

ANDREA PARDINI - PATRIZIA GREMIGNI - FRANCESCA LONGHI - PIERO LOMBARDI

IMPATTO DEL «LEY FARMING SYSTEM» SULLE RISORSE AMBIENTALI DELL'AUSTRALIA OCCIDENTALE (*)

Introduzione. – Lo Stato dell'Australia Occidentale (Western Australia) ha una superficie di 252.762.000 ha pari a 8,4 volte il territorio italiano. Entro questa grande estensione territoriale circa 34 milioni di ha (fig. 1) sono influenzati da clima di tipo mediterraneo, con estati calde e siccitose e inverni miti e piovosi. Secondo la definizione di Ashmann (1973) si possono considerare mediterranei quegli ambienti che hanno particolari parametri di piovosità totale annua (compresa fra i 275 e i 900 mm) e di temperatura media annua (uno dei mesi invernali deve avere temperatura media inferiore a 15 °C, ma il numero totale di ore annue con temperature inferiori a 0 non deve eccedere il 3%), ma che hanno anche il 65% delle precipitazioni concentrate nella metà dell'anno intorno all'inverno. Lo stesso tipo di clima è presente anche in altri cinque areali geografici, incluso il bacino del Mediterraneo dove raggiunge la sua massima diffusione (Walter, 1973).

A causa delle similitudini climatiche con il bacino del Mediterraneo, nella regione meridionale dell'Australia Occidentale vengono coltivate specie comuni anche in Italia, in primo luogo il frumento, la cui coltura viene effettuata sulla base di una rotazione biennale con il pascolo nota come «ley farming system» (fig. 2).

Fra i vantaggi del *ley farming* vi è la possibilità di rifornire di azoto il terreno, per lo più sabbioso, poco fertile e scarsamente capace di trattenere gli elementi nutritivi che vengono rapidamente lisciviati dalle piogge. A causa di queste caratteristiche, la fertilizzazione minerale ha scarso risultato economico e viene ovunque sostituita con rotazioni biennali che includono leguminose foraggiere azotofissatrici e che vengono fatte pascolare a ovini che apportano ulteriore fertilità per mezzo delle loro restituzioni.

(*) L'articolo è stato scritto presso il Dipartimento di Scienze Agronomiche e Gestione del Territorio Agroforestale dell'Università di Firenze (A. Pardini, F. Longhi e P. Lombardi) e presso il Centre for Legume Introduction in Mediterranean Agriculture di Perth (P. Gremigni). Gli autori hanno collaborato in parti uguali.

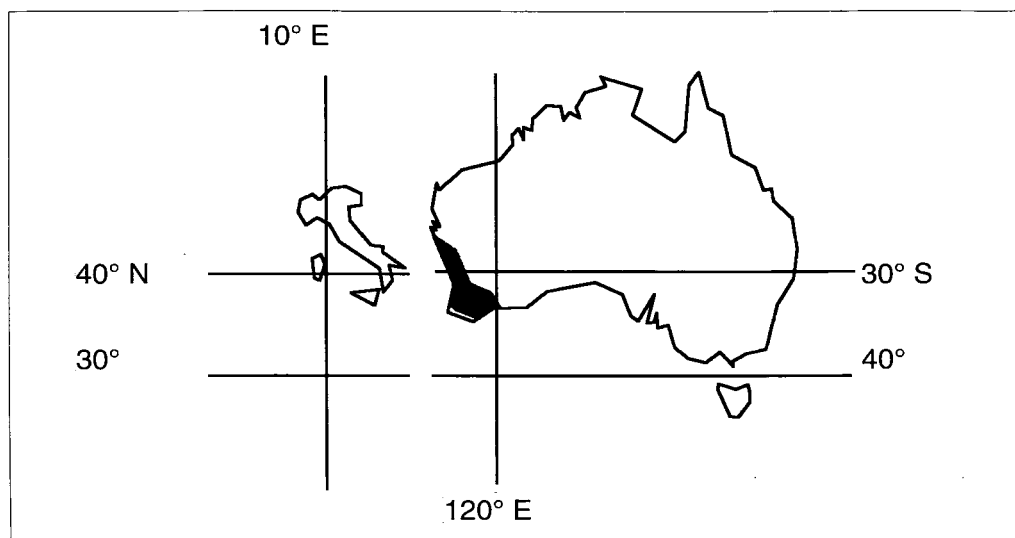


Fig. 1 – *Distribuzione dell'area influenzata dal clima mediterraneo nell'Australia Occidentale*

Questo tipo di sistema colturale ha avuto molto successo ed è stato esteso su quasi tutta la superficie ricavata dalla distruzione della foresta originaria, costituita da varie specie di *Eucalyptus*, circa 18 milioni di ha. Il taglio della foresta è stato seguito dall'introduzione di specie annuali (*Triticum aestivum* e *T. durum*, *Trifolium subterraneum*, *T. brachycalycinum*, *T. yanninicum*, *Brassica sp.*) e tutte dotate di apparati radicali poco profondi e poco estesi. Dal 1970 il lupino (*Lupinus sp.*) ha sostituito il trifoglio sotterraneo nella rotazione con il grano su circa 1,3 milioni di ha nel Sud-ovest dell'Australia Occidentale (Perry e altri, 1998). Le specie erbacee introdotte sono in grado di utilizzare soltanto una percentuale molto bassa di acqua meteorica che, in passato, veniva estratta in quantità molto maggiori dalle profonde radici degli alberi. Il cambiamento nella quantità di acqua utilizzata su una superficie tanto ampia ha causato l'innalzamento del livello della falda freatica. L'acqua, a sua volta, ha portato i sali in soluzione fino allo strato superficiale del terreno e ha causato l'avvio di notevoli problemi di salinizzazione.

Il *ley farming system* viene ritenuto responsabile anche di altri tipi di degrado del suolo, quali l'aumento di acidità, la compattazione causata dal pascolamento continuo e dalla mancanza di lavorazioni, l'erosione idrica ed eolica (*State of the Environment*, 1992). Nell'insieme vengono misurate gravi riduzioni della produttività e della biodiversità. La perdita economica totale dovuta al ridotto valore della terra e alla perdita o riduzione della produttività a causa della salinità è stata stimata (*Western Australia Salinity Action Plan*, 1996) in circa 1.445 milioni di dollari australiani (il valore attuale del dollaro australiano è di circa 1.200 lire). Gli stessi autori stimano anche una perdita di altri 64 milioni di dollari l'anno se il ritmo di salinizzazione sarà mantenuto anche soltanto sui livelli attuali.

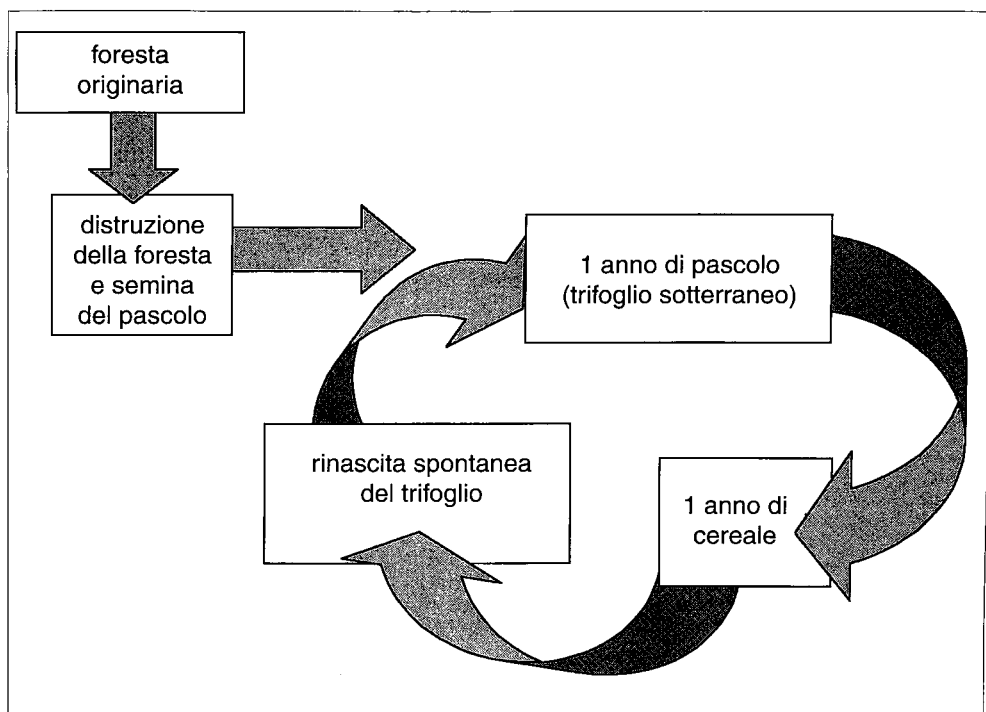


Fig. 2 – Schema del ley farming system dopo il taglio della foresta

L'impatto di un secolo di agricoltura nell'Australia Occidentale è stato dirompente: il sistema del *ley farming* viene oggi riconosciuto insostenibile a medio e lungo termine e si stanno cercando soluzioni soprattutto per limitare l'aumento di salinità e di acidità (Reeves e Ewing, 1993; Ewing, 1996).

Origine ed evoluzione storica del problema della salinizzazione. – Per superficie affetta da salinità si intende «quella che si presenta salina, sodica o fortemente alcalina in qualunque profondità entro il metro più superficiale di suolo» (Parliament of Western Australia, 1988).

L'origine geologica dei sali viene fatta risalire alla presenza dell'oceano durante il Miocene (Clarke e altri, 1945; Burvill, 1947; Simpson, 1926; Erikson, 1959) e alla salinità che è stata successivamente apportata dai venti e dalle piogge provenienti dall'Oceano Indiano (Eriksson, 1960; Waller, 1926). È stato calcolato che gli spostamenti delle masse d'aria oceaniche abbiano apportato sali, prevalentemente cloruro di sodio, in quantità di circa 20-200 kg per ettaro e per anno per migliaia di anni (Hingston e Gailitis, 1976). Le misure condotte indicano che nella regione sud-occidentale dell'Australia Occidentale sono depositate da 100 a 10.000 tonnellate di sali sotto ogni ettaro di terra (CEO, 1996).

Tuttavia il problema della salinizzazione del suolo nell'Australia Occidentale è sorto soltanto in seguito alla messa a coltura di terreni forestali, che ebbe ini-

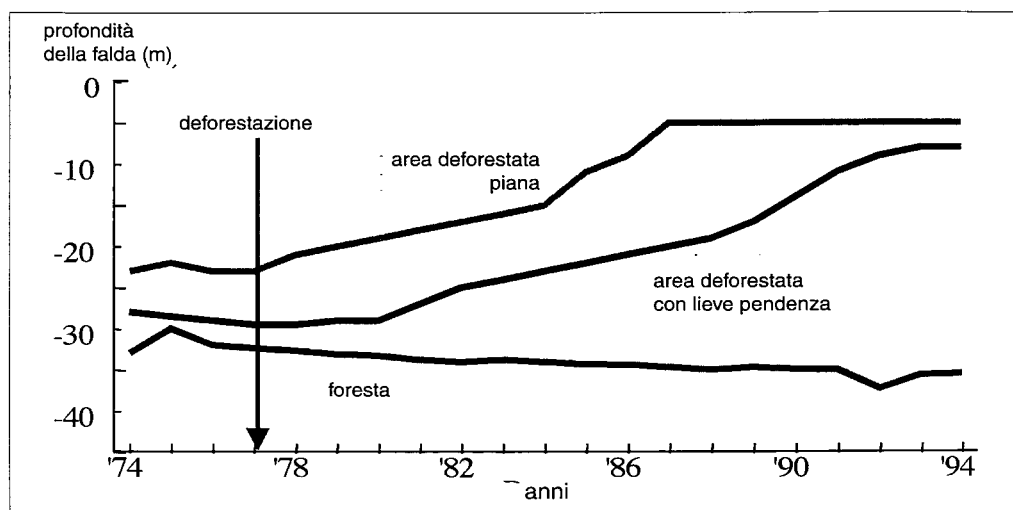


Fig. 3 – *Evoluzione della profondità della falda freatica dal 1974 al 1994 in due terreni deforestati in confronto con un'area forestale a Lemon, località dell'Australia Occidentale con 750 mm di piovosità annuale*

Fonte: CEO, 1996

zio intorno al 1900 (Smith, 1986). Contrariamente a molti casi di salinità che si verificano nel mondo e che sono connessi con l'irrigazione, nell'Australia Occidentale questo problema si sta sviluppando in aree di agricoltura non irrigua e in modo particolare nelle aree con minore piovosità. La salinità naturale è più accentuata nelle aree con scarsa piovosità, in quanto generalmente piatte e poco drenanti, rispetto a quella che si riscontra in aree ad alta piovosità che però sono anche in modesto pendio e meglio drenanti.

Il problema della salinizzazione fu riconosciuto inizialmente in relazione ai rifornimenti idrici necessari lungo la Great Southern Railway. Una diga costruita a Cranbrook nel 1888 per il rifornimento della ferrovia divenne eccessivamente salina 14 anni dopo. Un'altra costruita nello stesso anno nei pressi di Hotham River divenne inutilizzabile per i bollitori delle locomotive a partire dal 1910. L'acqua del fiume Blackwood, che veniva usata per lo stesso scopo, divenne inutilizzabile nel 1904. Wood (1923) aveva già riconosciuto il legame fra la distruzione della foresta, la coltivazione della terra e l'incremento di salinità nella falda e nei corsi d'acqua.

Il problema della salinizzazione divenne molto esteso con la distruzione della foresta nella fascia dei 380-640 mm di piovosità annuale. Il livello della falda salì in molti pozzi e l'acqua divenne contemporaneamente salina. La rapidità della salinizzazione risultò variabile a seconda dei luoghi ma solitamente si verificò fra i 10 e i 20 anni dopo la distruzione della foresta.

A partire dagli anni Trenta la salinità fu riconosciuta un serio problema per l'agricoltura nella fascia di 280-640 mm di piovosità annuale. Questo problema non si sviluppò nella fascia più meridionale dove si associano elevata piovosità

invernale (oltre 640 mm) e buon drenaggio dei suoli che consentono lisciviazione invernale. Nonostante la rapida crescita del problema, per numerosi anni non furono disponibili altri dati statistici. Burvill (1956) pubblicò i risultati di un'indagine condotta su 10.576 aziende e su quasi 10.800.000 ha, e mostrò che circa il 25% delle aziende aveva problemi di salinità che potevano essere riferiti alle modalità di coltivazione, su circa 72.400 ha totali. Il legame fra il problema della salinità e le pratiche agricole è stato riconosciuto da molto tempo (Burvill, 1946). Nonostante che alcuni rapporti ufficiali recenti siano incompleti perché il bilancio idrico del terreno è fornito senza la misura della percolazione (*Western Australia Salinity Action Plan*, 1996), i dati riportati sono sufficienti a evidenziare la stretta relazione fra rimozione della vegetazione originaria e innalzamento della falda freatica. Questo legame è stato anche ampiamente confermato sulla base di dati sperimentali (George, 1991; CEO, 1996) registrati in numerose località dove la falda freatica è salita nelle aree deforestate (fig. 3). In certi casi il livello della falda è aumentato anche di quasi 20 metri in 20 anni. Un censimento dei terreni divenuti salinizzati tra il 1955 e il 1993 ha indicato un incremento della salinità del 700% in certe aree, nei 38 anni indicati (CEO, 1996).

Estensione ed evoluzione del problema. – L'Australia Occidentale si trova oggi a dover fronteggiare problemi di degradamento ambientale molto estesi e importanti. L'entità del problema è chiaramente definita in un recente studio che ha riguardato i territori naturali inutilizzati, i parchi e le riserve naturali, le riserve aborigene, le concessioni pastorali dell'interno e le terre agricole (*State of the Environment*, 1992).

Territori inutilizzati, parchi e riserve naturali, riserve aborigene. Si estendono su 138.691.300 ha, pari al 54,9% della superficie dello Stato. In tutte queste aree la vegetazione originaria risulta non intaccata o scarsamente disturbata, la frequenza delle piante arboree e arbustive e il grado di copertura vegetale sono ottimali. Lo stato di conservazione dei terreni e della vegetazione pertinenti è ritenuto buono o molto buono.

Concessioni pastorali dell'interno. Sono utilizzate soltanto con il pascolamento estensivo e senza alcuna gestione o intervento migliorativo nei confronti della vegetazione. Attualmente esistono 512 concessioni governative (*State of the Environment*, 1992) che si estendono su 95.852.000 ha (37,9% della superficie dello Stato): di questi ben 7.200.000 soffrono per l'erosione (soprattutto eolica) e, di questi, 2,5 milioni sono stati classificati come già severamente degradati ed erosi.

Terreni agricoli. La loro estensione è recentemente scesa a 16.000.000 di ha (6,5% della superficie dello Stato): di questi circa 1.800.000 sono affetti da salinizzazione. Altri 500.000 ha sono soggetti ad alluvioni durante i periodi

Tab. 1 – *Superficie (ha) affetta da salinità in Australia*

Stato	Area affetta da salinità nel 1982	Area affetta da salinità nel 1996	Area potenziale in equilibrio
Australia Occidentale	264.000	1.804.000	6.109.000
Australia Meridionale	55.000	402.000	600.000
Victoria	90.000	120.000	Ignoto
Nuovo Galles del Sud	Ignoto	120.000	5.000.000
Tasmania	Ignoto	20.000	Ignoto
Queensland	Ignoto	10.000	74.000
Territorio del Nord	ignoto	Minore (scarso)	Ignoto
<i>Totale</i>	<i>Non disponibile</i>	<i>2.476.000</i>	<i>>11.783.000</i>

Fonte: CEO, 1996

maggiormente piovosi e l'inondazione è in qualche modo causata o accentuata dai cambiamenti nel bilancio idrologico conseguenti alla continua ripetizione del *ley farming system* su vasti territori. L'erosione eolica danneggia già 50.000 ha e quella idrica ben 750.000. La struttura del suolo risulta degradata su 3.500.000 ettarie altri 8.500.000 mostrano segni di compattazione. Da 250.000 a 500.000 ha sono affetti da acidificazione. Circa 12.700 mostrano tracce di residui di pesticidi a base di idrocarburi clorurati cui si vanno aggiungendo residui di erbicidi pericolosi come *simazina* e *atrazina* il cui uso ripetuto in certi casi può provocare accumulo del principio attivo fino alla stagione di crescita successiva nonostante la loro degradazione sia favorita dalle alte temperature medie e dal basso pH (Blacklow, 1998): infatti con pH sub-acido e temperature medie di 20 °C l'atrazina ha mostrato emi-vita superiore a 100 giorni (*ibidem*).

In questo quadro piuttosto allarmante, riferito dalle fonti ufficiali australiane, il tipo di degradamento più difficile da gestire è probabilmente quello causato dalla salinizzazione.

La reale estensione dei terreni affetti da salinità nell'Australia Occidentale può soltanto essere stimata, poiché la presenza di copertura vegetale su grandi estensioni del territorio ancora indisturbato può nascondere al rilevamento parte delle aree saline (AWA, 1996) nonostante l'impiego combinato di metodologie di rilevamento dirette, aeree e satellitari. Purtroppo l'estensione del territorio, in gran parte ancora inutilizzato, rende difficoltosi gli studi sistematici e sono a lungo rimasti disponibili soltanto dati frammentari su alcune aree geografiche particolari. Nel 1988 la Commissione per la salinità del Parlamento dell'Australia Occidentale ha pubblicato alcuni dati relativi alla costa meridionale dello Stato, da cui si rileva che l'aumento medio della superficie salinizzata dal 1979 al 1984 era stato del 1,58%, ma con punte di oltre il 10% nelle aree maggiormente disboscate.

L'Australia Occidentale presenta attualmente il 70% dei terreni salini di tutta

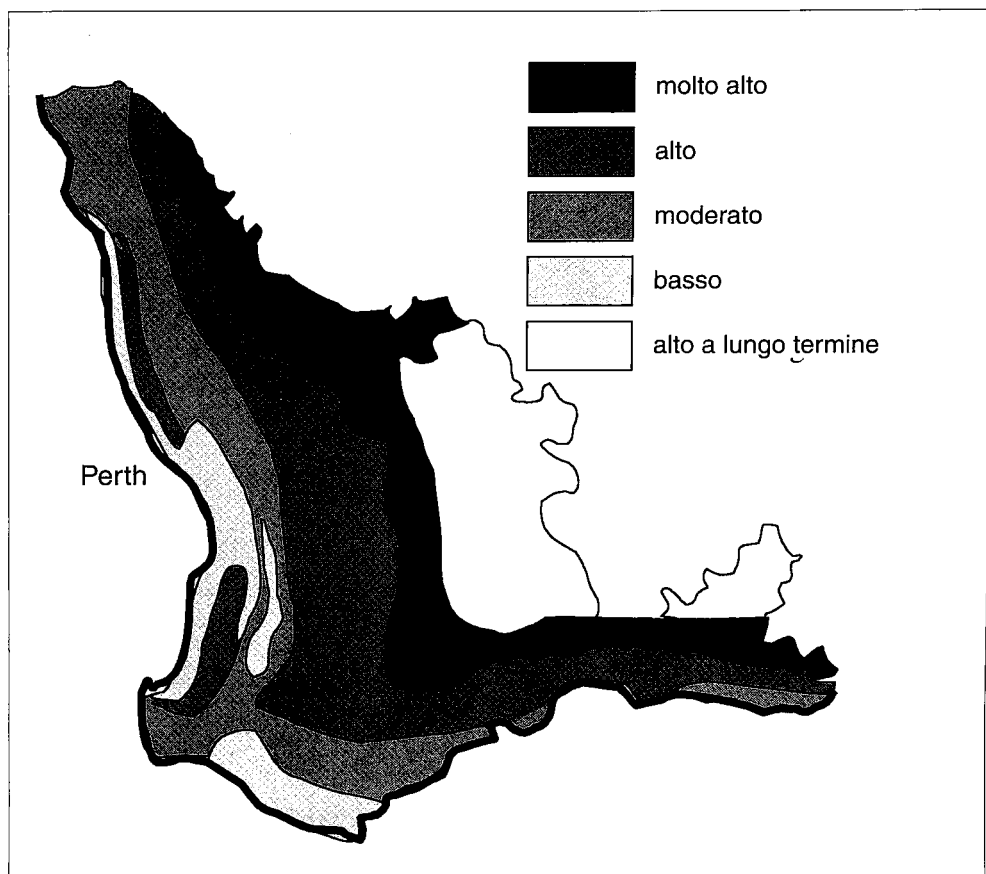


Fig. 4 – Rischio di salinizzazione nel Sud-ovest dell'Australia Occidentale

Fonte: CEO, 1996, adattata

l'Australia (tab. 1). L'attuale estensione dei terreni aziendali affetti da salinità viene stimata in 1,8 milioni di ha e quest'area si ritiene che possa raddoppiare nei successivi 15 o 25 anni e in seguito probabilmente raddoppiare ancora prima di raggiungere un nuovo equilibrio (CEO, 1996); è prevedibile che senza interventi la salinità potrà continuare ad estendersi per almeno altri 50 anni (AWA, 1996). Secondo lo State Salinity Council (1998) se il problema non venisse affrontato e i sistemi agricoli rimanessero quelli attuali, il raggiungimento del nuovo equilibrio potrà richiedere anche 200 anni nelle aree con minore piovosità, e nel frattempo sarà divenuto improduttivo non meno del 30% circa delle terre attualmente messe a coltura.

Il livello di rischio di salinizzazione è stato rappresentato graficamente (fig. 4) e risulta maggiore nelle zone interne dove i terreni sono generalmente piatti e poco drenanti. Queste zone si identificano soprattutto con la *wheat belt* (= fascia del grano) dove viene prodotto frumento.

La superficie deforestata nell'Australia Occidentale è di 19.231.360 ha, di cui

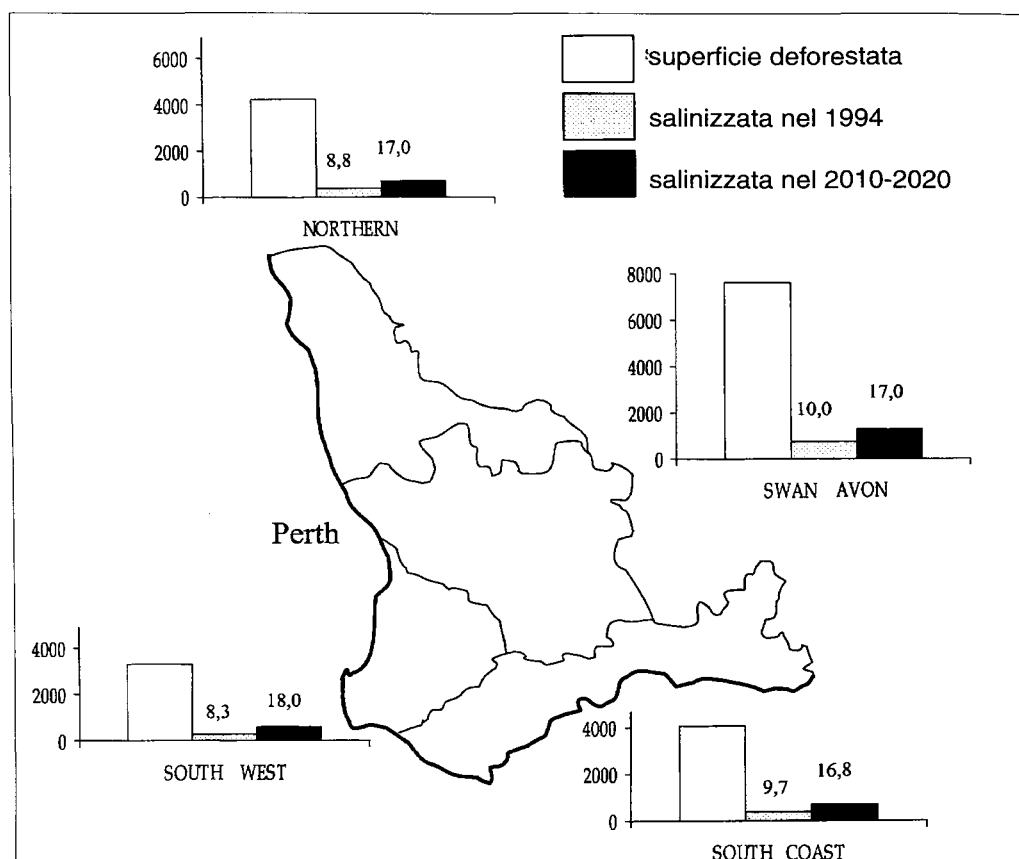


Fig. 5 – Superficie deforestata (in ha) affetta da salinità nel 1994 e nelle previsioni per il periodo 2010-2020, nelle diverse regioni idrologiche dell'Australia Occidentale

I numeri sulle colonne indicano la percentuale di terreno salinizzato rispetto alla superficie deforestata

Fonte: Ferdowsian e altri, 1996; CEO, 1996; modificata

circa il 9,4% risultava salinizzato già nel 1994; questa percentuale salirà probabilmente al 17,1 nei prossimi 10-20 anni (fig. 5).

Sono state calcolate le quantità di acque meteoriche annuali che devono essere consumate ogni anno per mantenere inalterato il livello attuale della falda ed è stata stimata la necessità minima di copertura vegetale perenne (fig. 6). Alcuni autori hanno concluso che il presente modello di agricoltura basato su specie annuali dovrebbe essere consentito soltanto sul 20% della superficie e dovrebbero essere destinate a specie legnose proporzioni di terreno molto maggiori di quelle suggerite in precedenza (Shofield e altri, 1989).

La distribuzione delle aree affette da salinità e la loro evoluzione nel tempo può essere confrontata (fig. 7) comparando la situazione nel 1974 e nel 1990 (Malcolm e Stoneman, 1976; *State of Environment*, 1992). Nel 1974 sono pre-

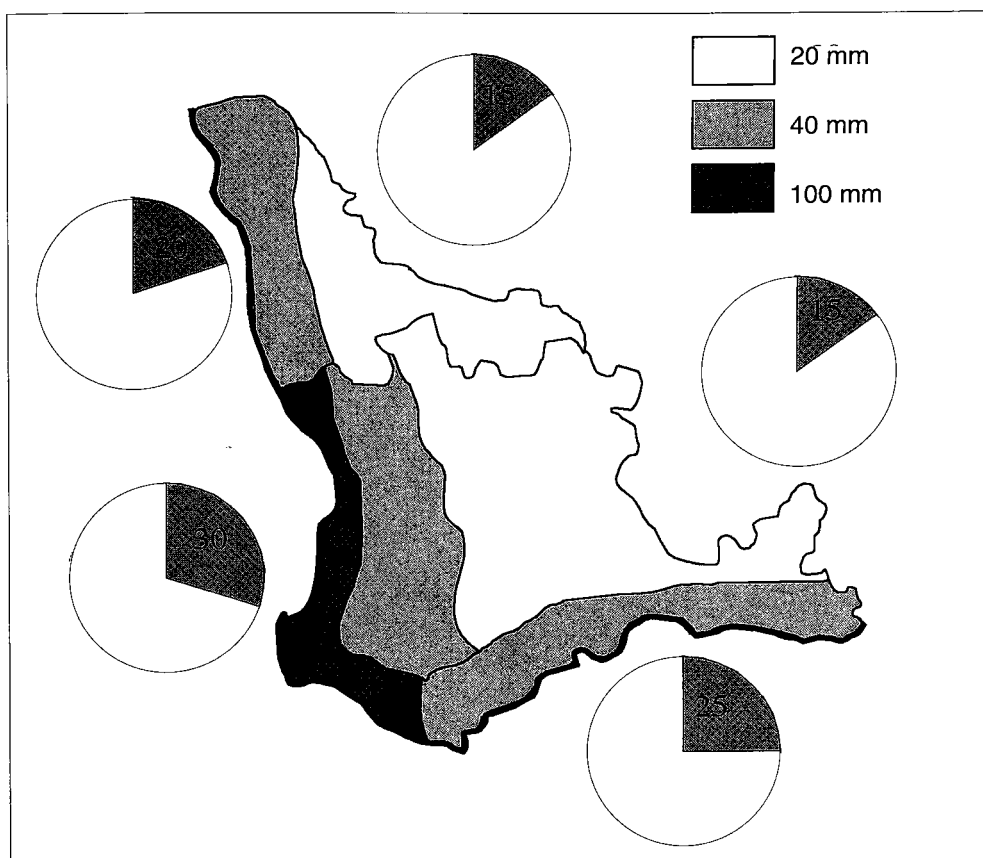


Fig. 6 – *Equivalenti di precipitazioni annue (mm) che devono essere consumati annualmente per mantenere il livello di salinità attuale, nelle diverse aree dell'Australia Occidentale*

Negli spicchi di torta sono indicate le percentuali minime di copertura di specie vegetali perenni dotate di apparati radicali profondi che devono essere mantenute per raggiungere il livello di consumo idrico indicato

Fonte: AWA, 1996, modificata

senti soltanto tre classi di percentuale di territorio salinizzato. Nel 1990 queste tre classi sono presenti su un territorio più ampio e inoltre compaiono due nuove classi con percentuale di salinizzazione maggiore rispetto a quelle presenti nel 1974.

Implicazioni economiche per il futuro. – L'incremento di salinità e di acidità dei suoli nell'Australia Occidentale sud-occidentale è un effetto della deforestazione e dell'uso agricolo del suolo, ma le sue implicazioni economiche vanno ben oltre il settore delle produzioni primarie agricole e pastorali e riguardano già anche la conservazione della biodiversità floristica e faunistica nelle aree naturali, le risorse idriche per usi civili e industriali, le infrastrutture abitative,

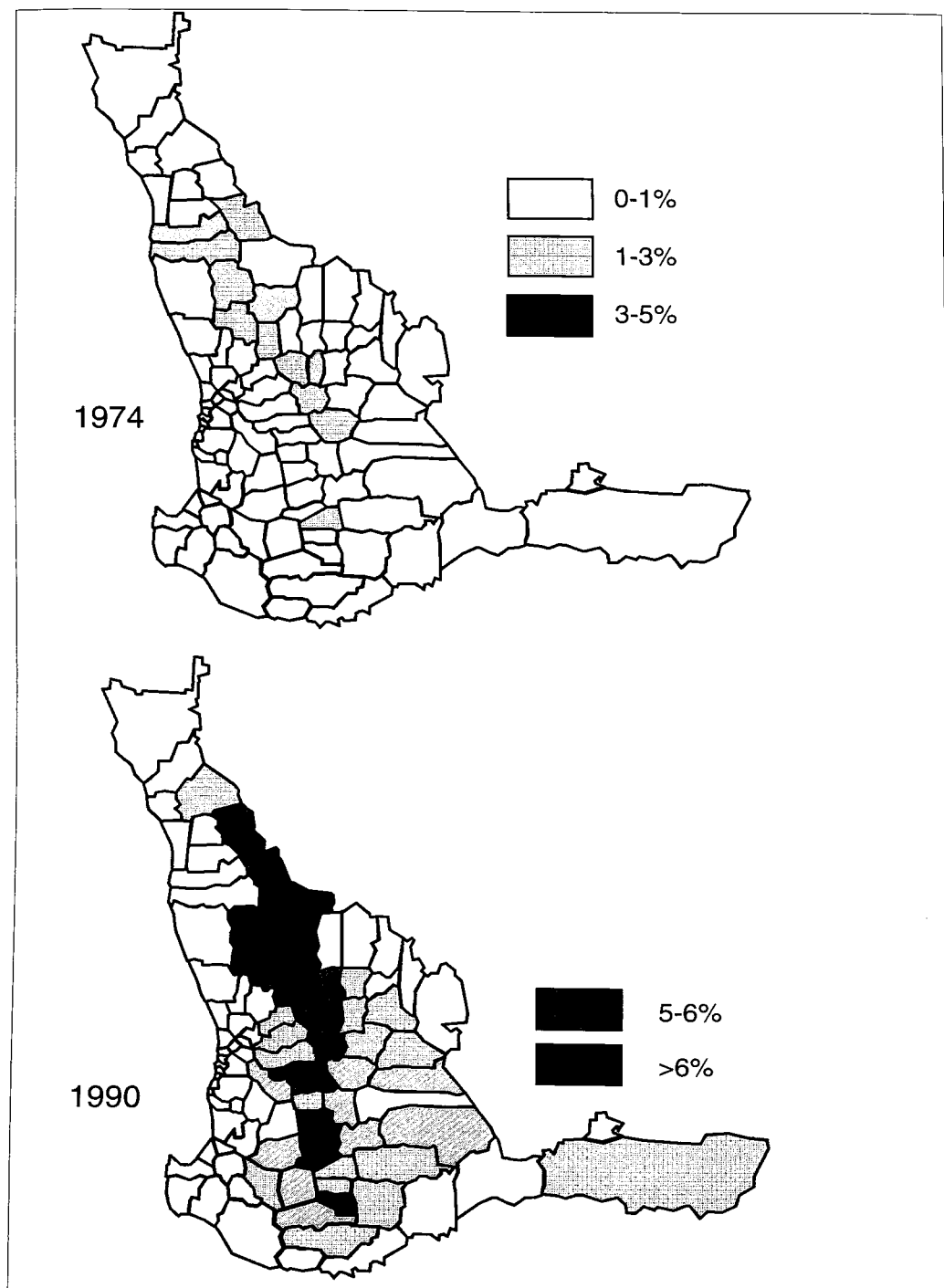


Fig. 7 – Confronto della percentuale di terreni salinizzati sulle aree deforestate dell'Australia Occidentale nel 1974 e nel 1990

Fonte: Malcolm e Stoleman, 1976; State of Enviroment, 1992

turistiche e ricreative, cui si devono aggiungere alcuni costi ambientali e sociali non quantificabili.

Produzioni agricole e pastorali. Nell'Australia Occidentale circa 1,8 milioni di ha produttivi sono già affetti da salinità e sono in grado di sostenere soltanto scarse produzioni. Il valore capitale della terra perduto in questo modo è stato stimato in 1.445 milioni di dollari australiani. Se il tasso attuale di aumento delle superfici affette da salinità verrà mantenuto è prevedibile una perdita annuale di circa 64 milioni di dollari australiani.

Biodiversità nelle aree naturali. Le inondazioni sempre più frequenti ed estese minacciano la vita delle piante arboree e favoriscono la diffusione di fitopatologie. La copertura vegetale viene ridotta e viene innescato il processo erosivo. Molte specie botaniche dell'Australia Occidentale si sono evolute in condizioni di assenza di ristagno idrico e non sono in grado di sopravvivere alle nuove condizioni ecologiche. A causa della semplificazione botanica vengono messe in pericolo anche specie animali endemiche.

Risorse idriche. L'incremento di salinità nella falda e nei corsi d'acqua farà salire i costi per la necessità di costruire nuovi depositi in aree non ancora salinizzate e per il bisogno di desalinizzare le acque il cui contenuto di sale è divenuto eccessivo. Dal 1988 sono già stati spesi circa 43 milioni di dollari australiani per la costruzione di nuovi impianti di approvvigionamento idrico. Altri 46 milioni di dollari sono stati spesi per compensare gli agricoltori del divieto di deforestare ulteriormente la terra. I costi aggiuntivi per l'industria costretta a utilizzare acqua eccessivamente salina sono stimati in almeno 15 milioni di dollari. La città di Perth dovrà essere approvvigionata con un nuovo acquedotto il cui costo si aggirerà sui 100 milioni di dollari a causa della difficoltà di usare le acque vicine divenute saline.

Infrastrutture abitative, turistiche e ricreative. L'innalzamento della falda rende molti terreni inadatti per le fondamenta di edifici e incapaci di assorbire l'acqua piovana che va perduta provocando notevoli fenomeni erosivi e alluvionali. Si prevede che l'impatto degli aumenti previsti di superficie satura di acqua causerà rischi elevatissimi di alluvione. Le attuali infrastrutture (strade, ferrovie, edifici, tubazioni e ponti e alcune cittadine) sono state progettate senza tenere conto di questi rischi e saranno necessariamente interessate dai problemi suddetti. A causa di ciò il 30% delle strade regionali australiane hanno avuto bisogno di opere di riconsolidamento, al costo di 1 milione di dollari australiani per ogni km (*Dryland Salinity...*, 1999). Una stima effettuata nel comprensorio del fiume Kent (185.200 ha) indica costi prevedibili per 210 milioni di dollari in 20 anni.

Costi ambientali e sociali non quantificabili. Perdita di biodiversità vegetale e animale in termini di estinzione di endemismi e genotipi

locali – prevalentemente quelli incapaci di tollerare salinità, acidità o ristagni d'acqua prolungati. Viene stimato che in tutta l'Australia circa 2.245 specie vegetali sono a rischio di estinzione e pongono il paese al secondo posto nel mondo dopo gli Stati Uniti e prima della Repubblica Sudafricana: la perdita riferita alla sola Australia Occidentale viene stimata in proporzione al territorio (stime di World Conservation Union, 1997). La perdita biologica influenzerà negativamente il turismo, le attività ricreative e tutti i settori connessi.

Proposte di intervento. – Uno studio attuale dei possibili sistemi agricoli alternativi al *ley farming* è stato compiuto da Lefroy e Stirzaker (in stampa); sfortunatamente i risultati sono troppo recenti per poter essere già assimilati dai piani di azione pubblicati dagli organismi preposti. Una lista completa di proposte tecniche di intervento è stata pubblicata recentemente (CEO, 1996) e si integra perfettamente con il piano contro la salinità (*Western Australia Salinity Action Plan*, 1996), che riporta la necessità di provvedere all'introduzione di specie erbacee perenni dotate di apparati radicali profondi; di riforestare circa 3 milioni di ha di aree agricole con alberi e arbusti; di proteggere la vegetazione originaria ancora intatta; di provvedere a opere idrauliche al fine di allontanare le acque in eccesso e di favorire i consumi idrici, nonostante l'evidente contro-senso in un'area con precipitazioni decisamente scarse e in un continente costituito prevalentemente da aree desertiche.

Proposte minimali. – L'impiego di specie erbacee dotate di apparati radicali più profondi e più estesi e capaci di fare maggiore uso delle disponibilità idriche del terreno richiede profondi cambiamenti nel sistema agricolo attualmente utilizzato. Viene proposto il passaggio dal *ley farming system* al «phase farming». Mentre il primo sistema prevede la rotazione biennale di due colture annuali (cereale e trifoglio sotterraneo), il secondo introduce fasi a pascolo di 4-6 anni e rende conveniente l'impiego di specie perenni che sono dotate di apparati radicali maggiormente profondi e sono anche capaci di mantenere il ciclo di crescita per una stagione più lunga; queste due caratteristiche garantiscono utilizzazioni idriche più elevate.

Tuttavia risulta chiaro agli stessi studiosi australiani che il *phase farming*, da solo, non sarà in grado di riportare i consumi idrici a un livello tale da consentire di contenere il problema della salinizzazione nei limiti attuali. Infatti le specie erbacee che possono essere introdotte non consumano acqua a sufficienza. Inoltre l'allungamento della fase di pascolo contrasta con l'attuale tendenza alla riduzione del patrimonio zootecnico, penalizzato dalla concorrenza internazionale nella produzione di lana e dal basso costo dei tessuti sintetici. Per contrastare questa tendenza sarebbe necessario differenziare le produzioni pastorali che, in buona parte, potrebbero essere orientate verso la produzione lattiera e casearia, ma i consumatori locali non sembrano capaci di recepire prodotti di questo tipo e non esiste azione di sensibilizzazione in tal senso. L'introduzione

del *phase farming* viene auspicata su almeno 4-5 milioni di ha (Cocks, 1999, comunicazione personale) ma si ritiene che questa diffusione sia sostanzialmente irraggiungibile.

L'Australia è ancora il primo produttore mondiale di lana, il 97% della quale viene esportata per un introito totale (PIL) di circa 3,2 miliardi di dollari australiani (AWI, 1999). Il mercato europeo, in cui l'Italia è il principale compratore, tende a contrarsi sempre di più anche per l'avviata produzione di lana in America Latina da parte di compagnie italiane; il mercato asiatico in leggera espansione compensa solo in parte le perdite dovute al mercato europeo (Woolmark Company, 1999). L'industria della lana è in recessione (produce oggi circa 650.000 t l'anno, il valore più basso registrato negli ultimi 30 anni) soprattutto a causa dei crescenti costi di gestione dei pascoli (in particolare erbicidi, pesticidi, lotta ai parassiti degli ovini divenuti resistenti ai farmaci) e per le perdite di superficie dovute alla salinizzazione e acidificazione dei terreni (Wool CRC, 1998).

Ipotesi integrate. – In passato la concessione di terreno per lo sfruttamento agricolo prevedeva l'obbligo di deforestare un certo numero di ha l'anno pena la revoca della concessione (*Western Lands Act*, 1901; *Forestry Act*, 1916). Questa politica dell'abbattimento generalizzato delle foreste (chiamata «one-million-acres-a-year clearance policy») è andata avanti fino alla fine degli anni Settanta (Taylor, 1990) e ha portato alla deforestazione di quasi 20 dei 25 milioni di ha originariamente presenti in Australia Occidentale (AWA, 1999). Purtroppo, nonostante il documento *National Biodiversity Strategy* (1998) prevedesse un arresto totale della deforestazione entro il 2000, questa si è soltanto ridotta (Glanz, 1995). Oggi è già evidente la necessità di reintrodurre specie arboree con piantagioni artificiali e proteggere le aree forestali o arbustive originarie che non sono ancora state tagliate (*Land Act*, 1994; *Native Vegetation Conservation Act*, 1997). Manca invece tuttora una visione complessiva delle possibili soluzioni, che conduca all'integrazione di risorse diversificate che devono includere anche specie legnose fino a oggi scarsamente o del tutto non considerate.

Quasi tutte le proposte più complete richiedono anche l'introduzione di specie arboree e dovrebbero essere applicate in tre aree geografiche in modo differenziato sulla base delle precipitazioni annuali. Il piano per la lotta alla salinità ritiene indispensabili la reintroduzione massiccia di alberi e lo sviluppo di attività forestali per l'area con oltre 600 mm di precipitazioni annuali. Per l'area compresa fra 400 e 600 mm annui, l'impiego di alberi viene comunque raccomandato insieme all'impiego di erbacee perenni. Per l'area con piovosità inferiore a 400 mm annui, viene suggerito di affiancare le colture erbacee ad alto consumo idrico con la piantagione di alcuni alberi. Purtroppo le indicazioni del piano di intervento trascurano la maggior parte delle proposte che seguono e non giunge mai a proporre il loro impiego integrato.

Gli interventi possibili, secondo un ordine di difficoltà ma anche di efficacia crescente, possono riguardare: la costituzione di pascoli erbacei con maggiore complessità biologica, la piantagione di specie arboree nei pascoli seminati, la

costituzione di linee frangivento, il mantenimento di piccole aree forestali dentro le aree pascolive, l'impianto di piantagioni arboree per la produzione di legna, la nuova diffusione di aree forestali naturali e la conservazione di quelle ancora esistenti.

Pascoli solamente erbacei. Potrebbero vedere incrementata la loro diversità non soltanto introducendo nuove specie annuali e soprattutto specie perenni, ma anche consociando le diverse specie in vista della costituzione di pascoli polifiti dotati di maggiore complessità biologica. I pascoli dell'Australia Occidentale sono tutti artificiali e seminati recentemente, pertanto presentano composizioni floristiche estremamente semplificate rispetto a quelle dei pascoli europei affermatasi nel corso dei secoli e adattatisi localmente alla grande variabilità di condizioni ambientali. Proprio al momento della stesura conclusiva di questo articolo la necessità di seminare miscugli polifiti viene compresa anche dai tecnici locali (Tim Wiley, 2000, comunicazione durante un incontro di produttori). L'incremento di biodiversità porterebbe alla riduzione delle numerosissime fito-patologie presenti e conseguentemente a un uso più limitato dei diserbanti attualmente in uso, in certi casi altamente tossici. La presenza contemporanea di specie vegetali diverse contribuirebbe a regolarizzare la stagionalità di produzione foraggiera.

Pascoli arborati. Potrebbero essere formati sul modello della *dejesa* spagnola e dei *montados* portoghesi le cui specie più rappresentative si adatterebbero molto bene sia ai terreni sia al clima (la sughera potrebbe avere un ruolo importante in quanto l'Australia importa sughero dal Portogallo). L'olivo associato ai cotici erbosi potrebbe costituire una coltura alternativa ancora quasi sconosciuta in Australia ma con grosse potenzialità di mercato vista la tendenza dei consumatori locali a passare dalla dieta di tipo anglosassone, ricca di grassi, a quella più salutare di tipo mediterraneo. Un piccolo albero che viene recentemente introdotto nei pascoli è il *Chamaecytisus proliferus* var. *palmense* (State of the Environment, 1996; Wiley e altri, 1997) il cui consumo idrico in piantagione viene stimato in quasi il 20-25% in più rispetto a colture di *Medicago sativa* e nel 90% della potenzialità di piantagioni di *Eucalyptus*.

Recinzioni verdi. Potrebbero essere realizzate con arbusti o piccoli alberi foraggeri (*Atriplex* spp. è stato proposto per la piantagione su 1.250.000 ha, anche grazie alla sua buona tolleranza della salinità; *Chamaecytisus palmensis* dovrebbe essere piantato su 500.000 ha; poiché la piantagione di questi arbusti è stata proposta ufficialmente, si tratterebbe soltanto di costituire recinzioni verdi più razionali della distribuzione casuale) e garantirebbero un utile integrativo di foraggio verde durante la stagione arida. Le recinzioni verdi contribuirebbero anche a facilitare la rotazione degli animali nei diversi settori e quindi a migliorare la gestione.

Linee frangivento. Potrebbero essere piantate in modo razionale a

distanze indicative di 100-200 m formando in tal modo un sistema di pascoli chiusi, lunghi e sufficientemente larghi da risultare facilmente meccanizzabili. Un sistema di questo tipo è stato adottato per esempio in Bolivia nella regione di Santa Cruz de la Sierra. Linee frangivento formate da alberi di *Eucalyptus* spp. contribuirebbero a incrementare i consumi idrici e a ridurre l'altezza della falda. Se le linee frangivento fossero multiple favorirebbero anche la sopravvivenza della fauna offrendo rifugio agli animali selvatici.

Piccoli boschetti. Nelle aree pascolive sarebbero di grande aiuto dal punto di vista della protezione della fauna selvatica e contribuirebbero al controllo della falda freatica. Attualmente boschetti di questo tipo, che ricordano i *bocages* della Francia settentrionale, vengono rilasciati soltanto in zone ristrette non meccanizzabili per la rocciosità o per la pendenza. La proporzione di vegetazione arborea rilasciata è probabilmente troppo bassa in confronto a quella tagliata, per poter garantire la sopravvivenza di flora e fauna native senza dover ricorrere a interventi gestionali molto costosi (Taylor, 1990).

Piantagioni artificiali. Sono state proposte nei piani ufficiali contro la salinità. Potrebbero essere piantate per la produzione di legname da opera e per la produzione di carta e potrebbero consentire di cessare il taglio delle maestose foreste secolari della zona più meridionale. Vengono proposte piantagioni di specie arboree (soprattutto *Eucalyptus globulus* e *Pinus pineaster*) da destinare alla produzione di *chips* per carta su 750.000 ha (State of the Environment, 1996). In effetti segnali incoraggianti di riduzione del processo di salinizzazione sono stati ottenuti nel Sud-ovest dell'Australia Occidentale, grazie alla piantagione di pini ed eucalipti in aziende di nuovo tipo dette «forestry farms» (WAG, 1996). L'adozione di *Pinus pineaster* è tuttavia discutibile in aree dove gli incendi rappresentano un alto rischio, anche perché questa specie non può fornire introiti accessori come il pinolo prodotto da *Pinus pinea*. Varie specie di eucalipti idonei alla produzione di olii essenziali medicinali (è stata proposta su 500.000 ha) potrebbero costituire un introito alternativo. In un recentissimo articolo gli agricoltori del Sud-ovest della *wheat-belt* vengono invitati ad avviare riforestazioni consociando specie di diverso sviluppo e dotate di apparati radicali differenziati, ad esempio *Eucalyptus saligna* ed *E. camaldulensis* che spingono le radici negli strati di terreno profondi e saturi d'acqua soprastanti la falda, insieme a *E. cleucoxylon* ed *E. platypus* che estrarrebbero acqua dagli strati più superficiali e asciutti del suolo (White, 2000). Molto recentemente si parla anche di altre specie arboree: pistacchio, macadamia e gelso per l'alimentazione umana, carrubo come integrativo per la dieta estiva degli animali (intervista a Oldfield, Salinity Forum of Western Australia, 1999).

Foreste e arbusteti nativi. Dovranno in futuro essere necessariamente protetti in misura molto maggiore di quanto accade oggi. Le poche foreste rimaste ove si trovano grandi eucalipti possono produrre introiti molto maggiori con il turismo naturalistico che non con il taglio e la produzione di trucio-

li. Purtroppo il taglio e la triturazione di piante secolari non è limitato a questa area del mondo; fa luce il caso delle sequoie degli Stati Uniti, alcune delle quali sono state recentemente salvate dopo cinque anni di lotte delle organizzazioni ambientaliste. Quel caso ha aperto speranze per lo sviluppo di una coscienza internazionale del ruolo ambientale delle foreste che non può essere limitato a quello economico. Il ruolo delle foreste meridionali per il mantenimento della biodiversità vegetale e animale è di fondamentale importanza per l'Australia. Le zone più interne, che beneficiano di precipitazioni minori, possiedono formazioni arbustive basse ma di grande interesse biologico in quanto ricche di endemismi.

Attualmente solo alcuni di questi interventi sono previsti dai piani ufficiali e dovrebbero essere effettuati quasi interamente con finanziamento privato e, pertanto, trovano resistenza da parte degli agricoltori.

Conclusioni. – La produzione agricola in Australia Occidentale è stata lungamente imperniata su un unico sistema colturale molto semplice, basato su grano e trifoglio, adottato su territori molto ampi. Le produzioni sono state a lungo convenienti grazie alle favorevoli condizioni ecologiche originatesi durante le ere passate grazie alla presenza di foreste di eucalipto che hanno consentito un lungo sfruttamento delle risorse senza la necessità di ricorrere a costosi *inputs* tecnologici.

Come tutti i sistemi molto semplici ed eccessivamente diffusi, anche il *ley farming* si presenta oggi assai instabile. Il suo impiego su aree molto vaste ha causato lo sfruttamento anziché la gestione delle risorse vegetali e del suolo. Questa impostazione delle attività produttive è rimasta a lungo priva di vistosi effetti negativi proprio grazie alle grandi estensioni territoriali e alla scarsa densità di popolazione, ma rivela oggi la sua insostenibilità ulteriore. Tendenze produttive negative di questo tipo non sono nuove nella storia dell'agricoltura moderna. Nella prima metà del XIX secolo l'alimentazione degli irlandesi era largamente basata sulla patata, la cui monocultura costituiva la base dell'economia. Quando la sfortunata introduzione della peronospora causò la completa distruzione dei raccolti nell'isola e si allargò fino a Belgio, Olanda e Germania, in Irlanda non vi erano altre colture in grado di prendere il suo posto (Jacob, 1951). In quell'epoca i mezzi a disposizione per combattere una tale calamità erano limitati e quasi un terzo della popolazione, un milione e mezzo di irlandesi, morì di fame e un altro milione fu costretto a emigrare, per lo più negli Stati Uniti (Heiser, 1973).

Più recente fu la crisi dell'agricoltura nelle pianure centrali degli Stati Uniti intorno al 1930. La monocultura intensiva di frumento si succedette ininterrottamente per cinquanta anni e nonostante gli avvertimenti degli agronomi (Jacob, 1951; Garraty e Gay, 1973). La terra priva di copertura vegetale e polverizzata dalle operazioni meccaniche irrazionali fu trasportata dal vento per centinaia di miglia e si moltiplicarono le inondazioni in quanto la terra, privata della vegetazione, non riusciva più ad assorbire la pioggia. Le soluzioni suggerite dagli agronomi e rese obbligatorie dal governo prevedevano il ritorno a pratiche

agricole comuni in Europa, in primo luogo le rotazioni annue dei raccolti. I calcoli svolti dagli agronomi del Missouri indicarono che senza rotazioni l'erosione eolica avrebbe superato le 10 tonnellate per ettaro l'anno, con le rotazioni questo valore si sarebbe ridotto a meno di 3; la reintroduzione delle rotazioni avrebbe consentito di allungare la durata della produttività del terreno da 4 a 8 volte (Jacob, 1951). Nel 1934 il Ministero dell'Agricoltura fece seminare 4 milioni di ha a prato, numerosi campi furono circondati da piantagioni di alberi e furono ripiantate aree boschive, tanto che perfino il paesaggio tornò ad assumere un aspetto più europeo.

Le recenti difficoltà dell'agricoltura australiana sono state generate dallo stesso tipo di approccio alla produzione agricola: sfruttamento anziché gestione delle risorse naturali per mezzo di monoculture ripetute per decenni e su aree molto estese. Sistemi produttivi semplificati di questo tipo offrono grande semplicità nell'organizzare la produzione, ma la scienza agronomica ne ha da tempo dimostrata l'instabilità e così pure la tradizione dell'agricoltura italiana che ha saputo integrare biodiversità e diversità territoriale.

Per l'Australia si apre la necessità di rinunciare alle alte produttività a basso costo e con grande semplicità organizzativa per orientarsi, invece, verso la sostenibilità delle produzioni e una maggiore variabilità paesaggistica del tipo europeo e in particolar modo italiano. La biodiversità non può essere scissa dalla diversità territoriale. In tal senso alcuni coefficienti per la valutazione della diversità territoriale sono attualmente in studio presso il DiSAT allo scopo di poter confrontare in modo oggettivo la diversità ambientale e parallelamente allo studio della biodiversità. Nel caso dell'Australia le risorse educative e tecnologiche e i capitali a disposizione per fronteggiare questi problemi sono ingenti, tuttavia la storia sembra ripetersi, e alcuni quotidiani riportano interviste a esperti i quali dichiarano perduta la battaglia contro la salinizzazione (Harris, 1999).

Fra le proposte tecniche che sono state formulate per limitare il degradamento ambientale, soltanto quelle più complete appaiono capaci di contrastare efficacemente i problemi che si sono generati. Ma la loro adozione dovrà verosimilmente cambiare profondamente la natura delle produzioni agricole australiane. Queste soluzioni, ovviamente, prevedono costi in termini di capitali e di lavoro. Risulta ovvia la necessità di limitare e regolamentare diversamente l'utilizzazione produttiva del territorio, conferendo alle modalità di gestione caratteristiche di sostenibilità anziché di sfruttamento non-rinnovabile e, a livello più generale, si evidenzia anche la necessità di diversificare l'economia agricola dell'intero paese. Lo sfruttamento non-rinnovabile è ancora presente nella mentalità pionieristica degli australiani e genera alcune contraddizioni: ad esempio, mentre viene posta enfasi sulla necessità di avviare piantagioni commerciali di alberi da destinare alla produzione della carta e sulla necessità di proteggere le aree naturali ancora esistenti, viene ancora autorizzato il taglio delle foreste meridionali (Taylor, 1990), importanti mete turistiche, costituite da eucalipti secolari di notevoli dimensioni e di elevate caratteristiche del legname, il quale invece viene venduto a industrie giapponesi che lo triturano per la produzione della carta.

La diversificazione delle produzioni agricole trova anche altri ostacoli. Fra le iniziative che cominciano a ricevere attenzione vi sono quelle che riguardano specie arboree, come la produzione di olio di oliva che potrebbe sostituire la coltura erbacea della *Brassica napus* (coltura molto nota anche in Canada e Stati Uniti con il nome locale di *Canola*), oppure la produzione di vino e di uva da tavola che solo recentemente sono state avviate su scala commerciale. La consistenza numerica delle greggi si sta riducendo perché i prezzi della lana sono divenuti meno convenienti, ma nel contempo non viene avviata una produzione di latte o formaggi di pecora che potrebbero rappresentare un prodotto del tutto nuovo sul mercato. Soltanto da pochi anni una parte marginale della ricerca nel settore zootecnico è rivolta anche alla produzione sperimentale di formaggi di pecora in vista dello stabilimento di una specifica industria casearia (Bencini e Pulina, 1997) che però incontra molte resistenze anche negli altri Stati australiani. L'avvio dell'arboricoltura da legno trova difficoltà sia per la necessità di ricorrere a finanziamenti privati sia per la necessità di investire ampie superfici a colture che richiedono alcuni anni prima di poter essere commercializzate e nel paese non esiste tradizione selvicolturale in grado di informare gli agricoltori sulla possibilità di pianificare i tagli per farli diventare annuali. Queste difficoltà spiegano anche la mancanza di piani di produzione di legnami pregiati (attualmente l'industria utilizza il legno di foreste naturali di *Eucalyptus marginata*, noto localmente come *Jarrah*) e l'assenza di interesse per produzioni alternative di legno a rapida crescita da destinare all'artigianato, quale il bambù attualmente piantato su soli 10 ha (Gretton e Burt, 1999).

La politica delle utilizzazioni agricole e forestali mostra ancora scarsa sensibilità ai problemi ambientali. Ciò può essere confermato anche dal notevole uso di diserbanti che possono rilasciare residui nel terreno e nella falda (Blacklow, 1998; Piper, 1998). I pascoli monospecifici di trifoglio sotterraneo hanno causato in passato accumulo di estrogeni nelle carni degli animali e l'evidente rischio di assimilazione anche nell'uomo attraverso l'alimentazione. Nonostante che la ricerca americana tenda a minimizzare gli effetti degli estrogeni allo scopo di supportare l'allevamento nazionale di tipo intensivo-industriale che ne fa largo uso, è noto che tali ormoni si concentrano soprattutto nel grasso sottocutaneo degli animali e viene riconosciuta la possibilità che siano concausa di varie moderne patologie umane fra cui alcuni tipi di tumore e la riduzione della fertilità maschile nei paesi avanzati (European Chemical Industry Council, 2000). Questo problema fu particolarmente sentito soprattutto nel decennio 1940-1950 quando furono registrate modificazioni fisiologiche e addirittura anatomiche agli apparati riproduttori degli ovini e un forte calo di fertilità negli stessi (Bennets e altri, 1946; Pope, 1954; Rossiter e Beck, 1965; Francis e altri, 1966). Il problema fu successivamente ridimensionato, ma non eliminato, (Adams, 1990) con la selezione di linee di trifoglio sotterraneo con ridotto contenuto di estrogeni; tuttavia la soluzione definitiva dovrebbe ovviamente essere ricercata in una dieta mista ottenuta per mezzo di cotici polifiti. La crisi del settore zootecnico e la persistenza di sostanze ormonali nei trifogli sta dando origine a un miglioramento genetico inverso, ossia orientato verso la selezione di

cultivar più ricche in estrogeni da poter utilizzare nell'industria farmaceutica (Ewing e Snowball, 1999, comunicazione personale).

E' ovvia la necessità di diversificare il resto dell'economia per rendere meno pesante l'impatto dell'uomo sul territorio attraverso l'agricoltura. Per esempio, risulterebbe molto importante sviluppare il legame fra il settore agricolo e quello turistico. Attività integrate di questo tipo vengono già svolte in parte da alcune aziende viticole che, oltre a vendere le loro produzioni di vino, offrono anche servizi di ristorazione; queste iniziative, pochissimo diffuse sul territorio, potrebbero essere orientate a coprire meglio i fabbisogni del turismo naturalistico. I capitali ricevuti dalle attività turistiche potrebbero compensare la perdita dovuta alla necessità di restituire parte dei terreni agricoli alla vegetazione forestale originaria.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[«BSGI» = «Bollettino della Società Geografica Italiana», Roma; «MSGI» = «Memorie della Società Geografica Italiana», Roma; «RGI» = «Rivista Geografica Italiana», Firenze; SGI = Società Geografica Italiana]

ADAMS N.R., *Permanent Infertility in Ewes exposed to Plant Oestrogens*, in «Australian Veterinary Journal», Canberra, 1990, 67, pp. 197-201.

AWA (AGRICULTURE WESTERN AUSTRALIA), *Salinity in Western Australia: An Introduction*, Perth, 1999.

AWA, *Future Directions for Managing Salinity in Western Australia*, Perth, rapporto al Minister of Primary Industry, marzo 1996.

AWI (AUSTRALIAN WOOL INDUSTRY), *Statistics. 1999* (<http://www.fibronet.com.tw>).

BENCINI R. e G. PULINA, *The Quality of Sheep Milk: A Review*, in «Australian Journal of Experimental Agriculture», Canberra, 1997, 37, pp. 485-504.

BENNETS H.W., E.J. UNDERWOOD e F.L.A. SHEIR, *A Specific Breeding Problem of Sheep on Subterranean Clover Pastures in Western Australia*, in «Australian Veterinary Journal», Canberra, 1946, 22, pp. 2-12.

BLACKLOW M., *Herbicides: Movement, Persistence and Activity in Soils*, in «Soil Guide», Agriculture Western Australia, bollettino n. 4343, 1998, pp. 251-259.

BURVILL G.H., *Soil Salinity in the Agricultural Area of Western Australia*, in «Journal of Australian Institute of Agricultural Science», Perth, 1946, pp. 9-19.

BURVILL G.H., *Salt Land Survey*, in «Journal of the Department of Agriculture of Western Australia», Perth, 1956, 5, pp. 113-119.

CEO (CHEF EXECUTIVE OFFICERS), *Salinity, a Situation Statement for Western Australia* rapporto a cura di CEO di Agriculture Western Australia, Department of Conservation and Land Management, Department of Environmental Protection, Water and Rivers Commission, per il Ministry of Primary Industries e il Ministry for the Environment, 1996.

CLARKE E., C. TEICHERT e J.R.H. MCWHAE, *Cretaceous Stratigraphy of Lower Murchison River Area*. in «Journal of the Royal Society of Western Australia», Perth, 1945, 32, pp. 19-45.

- Dryland Salinity threatens Australia*, in «ENN [Environmental News Network] News», Perth, 25 luglio 1999, pp. 1-2.
- ERIKSSON E., *The Yearly Circulation of Chloride and Sulphur in Nature. Part I*, in «Tellus», 1959, 11, pp. 375.
- ERIKSSON E., *The Yearly Circulation of Chloride and Sulphur in Nature. Part II*, in «Tellus», 1960, 12, pp. 63.
- EUROPEAN CHEMICAL INDUSTRY COUNCIL, *Environmental Oestrogens and Endocrine (Hormone) Modulators* (<http://c3org/library/envestrogen.html>, 2000).
- EWING M.A., *Assessment of the Outcomes of Weed Management Technology in Cropping Zone Pasture Systems*, in *Proceedings of the XI Australian Weed Conference* (Melbourne, 1996), pp. 264-269.
- FERDOWSIAN R. e altri, *The Extent of Dryland Salinity in Western Australia*, in *Proceedings of the IV National Workshop on the Productive Use and Rehabilitation of Saline Lands* (Albany, March 1996), pp. 88-89.
- FRANCIS C.M., A.J. MILLINGTON e E.T. BAILEY, *The Distribution of Oestrogenic Isoflavones in the Genus Trifolium*, in «Australian Journal of Agricultural Research», Canberra, 1966, 18, pp. 47-54.
- GARRATY J.A. e P. GAY, *Storia del mondo*, III, Milano, Mondadori, 1973.
- GEORGE R.J., *Interactions between Perched and Deeper Groundwater Systems in Relation to Secondary, Dryland Salinity in the Western Australia Wheatbelt: Processes and Management Options*, tesi di dottorato, University of Western Australia, Department of Geography, 1991.
- GLANZING A., *Native Vegetation Clearance, Habitat Loss and Biodiversity Decline*, Canberra, Department of Environment, Sport and Territories, 1995 («Biodiversity Series», 6).
- GRETTON B. e J. BURT, *Growing Bamboo in Western Australia*, in «Agriculture Western Australia, Bulletin», Perth, 1999, 4371.
- HARRIS G., *Killer Salt can not be beaten: River Expert*, in «Western Australian», Perth, 29 settembre 1999.
- HEISER C.B., *Seed to Civilization*, San Francisco, Freeman & Company Ed., 1973.
- HINGSTON F.J. e V. GAILITIS, *The Geographic Variation of Salt Precipitated over Western Australia*, in «Australian Journal of Soil Research», Canberra, 1976, 14, pp. 319-335.
- JACOB H.E., *I seimila anni del pane*, Milano, Garzanti, 1951.
- LEFROY T. e R.J. STIRZAKER, *Agroforestry for Water Management in the Cropping Zone of Western Australia*, in corso di stampa.
- MALCOLM C.V. e T.C. STONEMAN, *Salt Encroachment. The 1974 Saltland Survey*, in «Western Australian Department of Agriculture Bulletin», Perth, 1976, 3999.
- PARLIAMENT OF WESTERN AUSTRALIA (Select Committee on Salinity), *Report on Salinity in Western Australia*, Perth, 1988.
- PERRY M.W. e altri, *Agronomy and Farming Systems*, in J.S. GLADSTONES, C. ATKINS e J. HAMBLIN (a cura di), *Lupins and Crop Plants*, Wallingford, CAB International, 1998, pp. 291-338.
- PIPER T., *Herbicide Residue Problems in Western Australia Farming Systems*, in *Soil Guide*, in «Agriculture Western Australia, Bulletin», Perth, 1998, 4343, pp. 260-261.

- POPE G.S., *The Importance of Pasture Plant Oestrogens in the Reproduction and Lactation of Grazing Animals*, in «Dairy Science Abstracts», Canberra, 1954, 16, pp. 335-356.
- REEVES T.G. e M.A. EWING, *Is Ley Farming in Mediterranean Zones just a Passing Phase?*, in *Proceedings of the XVII International Grassland Congress (Palmerston North, New Zealand, 1972)*, pp. 2169-2177.
- ROSSITER R.C. e A.B. BECK, *Physiological and Ecological Studies on the Oestrogenic Isoflavones in Subterranean Clover (T. subterraneum L.)*, I, *Effects of Temperature*, in «Australian Journal of Agricultural Research», Canberra, 1966, 17, pp. 29-37.
- SHOFIELD N.J. e altri, *Vegetation Strategies to reduce Stream Salinity of Water Resource Catchments in South Western Australia*, Perth, Water Authority of Western Australia, rapporto WS33, 1989.
- SIMPSON E.S., *Problems of Water Supply in Western Australia*, in «Transactions of the Australian Association of Advanced Science», Canberra, 1926, 18, pp. 634-674.
- SMITH S.T., *Some Aspects of Soil Salinity in Western Australia*, tesi di Master of Science in Agriculture, University of Western Australia, 1986.
- State of the Environment: Report*, Perth, Government of Western Australia, 1992.
- STATE SALINITY COUNCIL, *Western Australia Salinity Action Plan*, Perth, Government of Western Australia, 1998.
- TAYLOR J., *Australia's South-West and Our Future*, Kenthurst (Nuovo Galles del Sud), Kangaroo Press, 1990.
- WAG (WESTERN AUSTRALIA GOVERNMENT, MINISTRY OF PRIMARY INDUSTRY AND FISHERIES), *Future Directions for Managing Salinity in Western Australia*, in *IV National Conference on the «Productive Use and Rehabilitation of Saline Lands» (Albany, WA, March 1996)*, pp. 3.
- WALLER W.K., *Note on the Salinity of the Mundaring Reservoir*, in «Australian Association of Advanced Science», Canberra, 1926, 18, p. 633.
- WALTER H., *Vegetation of the Earth*, New York, Springer Verlag, 1973.
- Western Australia Salinity Action Plan*, a cura di Agriculture Western Australia, Department of Conservation and Land Management, Department of Environmental Protection, Water and Rivers Commission per il Government of Western Australia, Perth, 1996.
- WHITE D. (CSIRO Products Division), *Tree Plantations against Salinity*, in «The Weekend Australian», Perth, 22-23 gennaio 2000.
- WILEY T., C. OLDHAM e G. ALLEN, *The Agronomy and Management of Tagasaste*, in T. LEFROY, C. OLDHAM e N.J. COSTA (a cura di), *Tagasaste*, Perth, CLIMA, 1997, pp. 15-60.
- WOOD W.E., *Increase of Salt in Soil and Streams Following the Destruction of Native Vegetation*, in «Journal of the Royal Society of Western Australia», Perth, 1923, 10, pp. 35-47.
- WOOL COOPERATIVE RESEARCH CENTRE, *A Global Perspective of the Australian Wool Industry in 1998*, Canberra, bollettino di agosto 1998.
- WOOLMARK COMPANY, *Australian Wool Market Review 1998/99*, <http://www.woolmark.com>

IMPACT OF THE LEY FARMING SYSTEM ON ENVIRONMENTAL RESOURCES IN WESTERN AUSTRALIA. – Agriculture has been introduced in Western Australia about one century ago. The commercialisation of agriculture products has started more recently. Agriculture production is based mostly on the wheat – pasture and wheat – lupin biennial rotations. These crops are cultivated on lands cleared from the native *Eucalyptus* forest. The change of vegetation types has caused serious environmental problems: land salinity and acidification, increased erosions and floods. The current agriculture production system is unsustainable, but the government plan of action includes only limited interventions and fails to indicate possible integrated and sustainable solutions. The environmental problems can be solved only by the diversification of agriculture production, which will introduce deep changes into the whole economy and social structure of Western Australia.

Università di Firenze, Dipartimento di Scienze Agronomiche e Gestione del Territorio Agroforestale

Perth (Australia Occidentale), Centre for Legume Introduction in Mediterranean Agriculture

andrea.pardini@unifi.it