las comunidades de origen atacameño existentes en San Pedro de Atacama y otras localidades de la Región, contribuyendo así a la superación de la pobreza y la disminución del fenómeno de migración de habitantes que caracterizan el área.

ÁMBITO CONCEPTUAL

El suelo como parte de la naturaleza posee espacios para desarrollar distintas potencialidades de uso, es así que los suelos llamados agrícolas tienen su mayor utilidad al usarlos adecuadamente en la agricultura, como también los suelos ganaderos tienen su espacio en donde se puede sustentar la ganadería; del mismo modo se presentan los suelos que sustentan al estrato arbóreo dando origen a los suelos de aptitud forestal. Dicho de otro modo, el suelo tiene una vocación natural existiendo suelos de vocación agrícola, ganaderos y forestales, pudiendo indicar que uno de los motivos de la degradación de los suelos se produce cuando éstos son usados en forma equivocada, es decir, por ejemplo, cuando el suelo que es forestal se ocupa en prácticas ganaderas o cuando un suelo ganadero se ocupa en prácticas agrícolas (Cornejo, 1992).

No obstante lo anterior, en muchas situaciones, es posible utilizar un mismo sitio en forma integrada, lo que se denomina como manejo de sistemas agroforestales. Este uso debe ser racional para evitar la degradación del suelo, de manera que la pradera, el bosque y los

INFOR

cultivos agrícolas se complementen, considerando todos los aspectos técnicos para la sustentación de los ecosistemas involucrados (FAO/DFPA, 1994).

BENEFICIOS Y LIMITACIONES DEL MANEJO DE SISTEMAS AGROFORESTALES

Sin duda que el manejo del concepto agroforestal en las pequeñas propiedades campesinas genera beneficios y limitaciones, encontrándose entre las principales aquellas mencionadas en el Manual del Extensionista Forestal Andino (1994) y que a continuación se indican:

Beneficios:

Productos madereros, leña y carbón: utilizables en la construcción, mueblería, herramientas, obras de arte, artesanía, cocina y calefacción.

Productos alimenticios y forrajeros: importantes para la alimentación humana y animal, dados sus altos contenidos nutritivos y palatabilidad.

Productos agroindustriales: existen algunas especies que proporcionan frutos y/o cortezas que permiten la obtención de productos medicinales, taninos y tinturas para el curtido de cueros, colorantes no tóxicos para alimentos, tejidos y cosméticos, hongos comestibles, preparación de mermeladas y bebidas entre otros productos.

Productos derivados de los componentes agrícola y ganadero: el manejo silvoagropecuario permite la obtención de otros productos tales como carnes, lanas, pieles, hortalizas, frutas, etc.

Del mismo modo, existen otros beneficios derivados de la presencia de los árboles asociados a los sistemas de producción agrícola y ganadero, lo que en la mayoría de las oportunidades, se traducen en mejoras de la producción y la sustentabilidad de la producción agrícola y ganadera y en la conservación de otros recursos naturales renovables como el agua y el suelo.

Protección y recuperación del suelo: los componentes arbóreos, arbustivos y herbáceos otorgan protección al suelo contra la erosión hídrica y eólica, a través de su cobertura, evitando el efecto de la lluvia, manteniendo la estructura del suelo por el efecto de la sustentación que entregan las raíces, evita el arrastre de los suelos ocasionando además la depositación de sedimentos y materia orgánica dando origen a terrazas susceptibles de ser utilizadas.

Fertilización del suelo: existen especies arbóreas y arbustivas que posibilitan la fijación del nitrógeno al suelo a través de la asociación simbiótica con hongos y bacterias que poseen la característica de captar este elemento y transferirlo al suelo, lo que se traduce finalmente en mejores rendimientos de las cosechas.

INFOR

Por otro lado, los estratos arbóreo y arbustivo incorporan una gran cantidad de biomasa al suelo, descomponiéndose e incorporándose a él, lo que posibilita el mejoramiento de sus propiedades estructurales y de fertilidad .

Retención de agua: dependiendo de la disposición de los árboles y arbustos en el sitio, podrán mantener la humedad del suelo a través de la intercepción de los flujos de escorrentías superficiales o evitando el efecto desecante del viento y la radiación solar.

Simulación de microclimas: de acuerdo a las prácticas que se establezcan como barreras físicas de los árboles (cortinas cortavientos, cercos vivos, etc.), pueden disminuir el efecto del viento, la insolación, el frío y las heladas, atenuando las fluctuaciones de temperaturas y regulando la humedad relativa, lo que produce beneficios en los rendimientos de cosechas de cultivos y mejoramiento de la masa ganadera.

Limitaciones:

Competencia de los estratos arbóreos y arbustivos con los cultivos agrícolas y pastizales: la presencia de árboles puede afectar la producción de los cultivos cercanos. Por ejemplo, árboles y arbustos con una cobertura de copa amplia pueden influir negativamente en especies no tolerantes a la sombra que proyectan, y con las raíces que invaden el terreno, compitiendo éstas con cultivos y pastizales por luz, agua y nutrientes, ocasionando menor desarrollo de estas plantas en el área afectada y sobreutilizando las condiciones del sitio. Esta limitación puede resolverse con una selección de especies adecuada y manejo integral del sitio.

Dificultades para el libre pastoreo: cuando se plantan o manejan árboles en lugares donde existe un sistema ganadero de libre pastoreo, se compite con el ganado y la formación boscosa puede ser utilizada por los animales como forraje o deformado por el paso permanente del ganado. Para evitar estas dificultades debe planificarse bien la época de pastoreo y la carga animal, para compatibilizar los dos componentes.

Pérdida de espacio para los cultivos: los árboles ocupan espacio en un predio o sitio a expensas del espacio destinado para los cultivos. A través de una adecuada selección de especies forestales para el beneficio de los cultivos, la producción agrícola será mayor a la obtenida si ésta estuviera sin protección de árboles.

Aumento de la demanda de mano de obra: en algunos casos, la presencia de los árboles implica más trabajo: en primer lugar lo que involucra el establecimiento de una plantación o el manejo de una masa arbórea existente, además de las intervenciones post plantación, como la protección contra el libre pastoreo o la poda de ramas y raleos. Es muy importante dedicar atención a este aspecto en el diseño de una práctica agroforestal, dado que para el campesino el tiempo es dedicado a variadas actividades durante su jornada de trabajo.

Desconocimiento de las especies y su manejo: respecto de las especies forestales cuya importancia no es principalmente la de obtención de madera, se desconocen las técnicas de manejo para acelerar su crecimiento o hacerlas más productivas. Por tanto en la mayoría de

INFOR

las veces se prefiere introducir especies conocidas ocasionando una disminución de la diversidad forestal, aspecto importante en la degradación de los ecosistemas forestales.

Árboles y arbustos como fuentes de plagas y enfermedades: algunas especies forestales pueden ser utilizadas como fuentes de generación de hongos o insectos dañinos que atacan a los cultivos. A veces el aumento de la humedad relativa puede influir para que ciertas enfermedades ataque con mayor incidencia. También las aves silvestres pueden utilizar los arbustos para refugiarse o hacer sus nidos; consumiendo los productos en época de cosecha.

LAS PRÁCTICAS AGROFORESTALES EN EL NORTE DE CHILE

Las prácticas agroforestales a lo largo de Chile se aplican frecuentemente, observándose en la mayoría de los predios más de algún sistema productivo, aún así se desconocen las oportunidades o prácticas más ventajosas de estos sistemas.

En términos históricos recientes, para la población altoandina del norte de Chile se debe revelar un pasado agroforestal intensivo en el período salitrero. Este ciclo comprende casi un siglo, desde 1830 hasta 1930, siendo un ejemplo significativo del conocimiento tradicional de este concepto, la iniciativa de algunos empresarios salitreros, que en el año 1920 lograron establecer más de 3.500 ha de plantación de *Prosopis tamarugo Phil.*, "Tamarugo", en la actualmente llamada Pampa del Tamarugal (I Región), con el fin de prevenir la desaparición total de esta especie, después de ser motivo de una sobre explotación por parte de la actividad minera.

El sector agrícola altoandino compuesto mayoritariamente por aymaras-atacameños aportaron mano de obra con diversas denominaciones según la actividad: "braceros" temporales, "arrieros", etc. y sus mujeres en cantinas y servicios afines. La energía de uso predominante fue el carbón y la Llareta (*Azorella compacta*). El carbón se fabricaba de los árboles nativos tales como *Prosopis tamarugo*; *Prosopis chilensis*; *Prosopis alba* y se comercializaban en forma intensiva.

En la actualidad, la Pampa del Tamarugal, forma un importante recurso forrajero para la acción silvopastoral de las familias insertas en el sector y sus alrededores, ganado que principalmente se compone de cabras, ovejas, y camélidos domésticos. Además este recurso forestal otorga la posibilidad de la utilización de su madera como leña y carbón para uso doméstico.

Por otro lado, en amplios sectores del norte chileno se ha visualizado un crecimiento inestable e irregular tanto de su población como de las actividades que se desarrollan en el aspecto silvoagropecuario. La ganadería provee recursos y productos a largo plazo, siendo la riqueza del hombre andino; la agricultura en cambio es la subsistencia, caracterizándose básicamente hacia el autoconsumo.

INFOR

La participación de la variable forestal en el esquema productivo anteriormente señalado, es escaso no obstante existir una fuerte demanda por leña para uso doméstico. Sin embargo, se han realizado esfuerzos por mejorar la productividad agrícola y diversificar la producción de terrenos en áreas andinas actualmente aprovechados por comunidades locales. Cabe destacar al respecto, investigaciones específicas y visitas técnicas realizadas por profesionales de la macrozona norte de la Corporación Nacional Forestal desarrolladas en la zona andina del Perú, Bolivia y Argentina, con el objeto de visualizar experiencias para el fomento de técnicas de uso múltiple del suelo, a través de la evaluación de parcelas agroforestales demostrativas a fin de complementar los cultivos con la presencia de un estrato arbóreo que ayude a la protección, tanto de la masa ganadera como del producto vegetal sembrado en pequeñas propiedades campesinas del área altoandina del norte de Chile.

Respecto de la dinámica que caracteriza a las comunidades de la II Región de Chile, ocurren dos fenómenos de importancia en el comportamiento de ellas, que resultan indicadores relevantes del actual estado de desarrollo, especialmente los sectores rurales. Por una parte, tiene lugar un proceso de diferenciación de los espacios socioculturales y productivos rural/urbano; y por otra Calama se afianza como centro urbano, y por otra parte, ocurre una notoria tendencia al despoblamiento de los pueblos interiores, dada la escasa actividad económica relacionada con el sector rural.

En este sentido, las áreas con posibilidades de riego son de muy pequeña extensión en comparación con la gran extensión que abarca el Desierto de Atacama, pero de importancia significativa, pues constituyen los núcleos de asentamiento de la población altoandina, perfilándose como sus principales centros de actividad económica. Estas áreas son de uso principalmente agrícola, siendo en forma secundaria de uso pecuario y forestal debido a los mayores requerimientos hídricos (CONSECOL, 1988).

Sin embargo, y debido a los mayores requerimientos hídricos que implica, la actividad silvícola se halla restringida a sectores donde existe un aporte fluvial importante o napas subterráneas accesibles. En este sentido, se estima que el área forestada en la región de Antofagasta considerando especies nativas e introducidas, es de alrededor de 1.400 ha, siendo los principales centros silvícolas el Valle de Quillagüa, en la caja del Río Loa, en la frontera con la I Región, y en la localidad de San Pedro de Atacama, ubicada en la Cuenca del Salar de Atacama a 2.200 m.s.n.m. En lo que se refiere a los recursos forestales y de la vegetación nativa, las especies arbóreas predominantes de la región son:

Nombre común	Nombre científico
Algarrobo	*Prosopis chilensis*
Chañar	*Geoffroea decorticans*
Pimiento	*Schinus molle*
Tamarugo	*Prosopis tamarugo*

El Chañar y el Algarrobo entregan, en primer lugar, un porcentaje significativo de leña. En ambos casos, los árboles más grandes son cortados un año y usados como leña al siguiente.

INFOR

Estas dos especies tienen potencial de regeneración después de cortados, aunque no existen estudios cuantitativos de la respuesta vegetativa al corte, que ayuden a su manejo. Del Chañar se obtiene carbón, aunque esta práctica cada vez es menos realizada por la comunidad; tanto los frutos de Algarrobo como los de Chañar, se usan para alimentar animales; del mismo modo, el Algarrobo produce una vaina que consumen los ovinos y que reúne excelentes cualidades nutritivas por su alto porcentaje de carbohidratos (62 %) y proteínas (11 %); además, se usa para la alimentación humana como harina o en forma directa. El Chañar por su parte, posee un fruto algo carnoso que se usa para alimentar cerdos. La producción por árbol es alta, aunque no existen cifras; tampoco hay datos sobre sus cualidades alimenticias, pero los animales lo apetecen. También es consumido por el hombre bajo la forma de jarabe conocido como "arrope de Chañar".

Por otro lado, existe una reducida área (806 has) plantadas por CORFO de *Prosopis tamarugo* en la localidad de Tambillo, en San Pedro de Atacama. Aunque esta plantación es pequeña, puede proporcionar recursos forrajeros a un gran número de ovinos y caprinos.

El Valle de Quillagüa

Quillagüa, que etimológicamente significa "lugar de agua", es una localidad ubicada administrativamente en la comuna de María Elena, Provincia de Tocopilla, II Región de Antofagasta; conformada por un pequeño valle por el cual cruza el Río Loa, dejando a su paso, su influencia en el paisaje agreste de las laderas que lo circunda.

Este oasis enclavado en pleno Desierto de Atacama, está constituido por suelos de origen volcánico, de textura ligera, reacción alcalina y con alto contenido de sales; su vegetación se desarrolla en forma natural, compuesta por *Prosopis spp.* "Algarrobo", *Prosopis tamarugo* "Tamarugo" y *Geoffroea decorticans* "Chañar" principalmente, la cual se encuentra adaptada a condiciones características de Desierto Absoluto (Di Castri, 1975), con 12 meses áridos y 2 - 3 meses temperado - frío en invierno; la temperatura media es de 15,5 °C; la media máxima de 28,0 °C; media mínima 5,0 °C; humedad relativa 50 % y una pluviosidad de 0 - 10 mm. como promedio.

La población está fuertemente influenciada por movimientos migratorios hacia las ciudades debido a que, producto de la extracción de agua del Río Loa, tanto para las aducciones de Antofagasta, Calama y Chuquicamata entre otras, cada vez el caudal es menor y más salino, lo que hace que la productividad de los suelos decaiga, se produzca el abandono de las parcelas e incluso se tramite la venta de los derechos de aguas a las mineras. Del mismo modo, la población ha disminuido de tal forma que hoy sólo quedan alrededor de 120 personas en forma permanente, de edad avanzada en su mayoría, los que se dedican principalmente al cultivo de alfalfa y la crianza de ganado.

Es en estas condiciones ecológicas en que se desarrolla una interesante experiencia agroforestal y que forma parte del modo de vida de los habitantes del lugar, constituyéndose en un ejemplo de actividad productiva de gran utilidad para zonas áridas y semiáridas del país de similares características.

INFOR

Básicamente, consiste en la combinación del cultivo de alfalfa bajo un dosel de Algarrobos plantados a densidades que varían entre 16 y 25 árboles por ha. Los campesinos dueños de la tierra obtienen forraje verde prácticamente a través de todo el año, legumbres de Algarrobo que se utiliza como complemento de forraje, madera para leña, carbón y construcciones diversas. En relación a la masa boscosa presente, la cual abarca alrededor de 170 ha cubiertas con Algarrobo que en su mayoría superan los 80 años de edad, se evidencia una abundante fructificación, lo que posibilita la recolección de vainas de Algarrobo para el abastecimiento forrajero durante todo el año. Existe además un área potencial de uso agroforestal de alrededor de 200 ha hacia el sur y norte del valle.

Respecto de la obtención de madera, ésta se encuentra regulada por personal técnico de CONAF II Región a través del DL. N° 366, destacándose el manejo empírico y racional que posee el habitante rural sobre el recurso forestal, otorgándole una importancia digna de imitar, a pesar de las necesidades urgentes de obtención de ingresos económicos que tiene la población.

Entre las prácticas agroforestales que se desarrollan, se pueden observar linderos, cercos vivos, muros vivos de contención adyacentes a pircas, cortinas cortavientos, protección de viviendas, en la ribera del río Loa y lechos adyacentes al sistema de canales de riego, delimitación de parcelas y diferenciación de cuarteles de cultivos. Las actividades silvícolas incluyen además, el manejo de la cobertura arbórea y podas de ramas.

En cuanto al ganado que se maneja en esta unidad de aprovechamiento integrado, se encuentran: vacunos, ovinos, caprinos, porcinos, caballares, asnales e incluso conejos; los que aprovechan la producción de alfalfa y el forraje otorgado por la fructificación abundante de los Algarrobos. No menos importante, lo es además, la práctica de la apicultura con la obtención de miel de alta calidad nutritiva. En resumen, el uso o demanda del árbol en el Valle de Quillagüa, se puede definir de acuerdo a su prioridad de la siguiente manera:

Prioridad de uso	Alternativas de uso
1	combustible (producción de leña y carbón)
2	forrajero (alimentación de ganado)
3	protección (cortavientos, cercos vivos, etc.)
4	construcciones (casas, corrales cercos, etc.)
5	protección de ganado contra la insolación

En términos generales, se puede afirmar que la actividad agroforestal que se realiza en esta pequeña comunidad, aún no teniendo una preparación técnica forestal, es un ejemplo de uso dendroenergético y silvopastoral ideal para su aplicación en otras comunidades del Norte de Chile, con variaciones mínimas entre una zona y otra.

INFOR

Área San Pedro de Atacama

A unos 100 km. al sur este de Calama, se sitúa San Pedro de Atacama, pueblo de 900 habitantes con una población distribuida en 15 Ayllús (agrupación socioeconómica con lazos de parentesco), repartiéndose las tierras cultivables y el agua canalizada entre sus miembros (CONAF/DFPA,1994); posee una población de carácter indígena (atacameña), con organizaciones de base fuertemente establecidas de las cuales se pueden mencionar La Junta de Vecinos, Comités Vecinales, Junta de Regantes y la Asamblea de Ancianos.

Respecto de las actividades socioeconómicas, conviven principalmente la agricultura y el turismo. En el ámbito agrícola, los cultivos más extendidos son la alfalfa, el maíz, el trigo y los frutales. La crianza ganadera está destinada al autoconsumo y al abastecimiento de los poblados localizados en la precordillera, utilizándose la lana del ganado camélido, ovino y caprino para la confección de piezas artesanales (CONSECOL, 1988).

En la obtención de productos forestales madereros y no madereros que se manifiesta en San Pedro de Atacama, básicamente se desarrolla en forma tradicional y bajo la perspectiva de la subsistencia cotidiana o autoconsumo, lo que conlleva a una actividad fundamentalmente de origen familiar, en la colecta de semillas, frutos, leña y carbón.

En los alrededores de la localidad de San Pedro de Atacama, existe una superficie superior a 800 ha plantadas con especies del género Prosopis, correspondiente a los 15 Ayllús que Agrupan a la población, en donde además, existe una significativa superficie que presenta posibilidades de forestar o reforestar (alrededor de 5000 ha), adquiriendo ésta una gran importancia para la producción de material vegetativo seleccionado el cual podría originar árboles con mayor adaptabilidad a lugares donde la calidad del suelo y la dureza del clima no son favorables.

Del mismo modo, los pastizales naturales que conforman el sector altoandino, ubicados a una altura promedio de 4.000. m.s.n.m., presentan un grado de utilización muy bajo y se reduce a una explotación ganadera basada principalmente en ovinos y camélidos americanos, en forma muy extensiva, visualizándose un potencial forrajero del componente forestal presente en el área (CONSECOL, 1988).

En este sentido, durante el año 1970, CORFO estableció una superficie aproximada de 5.000 ha de plantación, de las cuales quedan 806 ha de la especie *Prosopis tamarugo*, en la zona denominada "Tambillo", específicamente a 26 km. de la localidad de San Pedro de Atacama. A la fecha, dicho recurso silvícola, hoy en estado adulto, que produce abundante forraje a través de sus frutos, hoja y heno, el cual se acumula en el suelo, siendo un alimento muy apetecido por el ganado menor; no ha sido sometido a ninguna práctica silvicultural que permita su aprovechamiento integral y racional, de manera que se estima que la calidad del arbolado existente en la zona, podría ser optimizada a través de prácticas silvícolas, que ayudarían al mejoramiento de ésta con la aplicación de técnicas de poda y raleo, además de la selección de árboles semilleros, para la obtención de semillas con una calidad superior a lo normal de la masa arbórea, que podrían constituir la base para futuros trabajos de replantación

INFOR

y reforestación en las zonas favorables del lugar o donde el prendimiento fue insuficiente o nulo.

Al formar esta área parte de la Reserva Nacional **Los Flamencos**, administrada por la Corporación Nacional Forestal, II Región como área de uso especial (zona de manejo de recursos), se puede orientar el uso sustentable del recurso con una adecuada transferencia tecnológica y manejo, para el beneficio de las comunidades aledañas a Tambillo (esto es, Ayllús de San Pedro de Atacama, comunidades atacameñas, Toconao, etc.).

Por lo anterior, las formaciones vegetales de mayor importancia desde el punto de vista productivos (forraje, combustible y otros) se concentran en plantaciones de especies del género Prosopis y de formaciones vegetales naturales, las cuales proveen de recursos alimenticios al ganado y de energía al hombre (Vita, 1989; Squella, 1986; CORFO, 1982).

ESTUDIO DE CASO: CARACTERIZACIÓN AGROFORESTAL DEL ÁREA DE SAN PEDRO DE ATACAMA

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para la obtención de la información requerida con el objeto de caracterizar los sistemas y prácticas agroforestales que se desarrollan en el Área de San Pedro de Atacama, se recabaron datos desde la perspectiva campesina, esto es, considerando dos condiciones, los métodos tradicionales de trabajo del habitante rural y los conocimientos locales respecto del Área, lo que posibilita la real dimensión que posee el pequeño propietario de su entorno.

Respecto de lo anterior se consideró el concepto de "ignorancia óptima", utilizado en el método de Sondeos Rurales Rápidos (SRR), en los análisis, validaciones y caracterizaciones de prácticas agroforestales en los Andes (FAO/DFPA, 1992); esto posibilita limitar la cantidad y detalle de la información que realmente se requiere para procurar una precisión apropiada a temas relevantes desde el punto de vista Institucional, a fin de promover alternativas de desarrollo participativo en las localidades de interés.

Desde esta perspectiva, se revisaron publicaciones e investigaciones relevantes para el presente estudio, como asimismo se efectuaron entrevistas semiestructuradas y cuadernillos de diagnósticos participativos dirigidos a grupos familiares seleccionados, representativos de los Ayllús componentes de la comunidad de San Pedro de Atacama y de su realidad agroecológica.

Por otro lado, mediante la observación directa, en una primera etapa, se obtuvo información adicional respecto de lo indicado por los entrevistados y de aspectos técnicos no visualizados por el habitante rural, que permitirán en una segunda etapa proceder a efectuar mediciones, análisis estadísticos y recomendaciones de mejoramiento de las técnicas que actualmente se realizan.

INFOR

En resumen, para efectos de caracterizar de manera general el Área de San Pedro de Atacama se identificaron 6 parcelas de estudios de 6 de los 15 Ayllús de las comunidades de San Pedro de Atacama.

RESULTADOS DEL ESTUDIO

Área de Estudio

De acuerdo a la división política administrativa del país, la comuna de San Pedro de Atacama comprende una superficie de 23.457 km^2 , lo que representa el 18 % de la superficie de la región de Antofagasta.

Respecto de su población, la comuna de San Pedro de Atacama cuenta con 2.824 habitantes, según el censo de 1992, caracterizada como un área de poblamiento tradicional andino.

Esta población se distribuye mayoritariamente en propiedades de acceso individual o parcelaria, encontrándose frecuentemente la práctica de la mantención de derechos consuetudinarios sobre la tenencia de la tierra o bien, existe un patrón cultural de cesión temporal o custodia entre parientes reales o ficticios, aspectos que dificultan la acreditación legal de las propiedades o dominios.

Cabe señalar que los recursos humanos demandados por la actividad agrícola es escasa, colaborando esto a originar una precariedad en la administración de los recursos agropecuarios y agroforestales. No obstante lo anterior, estadísticamente en San Pedro de Atacama la agricultura ocupa por sí sola el 30,8 % de la población, participando de ella todos los componentes de la familia (CONSECOL, 1988)

En relación a la estimación del número de familias y hectáreas cultivadas en el Área de San Pedro de Atacama, los antecedentes más recientes proporcionan las cifras que a continuación se indican :

Comuna San Pedro de Atacama	N° de familias	Superficie estimada
San Pedro de Atacama	350	2.000 ha
Socaire	80	
Peine	50	
Talabre	14	400 ha
Camar	10	
Toconao	70	
Total aproximado	**574**	**2.400 ha**

Fuente: Programa Chile Norte. Prog. Fomento al Desarrollo Productivo Rural Doc. de Trabajo, 1994

INFOR

Clima

De acuerdo a la clasificación propuesta por Köeppen, modificada por Fuenzalida, H. (1965) se pueden reconocer dos tipos climáticos que afectan al área de estudio:

Clima desértico normal: ejerce su influencia entre los 900 y 2.800 metros de altitud aproximadamente, afectando la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa, depresión intermedia y en parte de los relieves precordilleranos.

Las características más relevantes de este tipo climático son la gran limpidez de la atmósfera, baja humedad relativa, fuerte oscilación diaria de la temperatura, carencia de precipitaciones, alta radiación e insolación solar. Este clima afecta en grado mínimo al área de estudio.

Clima de desierto marginal de altura: se desarrolla entre los 2.800 y 4.000 metros de altitud aproximadamente, comprometiendo los relieves de la precordillera y en parte los de la alta Cordillera de los Andes. Se caracteriza por presentar precipitaciones estivales cuyos montos fluctúan entre 10 - 50 mm/año, baja humedad relativa, alta radiación e insolación solar, especialmente en el período comprendido entre marzo y diciembre. Las temperaturas son bajas y en invierno se producen heladas.

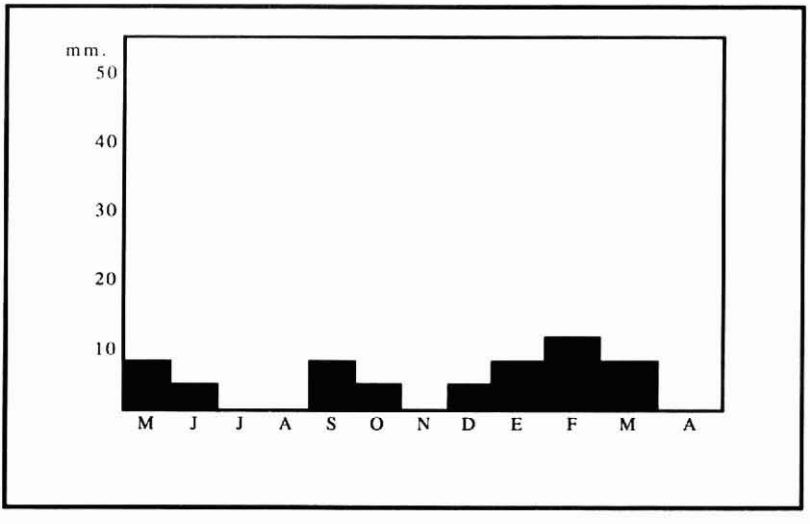

Figura N°1: Distribución de precipitaciones Área San Pedro de Atacama. Fuente: D.G.A., 1986; (CONSECOL, 1988)

Datos de temperaturas (°C) San Pedro de Atacama													
	Ene	Feb	Mar	Abr	Ma y	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Año
T° med. anual	17.9	18.3	17.1	14.0	11.0	7.50	8.20	10.8	14.1	15.6	16.4	17.1	14.0
T° máx. media	----	28.1	27.0	22.8	20.2	17.4	18.7	20.5	23.8	25.4	----	----	22.7
T°mín. media	8.50	9.60	7.20	5.30	2.90	-0.2	-0.4	0.50	3.40	4.50	5.30	7.30	4.50

Fuente: Estudio CORFO s/f. (CONSECOL,1988)

Principales rasgos y patrones climáticos del área de estudio	
Régimen térmico	La precordillera se enfría gradualmente hasta alcanzar, sobre los 3.800 a 4.000 mt., el régimen del altiplano.
Acumulación térmica	En torno a la cuenca del Salar de Atacama, se destaca una acumulación térmica por sobre los 1.600 días grados
Radiación solar	En la precordillera, el flujo radiante se ve especialmente atenuado en verano debido al aumento de la nubosidad durante la época de lluvias. Esto reduce la cantidad de energía incidente donde el flujo diario es levemente inferior a 500 cal/cm.
Nubosidad	En el altiplano la nubosidad presenta un ciclo inverso al resto del territorio, aumentando ésta en verano y disminuyendo en el invierno.
Horas de sol	Se estima que en la precordillera y el altiplano los valores fluctúan entre las 10 y 8 horas/día
Horas de frío	En la precordillera, las horas de frío van desde 1.000 a 3.000 hrs/año en el límite con el altiplano.
Período libre de heladas	El período se acorta gradualmente entre 12 meses en el límite de la depresión intermedia (1.500 m.s.n.m.) y 4 meses en el límite con el altiplano (4.000 m.s.n.m.)
Humedad relativa	Entre la precordillera y el altiplano, la humedad relativa aumenta, a pesar de la altura, lo cual se explica por la presencia de las masas de aire relativamente húmedas, de origen tropical que provienen del Este, que se acentúan durante el período de verano.
Evaporación	La evaporación anual supera los 3.000 mm/año, disminuyendo hacia el altiplano entre los 1.400 y 1.000 mm/año.
Déficit hídrico	En la precordillera de la II región los valores de evapotranspiración varían entre 1.200 y 1.600 mm/año
Régimen hídrico	Las precipitaciones raramente sobrepasan los 70 mm/año, ocurriendo preferentemente en el período de verano.

Recursos hídricos

El área de San Pedro de Atacama se encuentra inserta en la hoya hidrográfica del Salar de Atacama, segunda cuenca de trascendencia regional, cuyos afluentes principales son:

- Río Atacama o San Pedro de Atacama, originado en la unión de los ríos Salado y Grande.
- Río Honar que recibe en su curso superior al río Puque y a pocos kilómetros de Toconao, las vertientes de Poquisa y Sapaque.

INFOR

- Quebrada de Potor, que se forma por la confluencia de los ríos Atana y Laguna Verde, a pocos kilómetros de la divisoria de las aguas.
- Quebrada Aguas Blancas, que se forma a poca distancia del Salar de Atacama, al reunirse con otras quebradas.
- Quebrada Soncor, formado por la eventual unión de la Quebrada de Talabre y Soncor.
- Río Vilama, el segundo en importancia, formado por la unión de los ríos Puritama y Puripica, a 20 km. de San Pedro de Atacama.

El uso de las aguas es preferentemente agrícola, pero también son utilizadas para consumo doméstico y en actividades minero-industriales.

De acuerdo a los registros de caudales medios para el río San Pedro y río Vilama, principales surtidores de agua del área de San Pedro de Atacama, se puede apreciar sus reducidos aportes de volúmenes de agua, afectando así la distribución de este recurso para los distintos usos para los cuales se demanda.

Respecto de la calidad química de las aguas de ambos ríos varían considerablemente una de otra. El río San Pedro que sustenta la mayor área regada de la cuenca, llega al sector de San Pedro de Atacama con altos contenidos de concentración de sales, debido a que en su trayecto pasa por sectores de formaciones de arcillas rojas y riolitas con altos contenidos de sales. Por otro lado, el río Vilama, que también contribuye al riego de la zona, es de calidad bastante salobre.

Caudales medios anuales cuenca del Salar de Atacama		
Cuenca	Sección control	Caudal (m^3/seg)
Salar de Atacama	Río San Pedro	0.900
	Río Vilama	0.230

Fuente: D.G.A. Laboratorio Hidrología, 1986 (CONSECOL, 1989)

Sistemas de riego: generalmente es por inundación por terrazas o por melgas, utilizando el desnivel que éstas tienen, el sistema de contrasequías es más reciente. El sistema de riego por surco se usa en cultivos de raíz, pero se ve muy poco.

INFOR

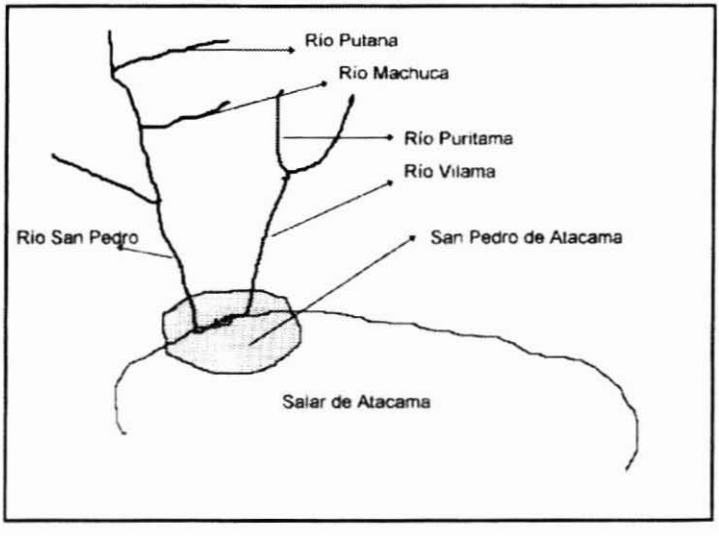

Fig nº 2: Fuentes de aguas superficiales que afectan al Area San Pedro de Atacama

La obtención del recurso agua para riego, se efectúa principalmente de las aguas de los ríos San Pedro y Vilama, con San Pedro se riegan la mayoría de los Ayllos, esto es desde Quitor a Coyo es agua de mejor calidad y para los sectores de Tulor, Beter, Poconche y Cucuter, son regados con el agua de Vilama que resulta de peor calidad, se dice que por este motivo han muerto muchos de los frutales que se encuentran en estos lugares al igual que algunos árboles forestales, el riego con estas aguas es relativamente reciente.

El agua potable que se bebe en San Pedro es la que viene de Vilama que es potabilizada con un sistema de cloración, pero aún en los sectores más alejados la gente toma el agua de los canales de riego que para esa misma función es almacenada.

Canales: sólo los canales matrices se encuentran revestidos y dentro de los predios solo existen acequias. Existen los canales matrices de los cuales salen ramales y estos riegan de 2 a 3 predios, dependiendo de la superficie de éstos.

Estanques: existen pero se hicieron originalmente para acumular agua para consumo humano y animal.

Durante la época de invierno el agua corre libremente por el río y se pierde en el salar, pero cuando comienza la época de siembras, septiembre, ésta es canalizada y comienzan los turnos

INFOR

y todo un ordenamiento que mantienen los diferentes grupos de riego. Existen 6 grupos de riego.

Cantidad: depende de la superficie de terreno que tenga el regante, se habla que el promedio es una hora de riego por ha. de terreno.

Frecuencia: la frecuencia promedio es de 15 a 20 días dependiendo de la cantidad de regantes, existe la posibilidad de solicitar el medio turno que sería de 7 a 10 días, pero con una menor cantidad de agua.

Suelos

San Pedro de Atacama está localizado en la gran fosa del Salar de Atacama. El extremo norte está separado de la cordillera por un sistema de terrazas antiguas de origen fluvial y playas lacustres. La característica general de este sector es su topografía plana y la gran estratificación de sus suelos. Hacia el este las cotas comienzan a subir gradualmente, debido a las depositaciones aluviales arrastradas desde los cerros (FAO/DFPA, 1994).

En los suelos de origen lacustres predominan las arenas y las texturas franco arenosas con una identificación de series de suelos tales como: Coyo, Cucuter, Poconche, Sequitor, Tulor, Beter, Misceláneo salino y unidades no diferenciadas.

Los suelos aluviales son depositaciones con texturas arenosas, con drenajes rápidos, observándose suelos profundos y de buen arraigamiento; respecto de las series que identifican a este tipo de suelos se encuentran los siguientes: Los Burros, Vilama, Solar, Licancabur, Las terrazas, Dunas disectadas y terrenos pedregosos.

Se destaca la presencia de las arenas movilizadas por la acción del viento desde las playas del Salar invadiendo suelos agrícolas, mermando así los rendimientos de los cultivos, y el contenido salino de los suelos que, a simple vista se asume como uno de los problemas limitantes de la calidad que presentan para los cultivos agrícolas y forestales en el área, siendo el factor más importante el contenido de sales de Boro, debido a la calidad del agua y el sistema de riego que utilizan los habitantes del sector.

Construcciones

Casas y otras estructuras: construidas en su mayoría con adobe siguiendo formas rectas con ventanillas pequeñas las que permiten mantener humedad y temperatura agradables al interior de la habitación; los techos son estructurados de una agua sostenidos con gruesas vigas de *Geoffroea decorticans* (Chañar), éstos por su cara interna llevan cañas ordenadas en el sentido de la pendiente, observándose en algunos casos brea expuesta; del mismo modo, actualmente se utiliza como sellado adicional del techo superficies de plástico y luego una cubierta de barro.

INFOR

Cercados: el cercado más utilizado es aquel estructurado con postes de Chañar, siendo éste cortado en verde por su mejor condición para trabajarlo. El alambrado generalmente esta constituido por alambre de púa, rellenándose los espacios entre poste y poste con todo tipo de ramas de *Atriplex sp.* (Cachiyuyo) o Chañar.

Tradicionalmente se considera que el poste de *Prosopis chilensis* (Algarrobo) es de mejores características dada su alta resistencia a la humedad por consiguiente, su poca probabilidad de pudrición.

Recursos vegetales

Según Gajardo (1983), en el área se pueden reconocer la región ecológica del desierto y subregión del Desierto andino, en la cual se describen cuatro tipos vegetacionales; y la región de las Estepas Alto Andinas subregión del Altiplano y la Puna, y dos formaciones vegetacionales.

La subregión del Desierto andino representa el piso vegetacional superior de la región del Desierto y se extiende en los 1.800 y 3.500 metros de altitud. En general, la vida vegetal tiene mayores posibilidades de desarrollo, producto de las influencias marginales de precipitaciones que ocurren en la alta cordillera. En toda su extensión, presenta una fuerte penetración de las especies más xerofíticas de la región de las Estepas Alto Andinas.

En el área de estudio se encuentra representada por la formación vegetal desierto del Salar de Atacama.

Del mismo modo, la subregión del Altiplano y la Puna, se encuentra presente a partir de los 2.400 metros de altitud aproximadamente (prácticamente al borde del Salar de Atacama). Se caracteriza por presentar una fisonomía de arbustos bajos de escasa densidad.

Dentro de esta precaria situación vegetacional, los escasos valles y oasis presentes en estas formaciones, se demuestra que al combinar adecuadamente los recursos del suelo, agua y clima, se puede obtener algún grado de presencia vegetacional significativa, tales como árboles frutales, algunos pastos artificiales, cultivos básicos y formaciones boscosas incipientes.

Estrato arbóreo

En los alrededores de la localidad de San Pedro de Atacama, existe una superficie superior a 800 ha de plantación y bosque nativo con especies del género Prosopis, Geoffroea, Tamarix y Schinus, entre otros, correspondiente a los 15 Ayllús que Agrupan a la población, en donde además, existe una significativa superficie que presenta posibilidades de forestar o reforestar (alrededor de 5.000 ha), adquiriendo ésta una gran importancia para la producción de material vegetativo seleccionado el cual podría originar árboles con mayor adaptabilidad a lugares donde la calidad del suelo y la dureza del clima no son favorables.

INFOR

Del mismo modo, atravesando el camino que une las localidades de San Pedro de Atacama y Toconao existe una superficie aproximada de 370 ha de plantación con la especie *Prosopis tamarugo*, en la zona denominada "Tambillo". Dicho recurso silvícola, produce forraje de alta calidad, siendo un alimento muy apetecido por el ganado menor, el cual se acumula en el suelo. Esta formación boscosa no ha sido sometida a ninguna práctica silvicultural que permita su aprovechamiento integral y racional, lo que de acuerdo a su buen estado fitosanitario, se estima que la calidad del arbolado existente en la zona, podría ser optimizada a través de prácticas silvícolas, que ayudarían al mejoramiento de ésta con la aplicación de técnicas de poda y raleo, además de la selección de árboles semilleros, para la obtención de semillas con una calidad superior a lo normal de la masa arbórea, que podrían constituir la base para futuros trabajos de replantación y reforestación en las zonas favorables del lugar o donde el prendimiento fue insuficiente o nulo.

Estrato arbustivo

Respecto de este nivel, en los ayllús de San Pedro de Atacama es frecuente encontrar especies tales como:

a) Chilca *(Bacharis sp.):* arbusto nativo que puede alcanzar 3 a 4 metros de altura y diámetros variables de copa de hasta 5 metros, es perenne y se puede reproducir por estacas; se le puede ver como cortina cortavientos natural y es útil para la contención de dunas, no se visualiza manejo alguno excepto cortas para despeje de canales y cuarteles de cultivos, son regados en la medida del turno de riego (hasta 15-20 días entre riego y riego) pero es resistente a la falta de agua. Tradicionalmente se usa en la limpieza de hornos ya que se dice que mejora el sabor de lo cocinado; también se utiliza medicinalmente para tratar hematomas en forma de las llamadas "agüitas". Entre su follaje suele encontrarse crías de roedores y aves, lo que provoca problemas a los eventuales cultivos agrícolas que se establecen en el área.

b) Cachiyuyo (*Atriplex atacamensis*): arbusto nativo, se usa como combustible para cocinar y como cerco vivo en los sectores más alejados de San Pedro de Atacama, también se utiliza como alimento de corderos, cabras y burros, pero en una menor proporción. Aparentemente, se reproduce favorablemente en arena y se le considera por el habitante rural como una maleza indicadora de terrenos de aptitud agrícola.

Hay varios tipos de cachiyuyos reconocidos por la gente; el cachiyuyo de hoja larga que es utilizado como forraje, dada su relativa palatabilidad para el consumo animal, incluso para la alimentación humana, ya sea a la forma de ensalada y en platos preparados; el cachiyuyo de hoja chica es el más abundante, de características coriáceas, lo que aparenta una especie seca, salada y no utilizada para la alimentación animal. En cuanto a su manejo sólo se le encuentra cumpliendo funciones como cerco vivo, para ello es regado y se le realizan podas del follaje a fin de proporcionarle altura y orientar su crecimiento.

c) Brea (*Tessaria absinthioides*): especie nativa, cuyos usos principales son para la construcción de ramadas, techos (cielos) y muros a modo de enquinchado para las cocinas; del mismo modo se utiliza como complemento de cercos alambrados en donde se entrecruza

INFOR

con el alambre de púa a objeto de evitar el paso de animales de una propiedad a otra; además, se usa medicinalmente para dolor de estómago como infusión y como combustible. Es un indicador de suelos delgados y de mala calidad para el establecimiento de cultivos agrícolas, controlado por fuego al igual que el Cachiyuyo y es considerada como una maleza complicada y obstructiva cuando existe posibilidad de establecer algún cultivo agrícola.

d) Esporal o paja brava (*Festuca crysophylla*): es muy invasora de los terrenos, se dice que cuando entra en un potrero este se pierde, ya que el control es muy difícil, se usa sólo en techumbre, pero muy poco. Fue introducido desde la vegas para facilitar el abastecimiento para la construcción. Posee una raíz de hasta 80 cm.

e) Cañas: este material se usa profusamente en la construcción de techumbres y cercos vivos, posee una capacidad de reproducción por estacas, éstas se manejan de manera de potenciar el crecimiento a través de podas intensas y más hoy en día, ya que alcanzan buenos precios (3 metros cuestan $150). Es un gran criador de insectos como la araña Cuma que es venenosa.

Estrato Herbáceo

a) Tomatillo: crece en cualquier potrero, tiene espinas y se caracteriza por su semilla amarilla, es una maleza molesta, se controla principalmente con azadón y su erradicación no es tan difícil. Su semilla es utilizada como detergente para lavar.

b) Cepa de caballo: se controla con azadón y no es dificultoso, no se le da ningún uso excepto para motivar a la gente en carnaval, ya que es espinoso.

c) Grama: gran invasor de los terrenos, tiene una raíz superficial que se encuentra entre los 15 a 20 cm. de profundidad. Es estolonífera y su control es mecánico, principalmente mediante araduras.

d) Alfilerillo: su presencia no es grave, se le controla mecánicamente con azadón y casi no tiene ningún uso excepto para infecciones de la cara, para lo cual se aplica como infusión cutánea.

Además de los mencionados anteriormente se encuentran otros tipos de maleza, pero por su importancia sólo serán mencionados; Correhuela, Bálsamo, Cerraja, Sabila, estos se presentan en los cultivos por el agua de riego.

INFOR

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Sistema agrícola

Los principales cultivos agrícolas que se trabajan en esta localidad son la Alfalfa, el Maíz y el Trigo, su importancia se relaciona con un asunto de adaptabilidad e historia, los rendimientos son bajos y casi no hay rotación de cultivos y existe muy poco manejo, así por ejemplo, un alfalfal puede tener fácilmente 15 a 20 años y solo se riega. Las técnicas de manejo son similares a las que se hacían antiguamente y casi no hay innovaciones significativas.

Se debe mencionar que las superficies de cultivo no representan grandes extensiones sino más bien, superficies pequeñas que se rigen por la poca disponibilidad del recurso agua. Se cultiva en lo que se llama eras o melgas que tienen un promedio de aproximadamente 20 x 30 metros, y por sistemas de riego por inundación que por falta de agua no son efectivos, la creencia general es que mientras mayor sea la inundación será mejor el riego.

Preparación de la tierra: en primer lugar se efectúa la remoción de malezas, luego se realizan las faenas de aradura, principalmente con tracción animal, no se aplica guano ni barbecho. Se siembra al voleo, se cierra el surco o se borra con ramas (tracción animal) para el sellado de la localización de la semilla, realizándose un riego inicial.

Rendimiento: generalmente los Alfalfares en San Pedro dan hasta tres cortes al año, el 1° en diciembre, 2° en enero - febrero y el 3° en marzo - abril, se corta cuando esta en flor.

Si el cultivo resulta ralo o espaciado, se deja madurar o semillar y se apalea en los últimos cortes, luego, se introduce ganado ovino al potrero para que éstas entierren las semillas.

El maíz se siembra principalmente de septiembre a principios de octubre, una vez que el peligro de heladas ha disminuido, aun cuando en San Pedro de Atacama, las heladas se pueden producir hasta en noviembre, ocasionando pérdidas importantes para este cultivo.

Preparación de terreno: la tierra se deja barbechando 1 mes antes y se aplica guano principalmente del tipo ovino por ser éste el de mayor abundancia.

Sistema de siembra: se riega el terreno inicialmente y se mantiene en reposo por un tiempo, en ese momento se abren surcos con tiro animal y arado de vertedera, e inmediatamente se va sembrando atrás por surco pero sin respetar distancia sobrehilera. Si este trabajo es hecho con tractor se siembra al voleo. Los surcos van separados por 50 cm. luego en sentido contrario se pasa ramas con tiro animal para cerrar los surcos.

La semilla se deja remojando en agua un día conjuntamente con hojas de coca, y al momento de sembrar, aspecto que se desarrolla en forma comunitaria, se realiza un pago de la tierra para pedir una buena cosecha; esta tradición se efectúa con aloja (bebida típica de la zona), harina tostada, hojas de coca y oraciones.

INFOR

El maíz emerge como a los 12 días y se debe regar para que éste se asiente, luego de ello, se solicita el pedido de riego comunitario (medio turno) , de ahí en adelante se continúa con el sistema de turnos normal, es decir, cada 15 a 20 días.

Cosecha: se efectúa de marzo a abril y es totalmente manual, su índice de cosecha se aprecia principalmente al tacto, es decir cuando ya no esta lechoso y los pelos se aprecian secos.

Se corta todo lo que se llama deshojar (botar chala) a ras del suelo, se amontona en un lugar ya elegido y se arrancan mazorcas, luego son secados principalmente en los techos y finalmente se separan los diferentes tipos de productos.

1° Capia: hay dos tipos de acuerdo a su tamaño, el pequeño, se utiliza como alimento de animales y el grande para consumo humano, para Pataska, tostado que puede reemplazar al pan, harina tostada, harina de maíz.

2° Morocho: utilizado principalmente en animales tales como gallinas y chanchos, además, éste se utiliza en chicha de maíz.

Respecto del cultivo Hortalizas sembradas en la zona, representan superficies muy reducidas generalmente en lugares cercanos a las casas, esto por un mejor control y cuidado. Entre éstas se pueden mencionar, el ajo, papas, zanahorias, tomates, lechugas, melones, sandías y betarragas. Como las hortalizas requieren frecuencia de riegos, se solicitan medios turnos de riego que van de 7 a 10 días.

Para el caso de todos los cultivos agrícolas mencionados anteriormente, su reproducción tiene un destino local para satisfacer sólo las necesidades de autoconsumo, esto se ratifica en el hecho de que los rendimientos son muy bajos.

Respecto de los árboles frutales que se encuentran en el área no son nativos de la zona y fueron introducidos paulatinamente.

a) Perales: este es el que se encuentra más abundante y por lo mismo el más importante en cuanto a su producción. Representado en la gran mayoría los huertos de San Pedro de Atacama, observándose aproximadamente 50 árboles por predio como promedio y se le cultiva en línea siguiendo los bordes de los canales y sistemas de riego por cuarteles, donde cumple funciones de deslinde.

La cosecha de los frutos se efectúa entre diciembre y enero, en forma manual con rendimientos de 12 cajones por árbol calificado como bueno y en un árbol malo la mitad (1 cajón pesa entre 18 a 22 kilos). En cuanto a su uso, éste se consume fresco y también en seco bajo el nombre de orejones (deshidratado en forma natural).

Antiguamente el peral era muy cotizado y se le daba manejo, ya que tenía mucha venta en los distintos pueblos del interior; la gente venía del otro lado de la cordillera para buscar los

INFOR

orejones que se cambiaban por sogas, costales, maneas para animales, ponchos, etc. Como fresco tenía buena venta para las poblaciones mineras pero, el mejoramiento de los transportes y caminos y la producción de frutas en otras partes como Arica, disminuyó este mercado hasta dejarlo deprimido y hoy en día casi todo lo que se produce se consume a nivel local y mucho se pierde en los mismos árboles.

b) Higuera: en promedio la gente tiene de 2 a 3 árboles por predio, se cosecha la breva en los primeros días de diciembre y el higo en Marzo. Se efectúan podas para despeje y se ponen puntales en las ramas caídas, el riego se le da sólo cada vez que corresponde el turno de riego.

Sistema Ganadero

Este es uno de los rubros más importantes de los que se desarrollan en San Pedro de Atacama, principalmente por que todos los agricultores manejan algún grado de recurso ganadero, además es una condición de riqueza histórica, ya que los atacameños siempre han sido pastores y, al auge de principios de siglo, el paso de ganado por estos sectores,es y ha sido, para abastecer de carne a los grandes centros mineros de la región, lo que se traduce en ser uno de los principales sistemas de supervivencia de la gente local.

a.- Ovinos: Es el recurso de mayor volumen, el que fluctúa desde 2 ó 3 a 200 cabezas y el promedio es de 25 a 30 cabezas de ganado por persona.

Alimentación: principalmente constituida por alfalfa, ya sea en verde en primavera o verano y en seco en invierno, en segundo lugar, se alimentan de cachiyuyo y otras malezas como la grama o bien brotes de lo que encuentren. En tercer lugar, comen al ramoneo a entradas de invierno, lo que botan los árboles al comenzar el otoño y por último se alimentan de la chala y rastrojos de maíz.

Infraestructura: existen corrales y chiqueros (para las crías) que son hechos de adobe en forma de molde para obtener un mayor nivel de abrigo, el sombreado se confecciona con brea y otros tipos de ramas. Del mismo modo, los bebederos, son los que se encuentran en las canalizaciones del sistema de riego comunitario y se les da de beber una vez al día.

Manejo programa sanitario: en octubre-noviembre se realizan las esquilas a fin de preparar a las ovejas para los baños sanitarios, éstos se realizan en noviembre-diciembre en sectores construidos especialmente para estos fines, principalmente se hace un control antiparasitario para parásitos externos como son sarna y piojos, parásitos internos casi no se controlan a pesar de su detección.

INFOR

CARACTERIZACIÓN DE PARCELAS SELECCIONADAS

El Cebollar

Antecedentes legales:

Nombre del predio	: El Cebollar
Nombre del propietario	: Vladimir Reyes
Ubicación administrativa	: Ayllo de Coyo
Superficie total	: 2,80 ha (3,0 ha incluyendo sector con duna)

Funcionamiento del predio:

a) Recurso humano: trabajan tres personas Vladimir Reyes, su padre y un hermano.
b) Sistema de riego: riego por inundación cada 12 a 15 días. También cuentan con dos estanques de agua financiado por Fosis y Chile país, lo que permite instalar un sistema de riego por goteo.
c) Cercos: En su mayoría se estructuran por chañares y ramas secas (de chañares y cachiyuyos principalmente)

Subsistema agrícola:

El Cebollar posee 2,16 ha cultivables, de las cuales 0,55 ha (25,5% de la superficie cultivable) están dedicadas actualmente al uso agrícola y que se desglosa de la siguiente manera:

Cultivo de papas: 930 mt^2
Cultivo de maíz: 670 mt^2
Cultivo de alfalfa: 3.154 mt^2
Cultivo de parras: 240 mt^2
Cultivo dentro invernadero: 216 mt^2
Cultivo dentro vivero: 342 mt^2

INFOR

El cultivo de papas recibe agua mediante un sistema de riego por inundación, es decir cada 12 a 15 días, pero planean instalar riego por goteo. Este se compone de 15 hileras de papas distanciadas a 1 mt.

El maíz es regado por un sistema de riego por goteo, se riega 15 minutos en la mañana y 15 minutos en la tarde. Son 13 hileras distanciadas a 1,5 mt. Se presentan en buen estado fitosanitario, con una altura promedio de 2,5 a 2,7 mt.

La alfalfa se riega por inundación, existiendo sectores con 40, 60, 70 y 80% de cobertura del suelo, las alturas promedios fluctúan de 10-15 cm a 20-25 cm en los sectores de mejores condiciones. El rendimiento es de 3 cortes por año, aunque en años pasados fueron sólo dos cortes. Por corte se extraen aproximadamente 5 quintales.

Las parras están sembradas bajo sombreadero (malla raschel), a un distanciamiento de 1 mt. Al momento de realizar la toma de datos, tenían una altura promedio de 1,3 a 1,5 mt., encontrándose ejemplares de uva blanca, moscatel y negra, aún no hay datos de producciones ni de cual uva es la que da mejores resultados. El riego es por inundación, pero a futuro se piensa instalar riego por goteo.

El invernadero es una estructura de plástico y listones dispuestos cada 2,5 mt, de 12 por 18 mt. Hay sembrados 8 hileras con zapallos italianos, tomates, zanahorias y melones. El sistema de riego es por goteo (15 minutos en la mañana y en la tarde).

El vivero es una estructura consistente de malla raschel sostenida por listones dispuestos cada 2.5 mt. Hay 32 hileras de siembra con tomates, lechuga morada y milanesa, repollos, morrones, cebollas y betarragas. El sistema de riego también es por goteo.

En cuanto a los frutales, posee 24 perales plantados en forma azarosa (sin distanciamiento predefinido), de los cuales la mitad tiene problemas de marchitez. No producen mucho y por esta razón el propietario piensa cortarlos. No se observa la combinación de los frutales con otro tipo de cultivo.

Los cultivos están delimitados, en algunos casos, por cercos vivos de brea y en otros por cortinas de chañares, cachiyuyos y material seco.

Subsistema ganadero:

El propietario posee 10 ovejas, 2 cerdos, 15 conejos y un burro. Los corderos se llevan a los cultivos de alfalfa una vez que se ha realizado el corte, con el fin de que sólo dejen un pequeño tocón y de esta manera se induce la brotación. Los corderos y conejos son alimentados principalmente con alfalfa, ya sea fresca o seca. El burro come además de alfalfa, cachiyuyo. Los cerdos comen principalmente los frutos del chañar y del algarrobo.

INFOR

Subsistema forestal:

El chañar, el árbol que más abunda en la zona, se utiliza principalmente para delimitar los cultivos, donde se forman hileras de árboles y en cortinas que delimitan el predio. La poda que se le realiza es más bien para facilitar el paso de las personas y el ganado más que para guiar el crecimiento del árbol u otro objetivo. Las ramas que se cortan del árbol son utilizadas como cercos y puestas entre los mismos árboles. El fruto se aprovecha principalmente como alimento para los cerdos.

Los algarrobos presentes, como están principalmente en forma aislada y de grandes diámetros de copa, sirven para proveer sombra al ganado y a la familia. Los frutos son aprovechados por los cerdos.

Principales limitaciones y problemas:

Uno de las principales limitaciones es la poca mano de obra, pues en la parcela trabajan 3 personas, lo que según su propietario, no alcanza a cubrir las necesidades del predio. También, la falta de maquinaria limita la producción, pues lo ideal es tener algún tipo de sistema semitecnificado de arado.

Otro problema, es el avance de las dunas provenientes de la Cordillera de la Sal, que se ha apoderado de más o menos 0.2 ha productivas y cuyo avance no se ha controlado.

Discusión:

El Cebollar corresponde a un sistema silvoagrícola, en que se maneja la vegetación arbórea o arbustiva integrada al ciclo agrícola, de modo que brinde beneficio, o cumpla con algún objetivo específico de conservación de suelos, como por ejemplo control de dunas.

En este predio, los árboles son utilizados principalmente para proteger los cultivos del viento, de la radiación solar, y de las heladas, así como también para separar los cultivos. También son usados para delimitar propiedades o sectores. Se utiliza el chañar, porque además de ser una especie nativa, tiene una gran capacidad de retoñación y rápido crecimiento.

El sistema agrícola se puede ver ampliado ocupando terrenos que hoy no tienen ningún uso, ya sea por falta de maquinaria o de mano de obra.

INFOR

Pachal

Antecedentes legales:

Nombre del predio : Pachal
Nombre del propietario : Elvira Ramos
Ubicación administrativa : Ayllo de Solor
Superficie total : 1,20 ha (1,40 ha incluyendo sector con duna)

Funcionamiento del predio:

a) Recurso humano: trabajan tres o cuatro personas y casi únicamente cuando se realizan los turnos de riego
b) Sistema de riego: Riego por inundación cada 28 días.
c) Cercos: Se utiliza principalmente el chañar, su retoñación. ramas provenientes de podas y especies arbustivas como el caso del cachiyuyo. También ramas secas.

Subsistema agrícola:

La superficie susceptible de ser cultivada asciende aproximadamente a 6.149,3 mt^2. Este predio posee sólo dos tipos de cultivo, con una superficie cultivada de 2.430,5 mt^2 (correspondientes al 20,25% del total de la superficie y al 40% de la superficie cultivable), divididas de la siguiente forma:

Cultivo de alfalfa: 1591 mt^2
Cultivo de maíz : 839,5 mt^2

Ambos cultivos no se encuentran en óptimas condiciones, en especial el maíz, que compite enormemente con la brea. aunque hay un sector en que el maíz está en buenas condiciones (266 mt^2). El maíz utilizado es el morocho y capia.

Hay un sector en que la alfalfa está bastante buena y alcanza los 45 cm de altura promedio y una cobertura de suelo del 85%. En otros sectores, más desprotegidos, alcanza menos altura y de 50 a 60% de cobertura. A la alfalfa se le hacen 3 cortes al año y también utilizan a las ovejas para talar. Las melgas están separadas por cercos de brea, cachiyuyo y también cortinas de chañares.

Subsistema ganadero:

Poseen ovejas, pero no tienen sus corrales en el Pachal y las llevan sólo cuando se han efectuado los cortes, para el talar.

INFOR

Subsistema forestal:

El Pachal posee un alto potencial arbóreo compuesto por chañar, utilizados principalmente como deslindes y separación de cultivos. Algunos de ellos han sido podados para ocupar sus ramas en la construcción de cercos. El chañar también es usado como cortina cortaviento para proteger el alfalfa y el maíz. Los frutos de chañar se venden.

Los grandes algarrobos y pimientos se utilizan para brindar sombra y abrigo.

No se visualiza que se ocupe el componente arbóreo a arbustivo para estabilizar el avance de las dunas.

Principales limitaciones y problemas:

El principal problema es el avance de la duna, que ya ha cubierto 0,2 ha de terrenos que antes estaban sembrados con maíz. Respecto a ésto no se visualizan acciones para su control.

Discusión:

Este predio, por el gran potencial arbóreo, puede sacar un gran provecho siguiendo un plan de manejo para obtener madera aserrada de chañares de grandes dimensiones y también varetas, que gracias a la capacidad de rebrote y la velocidad de crecimiento se pueden obtener buenos productos. El fruto de chañar ,más pequeño, se vende como alimento para cerdos, el más grande y carnoso para hacer arrope (miel de chañar).

Se necesita realizar una buena poda, tanto de ramas de los mismos árboles, como de arbustos.

Del mismo modo, es conveniente, establecer un control de las dunas utilizando especies adecuadas para tal efecto, en combinación de mallas o empalizadas.

Rayos y otros

Antecedentes legales:

Nombre del predio : Rayos y otros
Nombre del propietario : Luciano Ossandón
Ubicación administrativa : Ayllo de Solcor
Superficie total : 0,20 ha.

INFOR

Funcionamiento del predio:

a) Recurso humano: trabaja generalmente una persona (don Luciano Ossandón), pero si requiere de más mano de obra, la contrata.
b) Sistema de riego: riego por inundación cada 22 días.
c) Cercos: en algunos sectores hay paredes de adobe, en otros combina chañares y pimientos con ramas secas. También en algunos casos combina regeneración de chañar y pimiento con dos corridas de alambre.

Subsistema agrícola:

Este predio tiene la característica que ocupa la superficie bajo los frutales con cultivos de alfalfa. La superficie cultivable es de 1.837,5 mt^2 y la de alfalfa es de aproximadamente 1.760 mt^2 (95 % de la superficie cultivable).

La alfalfa se encuentra cubriendo el suelo en un 30 a 35 % de cobertura, con una altura promedio de 35 cm, las melgas están separadas por cercos de brea. Se han realizado dos cortes hasta la fecha. Se utiliza principalmente como forraje para los animales, ya sea vendiéndola fresca o seca.

Otro cultivo de importancia es la tuna, pero presenta el problema de marchitez y se cae, esto debido a la falta de agua principalmente. Es para consumo familiar.

Los frutales como el peral, tiene el problema que ya no produce como los años anteriores, la pera es pequeña y con la cáscara manchada, el dueño lo atribuye a la falta de agua. Hace tres años que los perales no han sido podados. Los membrillos se ven sanos aunque también tienen problemas por la sequía. El riego es por inundación cada 22 días, por lo que los frutales deben soportar unas 3 semanas sin agua.

Posee grandes higueras, también producen poco y es para consumo familiar, éstas soportan mejor el déficit de agua.

Subsistema ganadero:

No posee animales.

Subsistema forestal:

El componente arbóreo como chañares y pimientos es utilizado para marcar los límites con las propiedades de los vecinos, no se observa que se utilice para separar los cultivos. Además se recolectan las semillas del gran algarrobo, la que se vende como alimento para cerdos.

INFOR

Principales limitaciones y problemas:

Los principales problemas que enfrenta el dueño, es la poca cantidad de agua que dispone para su predio y que no se alcanzan a satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos entre riego y riego.

Otro problema es la gran cantidad de basura que trae el canal y que luego se deposita en los cultivos.

Los perales se ven afectados por las hormigas y por los pájaros que se comen el fruto, igual cosa pasa en las higueras y membrillos.

Con respecto a la tierra, el dueño resaltó el hecho que es muy salobre y no sale el maíz.

Discusión:

Este es un sistema que combina árboles frutales, los perales, asociados a cultivos tradicionales como es el caso de alfalfa. Consiste básicamente en el cultivo del terreno entre las hileras de frutales.

Se debería potenciar la producción de frutales realizando podas que induzcan una floración más abundante y por lo tanto, mayor cantidad de frutos, En cuanto a la calidad de los frutos se debe tratar de fertilizar, a la vez de controlar las hormigas (con algún tipo de insecticida) y los pájaros (algún método mecánico que los asuste).

También se debe tratar de renovar los perales, extraer los más viejos y plantar nuevos ejemplares más productivos.

Se le debe dar un manejo más apropiado a los cercos vivos, realizando una poda de formación.

Tronco

Antecedentes legales:

Nombre del predio	: Tronco
Nombre del propietario	: Luciano Ossandón
Ubicación administrativa	: Ayllo de Solcor
Superficie total	: 0,85 ha.

INFOR

Funcionamiento del predio:

a) Recurso humano: trabaja generalmente una persona (don Luciano Ossandón), pero si necesita de más mano de obra, la contrata.
b) Sistema de riego: riego por inundación cada 22 días.
c) Cercos: utiliza chañar y su retoñación como cerco vivo, en combinación de algunos arbustos como el cachiyuyo.

Subsistema agrícola:

Este predio sólo tiene cultivado alfalfa, la que no se encuentra en óptimas condiciones. Tiene una superficie total cultivable de 0,69 ha de las cuales un 31,4% están actualmente con cultivos; 0,178 ha poseen alfalfa de una altura promedio de 20 cm. y cobertura del 20 % y 0,089 ha tiene alfalfa de 25 cm de altura con una cobertura sólo del 15 %.

En una subdivisión de 900 mt^2, se encuentran algunas plantitas de maíz de unos 10 cm, también hay alfalfa de unos 15 cm. de altura, pero su número es de escasa importancia.

El resto del terreno se utiliza en la preparación de adobe para la fabricación de casas.

Subsistema ganadero:

El propietario no posee animales, lo que si hace es arrendar sus terrenos para que pasten los animales.

Subsistema forestal:

En cuanto al componente arbóreo, sólo se registraron 23 árboles, todos chañares, cuyo principal uso es formando parte de los deslindes que separan el predio de la calle principal y de los terrenos de los vecinos. Se observa regeneración de chañar, pero su manejo es limitado a cortar unas cuantas ramas que estorban el paso de personas y animales.

Además, hay grandes arbustos de cachiyuyo, que también se encuentra formando parte de los deslindes.

Principales limitaciones y problemas:

El principal problema, como en el predio anterior, es la sequía que afecta a todo San Pedro de Atacama, esto se traduce en una muy baja productividad.

Otro problema es la falta de mano de obra, pero el propietario lo soluciona contratando a personal por el día. También se necesitan maquinarias pesadas para trabajar el suelo que muchas veces está dominado por grama, lo que además de la salinidad lo torna duro e improductivo.

INFOR

Discusión:

Al parecer, la actividad principal de este predio, es la fabricación de ladrillos de barro (adobe), dejando de lado los cultivos de alfalfa y de maíz, que sólo representan un bajo porcentaje de la superficie total del predio.

Se ve bastante maleza, principalmente grama y brea, lo que hace imprescindible utilizar maquinaria pesada para erradicarla y así sembrar nuevos cultivos.

El chañar se sigue utilizando como parte de los deslindes con otras propiedades vecinas, al igual que sus retoños y ramas podadas. Los fruto de chañar se venden.

Laguna

Antecedentes legales:

Nombre del predio : Laguna
Nombre del propietario : Manuel Rodríguez
Ubicación administrativa : Ayllo de Séquitor
Superficie total : 1,4 ha

Funcionamiento del predio:

a) Recurso humano: trabaja una sola persona, Manuel Rodríguez, pero le dedica sólo unos dos días de trabajo entre riego y riego.

b) Sistema de riego: riego por inundación cada 9 a 11 días.

c) Cercos: se utiliza principalmente chañares y su regeneración, así como también ramas secas producto de las podas. Por el lado que colinda con las dunas, existen unos cachiyuyos enormes los que además de delimitar el predio, ayudan a controlar las dunas provenientes de la Cordillera de la Sal.

Subsistema agrícola:

La superficie cultivable asciende a 1,3 ha. Este predio sólo tiene cultivo de alfalfa, con un total de 2.637 mt^2 (20 % de la superficie cultivable). Las coberturas sobre el suelo alcanzan en algunas melgas 80 %, en muy buen estado, alcanzando alturas de 50-60 mt.

INFOR

A la alfalfa se le realizan 3 cortes al año, en febrero se realizó el segundo, por corte se sacan aproximadamente 1,5 a 2 quintales. Los cultivos de alfalfa se encuentran separados por cercos de brea, en algunos casos por cercos de chañares. No se observan otros tipos de cultivo.

Hay un sector con perales, pero la producción es bastante baja y sólo alcanza para el consumo familiar. El propietario sostiene que con un poco más de riego, se logra subir la productividad.

Los terrenos que ahora tienen alfalfa, antes fueron sembrados con trigo y anteriormente con maíz. Según el propietario este ciclo es ideal para mantener la productividad de los suelos.

Subsistema ganadero:

Posee dos ovejas, dos caballos, una vaca y un ternero. Las ovejas las utiliza para realizar el talar. Los caballos se alimentan de alfalfa seca principalmente.

Subsistema forestal:

Los árboles son ocupados en gran parte, para contrarrestar el avance de las dunas. Los chañares en combinación con grandes cachiyuyos (de hasta unos 5 a 6 mt de diámetro de copa) cumplen en forma apropiada el control y estabilización de las dunas. En cuanto al manejo que se le aplica, es bastante simple, remitiéndose a la corta de algunas ramas que impiden el paso normal de personas o animales o ramas desganchadas, las que posteriormente se disponen como cercos.

También de utiliza como cercos vivos para delimitar cultivos y para proteger los cultivos y crear condiciones microclimáticas más favorables.

Principales limitaciones y problemas:

La principal limitación es la mano de obra, la que según el propietario es cara contratarla ($ 3.000 a $ 4.000 pesos diarios).

La gran cantidad de malezas presentes en el suelo, como grama y brea, impiden que los cultivos se desarrollen exitosamente.

Cabe destacar que el propietario es dueño del terreno hace cinco años, pero que hace dos que está prácticamente sin manejo, abandonado en cierta medida, pues antes tenía sembrado tomates, sandías, melones, maíz y trigo y con una alta productividad.

INFOR

Ana Pauna

Antecedentes legales:

Nombre del predio : Ana Pauna
Nombre del propietario : Alejandro Morales
Ubicación administrativa : Ayllo de Séquitor
Superficie total : 0,47 ha

Funcionamiento del predio:

a) Recurso humano: trabaja una sola persona, don Alejandro Morales.
b) Sistema de riego: riego por inundación cada 9 a 11 días.
c) Cercos: básicamente utiliza chañares en hileras en combinación con especie arbustivas. También utiliza murallas de adobe.

Subsistema agrícola:

La superficie que actualmente tiene algún cultivo es de 1.875 mt^2 aproximadamente (correspondientes al 36 % de la superficie total y cultivable), desglosada de la siguiente forma:

Cultivo de maíz: 1.596 mt^2
Cultivo de alfalfa: 288 mt^2

A la alfalfa se le hacen cuatro cortes al año. En el momento en que se hizo la toma de datos, la alfalfa se encontraba semillando. La altura promedio que alcanza es de 30 cm., con una cobertura del suelo del 15 %.

El maíz corresponde al morocho (maíz blanco que se utiliza para el consumo humano) con un total sembrado de 1.308 mt^2 y maíz amarillo (para la gallinas) con 288 mt^2 plantados.

El tratamiento que le da a los perales, aparte de una pequeña poda es construir una taza y agregarles guano de oveja. La producción es bastante poca, todo para consumo familiar. Algunos perales son bastante longevos (diámetros sobre 50 cm y alturas sobre 8 metros), y más que nada están para brindar sombra en vez de producir peras.

Subsistema ganadero:

No cuenta con animales en el predio.

INFOR

Subsistema forestal:

El componente arbóreo es utilizado para delimitar el área con los terrenos de los vecinos. También hay una gran cantidad de chañares dispuestos para controlar el avance de las dunas.

El manejo que se les realiza a los árboles es bastante simple y se traduce a cortar las ramas que estorban el paso y luego disponerlas entre los árboles como cercos.

Principales limitaciones y problemas:

El principal problema es la dureza del terreno, que obliga a utilizar maquinaria pesada, la que no es fácil de conseguir.

Las malezas también son un problema, principalmente la grama, que es una especie estolonífera difícil de erradicar.

Discusión:

Este predio se caracteriza por poseer un poco de todo (maíz, alfalfa, perales, granados) y ser manejado por una sola persona.

Es el único propietario que ha trabajado dinámicamente para contrarrestar el ingreso de la duna a su terreno, con un tipo de canal que recoge los sedimentos, los transporta y los deposita a varios metros alejado de su propiedad.

Al igual que en los otros predios, se utiliza el árbol principalmente como cerco vivo, formando parte de los límites de las propiedades vecinas.

Además, el propietario utiliza los frutos del algarrobo para hacer añapa (harina dulce) y aloja (chicha), dándole un uso alternativo a los árboles.

BIBLIOGRAFÍA

BOSQUES Y DESARROLLO N°3, (1993), "Recursos forestales para mejorar la calidad de vida".

BOSQUES Y DESARROLLO, N°8, (1993), "Sistemas agroforestales: una opción para el agro.

CONAF/DFPA, (1993), "Potencial agroforestal en la zona de precordillera de las Regiones I y II de Chile", *Proy. Desarrollo Forestal Participativo de los Andes*, FAO/GOB. HOLANDA/CONAF, Documento Técnico, N°4, La Serena, Chile.

CONAF/DFPA, (1994), "Una estrategia para el desarrollo forestal campesino en Chile",*Proy. Desarrollo Forestal Participativo de los Andes*, FAO/GOB. HOLANDA/CONAF, Documento de Trabajo, N°4, La Serena, Chile.

INFOR

CONAF/DFPA, (1994), Propuesta de desarrollo para los recursos forestales del género Prosopis en la Pampa del Tamarugal y en las regiones II, III y IV de Chile", *Proy. Desarrollo Forestal Participativo de los Andes*, FAO/GOB. HOLANDA/CONAF, Documento Técnico, N°7, La Serena, Chile.
CONSECOL, (1988), "Diagnóstico agrícola de la provincia de El Loa", Informe Final. Consultores ecológicos y ambientales Ltda.
CORNEJO, Roberto, (1992), Manual Técnico de Manejo Silvopastoral. Ministerio de Agricultura, CONAF.
DFC/FAO/DFPA, (1994), "Manual del extensionista forestal andino", *Proyecto Regional*, FAO- Holanda, *Desarrollo Forestal Participativo de los Andes*, Quito, Ecuador.
FAO/DFPA, (1992), "Herramientas para la validación de prácticas agroforestales en los Andes", *Proy. Desarrollo Forestal Participativo de los Andes*, Quito, Ecuador.
FAO, (1994), Consulta de expertos sobre "El Avance de la agroforesteria en zonas áridas y semiáridas de América Latina y el Caribe".
KIMD,T., (1992), "Herramientas para la validación de prácticas agroforestales en los Andes", *Proyecto Desarrollo Forestal Participativo de los Andes*.
MARTÍNEZ, A.B., (1994), "Manejo agroforestal en Quillagua; una experiencia ejemplar", Chile Forestal, N°220, CONAF, Chile, pp.6-7.
MARTÍNEZ,A.B., (1996), "El género Prosopis", Alternativa Agroforestal Zona Altoandina, II Región, CONAF, Antofagasta.
M.O.P., (1986), **Balance hídrico nacional**, I I Región.
NUÑEZ, L. (1974), "La agricultura prehistórica en los Andes meridionales", Universidad Católica del Norte.
PADILLA,E., (1993), "Potencial agroforestal en la zona de precordillera de las regiones I y II de Chile", Documento técnico, N°4, Proyecto FAO/HOLANDA DFPA.
PADILLA, S.M., (1993), "La agroforestería como alternativa de uso de la tierra", Documento Técnico, Perú.
INDAP/TEA/MIDEPLAN/UNION EUROPEA, (1994), "Prog. fomento al desarrollo productivo rural", Documento de Trabajo, Progr. Chile Norte.
SQUELLA, N., SOTO, A., (1993), "Desarrollo de sistemas agroforestales en la zona de tendencia desértica y mediterránea árida y semiárida de Chile", Documento Técnico, N°5, Proyecto FAO/HOLANDA DFPA.
TALLER DE ESTUDIOS REGIONALRES, (1993) "Diagnóstico base para implementación de proyecto de desarrollo forestal participativo en los Andes de Chile", Informe final.
UNIVERSIDAD DE CHILE, (1993), *Seminario de agroforesteria, potencialidades y restricciones dentro del desarrollo del sector forestal chileno.*

INFOR

UTILIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ESPECIES NATIVAS POR EL HOMBRE: ESTUDIO DE CASO DE CACTÁCEAS COLUMNARES [1]

G. Montenegro [2], L. Iturriaga [2], V. Martínez [2] y B.T. Timmermann [2]

RESUMEN

Entre los factores más importantes que llevan a la reducción de la biodiversidad son el aumento del consumo de recursos naturales, lo que lleva a la destrucción de hábitat alterando las condiciones ecológicas para la vida silvestre, y el otro es el limitado conocimiento que se tiene de los componentes básicos de la biodiversidad y su relación con la función del ecosistema. En la zona central de Chile se han sumado a la intensidad de uso de ciertas especies con fines comerciales otros impactos, tales como el sobrepastoreo por ganado caprino, el uso de perennes leñosas como fuente de energía y los incendios producidos por el hombre. El propósito de este estudio fue diagnosticar el estado de conservación de especies dominantes presentes a lo largo de un transecto altitudinal de Chile central a la altura del paralelo 33 analizando las amenazas específicas en relación a la utilización humana y la distribución de las especies en altitud y tipo de comunidad a la que pertenecen. Los resultados obtenidos fueron comparados con las categorías de estados de conservación de las especies en el Libro Rojo de la Flora Terrestre Chilena (Benoit, 1987).

De un total de 164 especies vegetales analizadas, sólo 5 aparecen en el libro rojo, tres especies en la categoría de vulnerables y dos en la categoría de raras. Se determinó que varias formas de utilización constituyen una seria amenaza a las comunidades de plantas de esta región. Todas las especies estudiadas (n=164) han sido mencionadas en la literatura como de importancia medicinal, sin embargo, el análisis mostró que sólo un 16% es comercializada. El 41% de las especies aparecen vulnerables por su intensa comercialización con fines de decoración. Otras fuentes de explotación humana incluyen el consumo de ellas como fuente de alimentos, de condimentos, de compuestos químicos para la industria de cosméticos, como leña y carbón. Un 36% de las especies estudiadas mostraron ser usadas intensamente por *Apis mellifera* como fuente de polen y/o néctar ofreciendo un servicio directo a las comunidades locales, las cuales obtienen miel, polen corbicular y propóleo, recursos vegetales ricos en proteínas y carbohidratos y, como fuente potencial de antibióticos y antimicóticos respectivamente.

Por otra parte, el uso de algunas especies para la fabricación de artesanía, comercializadas tanto dentro como fuera del país, mostró que especies de Cactáceas son intensamente utilizadas con estos fines, principalmente en la fabricación de palos de agua y de otros objetos de artesanía. Un estudio detallado se centró en dos especies de cactus columnares de los géneros *Trichocereus* y *Eulychnia* determinándose la densidad, cantidad, tipo de daño y las

[1] Fondecyt 1040655 a Montenegro G. y NIH U01 TW/CA 00316-01 a Timmermann B.T.

[2] Departamento de Ecología. P. Universidad Católica de Chile.

INFOR

clases de tamaño de estas especies en sitios protegidos (Reserva Nacional La Chinchilla y Parque Nacional La Campana) y en sitios expuestos al efecto antrópico (Matancilla y Til-til) para definir patrones de intensidad de uso de regeneración.

Los resultados mostraron diferencias significativas entre los sitios expuestos y no expuestos a la influencia antrópica, en relación a todos los parámetros analizados en las dos especies, aun cuando los resultados no son tan alarmantes como se pensaba, ya que el uso de estas especies y los individuos presentes se encuentran muy dañadas. De esta manera si bien en estos momentos no se puede afirmar que estas especies estén en la categoría de peligro, sin duda son especies altamente vulnerables a llegar a la categoría extrema en un futuro muy cercano, si no se controla la exportación y se desarrollan planes de manejo apropiados que permitan el uso sustentable de las mismas.

INFOR

SILVICULTURA DE FORMACIONES NATIVAS

Antonio Vita A. [1]

INTRODUCCIÓN

En mayor o menor medida, todas las zonas áridas y semiáridas han sido sometidas a un nivel de extracción de recursos naturales superior a su capacidad de producción, por lo que en la actualidad se encuentran afectadas por algún grado de desertificación. Es muy frecuente que en condiciones donde este flagelo ha sido más intenso se produzca un empobrecimiento de las poblaciones locales, lo que se manifiesta a través de una menor seguridad alimentaria, emigraciones y ruptura de los núcleos familiares. Los habitantes que permanecen en esos ambientes tratan de sobrevivir intensificando la explotación de un recurso ya bastante deteriorado, lo que acentúa los procesos de desertificación.

La forma más efectiva y realista de combatir la desertificación y revertir el proceso de degradación de las tierras, es a través de un manejo sostenible de los recursos agropecuarios y forestales, en que se debe tratar de conciliar las causas de deterioro de los ecosistemas con el manejo. Para ello, es necesario que los ecosistemas sean intervenidos de acuerdo a su condición actual y a su potencialidad.

La silvicultura en zonas áridas se caracteriza porque se aplica en condiciones ecosistémicas y socioeconómicas muy diferentes a la silvicultura tradicional que se practica en ambientes más húmedos. Ello se debe fundamentalmente a que, como consecuencia de la escasez de precipitaciones, en condiciones de secano no es posible la obtención de madera de alta calidad o grandes volúmenes de biomasa.

En los sectores de secano las demandas de las poblaciones locales están dirigidas hacia la satisfacción de necesidades básicas, como es el caso de la alimentación. La silvicultura puede contribuir a este propósito a través de la producción de forraje para los animales, particularmente en períodos secos en que los pastizales no se desarrollan y la mayoría de los arbustos nativos se encuentran en estado de marchitez temporal. También es de primera prioridad la producción de leña para la preparación de los alimentos y para calefacción.

En los sectores bajo riego, las demandas están encaminadas hacia el mejoramiento de la infraestructura para los cultivos frutales, a través de polines, rodrigones y otros elementos similares. En algunos casos, existe demanda de astillas para la fabricación de celulosa.

Todos los productos señalados tienen en común su origen a partir de ejemplares de dimensiones comparativamente menor a los de zonas más húmedas (Vita, 1993a). Por

[1] Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile

INFOR

consiguiente, las técnicas silviculturales apropiadas para las zonas áridas y semiáridas necesariamente difieren de las utilizadas en zonas más húmedas.

Cuando se llevan a cabo programas para revertir los procesos de desertificación las primeras acciones generalmente están dirigidas hacia la forestación, porque lo más prioritario es recuperar las áreas degradadas, debido a la gran extensión de superficies afectadas. Es por ello que, en el caso de Chile, existe un nivel adecuado de conocimientos en forestación de zonas áridas, no obstante que aún queda mucho por avanzar.

Distinta es la situación del manejo silvicultural de los bosques y matorrales nativos, donde el nivel de conocimientos es muy escaso, tanto en Chile como en otros países. La aplicación de tratamientos silviculturales en recursos leñosos nativos permite la obtención de bienes y servicios a un costo muy inferior al de las plantaciones. La forestación en zonas áridas y semiáridas se caracteriza por su elevado costo, debido a que es necesario aplicar técnicas silviculturales intensivas para mejorar la supervivencia y productividad de las plantaciones.

En consecuencia, el interés de la ordenación de los bosques naturales en las zonas áridas y semiáridas ha sido planteado por diversos autores, entre los que destacan Fries y Heermans (1992) para el caso del continente africano. En Chile aún existen importantes extensiones de terrenos cubiertos de vegetación leñosa que, mediante un manejo silvicultural, pueden contribuir significativamente a elevar el nivel de vida de las poblaciones locales (Vita, 1993b).

Por lo tanto, el objetivo de esta presentación es analizar las características generales de la silvicultura de formaciones nativas en zonas áridas y semiáridas.

INTERÉS DEL MANEJO SILVICULTURAL

El manejo silvicultural de bosques y matorrales nativos presenta varias ventajas respecto a la alternativa de forestación:

Ventajas económicas

En el manejo silvicultural de formaciones leñosas nativas se parte de un material ya existente, en contraste con la forestación, en que es preciso crearlo. Para implantar un recurso en forma artificial se requiere realizar un estudio del área con el propósito de elegir la especie más adecuada para el sitio; obtener las semillas; pretratarlas, si es el caso; producir las plantas en vivero o proceder a su siembra directa en terreno; transportar los ejemplares al lugar de forestación; y, efectuar la plantación, previa preparación del terreno. Todo ello supone un costo aproximado de $ EE.UU. 500/ha.

INFOR

La aplicación de tratamientos silviculturales implica la selección de la estructura de manejo; eventual preparación del terreno, en el caso de la regeneración natural por semillas; corta parcial de vegetación indeseable; adecuar la arquitectura de los ejemplares según los objetivos del manejo; mejoramiento de las condiciones de crecimiento de los individuos seleccionados, a través de cortas intermedias; y, eventualmente, actividades de enriquecimiento. Lo anterior puede significar un costo de $ EE.UU. 200/ha.

Ventajas ecológicas

Al trabajar con la vegetación existente, las modificaciones al ecosistema son mínimas en relación a las que pueden producirse como resultado de la introducción de algunas especies foráneas, cuando esta actividad no es el resultado de un exhaustivo análisis previo del sitio.

Al aplicarse tratamientos silviculturales en formaciones nativas, permanece al menos una de las especies originales. Los cambios pueden ocurrir en la participación relativa de las diversas especies y, en la estructura.

Crecimiento

Como se verá más adelante, la regeneración vegetativa constituye el modo de regeneración más usado en zonas áridas y semiáridas. Estudios realizados en espino *(Acacia caven)* en la zona árida de Chile, indican que el rebrote de cepa crece en promedio 65 cm anuales en altura. En cambio, las mejores especies exóticas, de los género *Acacia* y *Eucalyptus*, no alcanzan los 60 cm en promedio anual, en condiciones de forestación habitual para la zona (Vita y Grez, 1992). Mejores desarrollos se pueden obtener a través de una preparación más intensiva del sitio, fertilización y riego, pero ello significa un aumento en los costos de forestación.

Es preciso agregar que el espino compite favorablemente con las especies exóticas de los géneros señalados en calidad de producción de forraje y leña.

LIMITACIONES DEL MANEJO SILVICULTURAL

La aplicación de tratamientos silviculturales en formaciones vegetales nativas puede presentar las siguientes limitaciones:

1. Disponibilidad de formaciones vegetales manejables

Para que sea factible la aplicación de tratamientos silviculturales en formaciones vegetales nativas deben existir ejemplares de especies de interés para los objetivos del manejo, en cantidad suficiente para constituir la base para las intervenciones. Como valor de referencia, en zonas áridas y semiáridas se puede considerar que la cobertura de los ejemplares, cualquiera sea su etapa de desarrollo, no debiera ser inferior a 10%.

INFOR

En zonas secas, esta condición no es la más común, debido a los efectos regresivos de acción antrópica inadecuada.

2. Uniformidad de las formaciones

Como resultado de la sensibilidad de la vegetación de las zonas áridas y semiáridas a los cambios topográficos y microclimáticos, como asimismo, a las diversas formas de uso en el pasado, la vegetación natural se expresa como un mosaico de distintas situaciones que se diferencian entre si en composición, estructura y cobertura.

A través del manejo silvicultural esta situación puede cambiar, dentro de ciertos límites.

Si bien es cierto que las plantaciones también responden en forma distinta a los cambios topográficos, es posible obtener rodales más homogéneos.

3. Dificultad de gestión

La condición heterogénea en que se encuentra actualmente la mayoría de las formaciones vegetales nativas implica una gestión compleja, particularmente durante la etapa de transición hacia un sistema más ordenado. Para la consecución de este propósito en la mayoría de los casos es necesario aplicar simultáneamente diversos tipos de intervenciones silviculturales a nivel de unidad silvicultural. Ello se traduce en la necesidad de una mayor participación de personal calificado en la planificación, ejecución, control y evaluación del manejo silvicultural.

4. Mejoramiento genético

Mediante las plantaciones es posible incorporar ejemplares mejorados genéticamente a través de un proceso que puede ser de alta intensidad. En cambio, mediante el manejo silvicultural solamente se puede mejorar en base al material vegetal presente en el lugar.

FORMACIONES LEÑOSAS NATURALES

Las formaciones leñosas existentes en las zonas áridas y semiáridas presentan características estructurales y de funcionamiento que difieren significativamente de las formaciones en zonas húmedas (Vita, 1993b). La mayoría de los bosques presentes en dichos ambientes están constituidos por especies espinosas, preferentemente de los géneros *Acacia* y *Prosopis*. En los ecosistemas de tipo mediterráneo predominan las especies esclerófilas, pudiendo estar presentes, además, coníferas tales como *Pinus*, *Cupressus* y *Juniperus*.

En la zona de clima desértico de Chile son potencialmente importantes *Prosopis tamarugo* (tamarugo) y otras especies del género; como asimismo, algunos *Atriplex*; mientras que, en la

INFOR

zona altiplánica, existen formaciones de *Polylepis besseri* (queñoa) y *Azorella compacta* (llareta).

En la zona de clima mediterráneo perárido, *Geoffroea decorticans* (chañar) constituye un importante recurso para satisfacer la necesidades de leña y de forraje. También se encuentran presentes *Prosopis chilensis* (algarrobo), *Prosopis flexuosa*, *Balsamocarpon brevifolia* (algarrobilla) y algunos *Atriplex*.

Entre las formaciones arbóreas presentes en la zona de clima mediterráneo árido se pueden mencionar aquellas constituidas por *Acacia caven* (espino), *Lithraea caustica* (litre), *Quillaja saponaria* (quillay), *Prosopis chilensis*, *Porlieria chilensis* (guayacán) y *Caesalpinea spinosa* (tara); mientras que entre las arbustivas son importantes *Flourensia thurifera* (maravilla del campo), *Caesalpinea angulicaulis* (retamo), *Bridgesia incisaefolia* (rumpiato), *Atriplex repanda* (sereno) y varias especies de *Adesmia* (varillas).

En las zonas de clima mediterráneo semiárido y subhúmedo las especies esclerófilas pasan a constituir los tipos vegetacionales más característicos de dichos ambientes, aunque también son importantes las especies espinosas. Entre las esclerófilas, aparte de algunas de las ya mencionadas, aparecen *Cryptocarya alba* (peumo), *Peumus boldus* (boldo), *Maytenus boaria* (maitén) y *Beilschmiedia miersii* (belloto). Además, se encuentran formaciones de *Jubaea chilensis* (palma chilena).

La vegetación de los ambientes señalados se caracteriza por una alta dependencia de los factores edáficos y, particularmente, fisiográficos y topográficos; estos últimos, en razón de su efecto sobre las condiciones climáticas locales. Si a lo anterior se agrega los diferentes tipos de acción antrópica ejercidos en el tiempo y en el espacio, se configura una situación actual de las formaciones vegetales caracterizada por su alta heterogeneidad, en términos de composición, estructura y condición. Ello trae como consecuencia efectos importantes en los proyectos de forestación y de manejo silvicultural de las formaciones nativas.

PARTICULARIDADES DE LA SILVICULTURA EN ZONAS ÁRIDAS

En relación a la silvicultura tradicional que se aplica en condiciones de clima más favorables, la silvicultura en zonas áridas presenta algunas particularidades que le permite adaptarse a las restricciones ambientales y socioeconómicas que caracterizan a dichas zonas.

Desde el punto de vista estructural, los bosques en zonas áridas tienden a ser más abiertos, como mecanismo de adaptación para la cantidad limitada de agua disponible. Debido a esta misma razón, la baja productividad de los ecosistemas hace que ésta deba ser compensada por un aumento de la superficie sometida a manejo para satisfacer una demanda similar de fitomasa leñosa. En el caso de propietarios pequeños y medianos, frecuentemente el tamaño de sus tierras no les permite desarrollar una actividad agrícola, ganadera o forestal, en forma

INFOR