

30 anni di espansione del “Piñon-juniper woodland” in Nevada: il caso del Simpson Park Range, NV, USA.

Emanuele LINGUA(*), Peter J. WEISBERG (**)

(*) Università di Torino, Dipartimento di Agronomia, Selvicoltura e Gestione del territorio, Via L. da Vinci 44, 10095 Grugliasco (TO), tel. 011 6705537, e-mail emanuele.lingua@unito.it

(**) University of Nevada-Reno, Dept. Natural Resources and Environmental Sciences, 1000 Valley Road, 89512 Reno, NV, USA. e-mail pweisberg@cabnr.unr.edu.

Riassunto

In questo lavoro è stata analizzata l'espansione della *Piñon-juniper woodland* nel Nevada centrale per un periodo di 30 anni tramite l'ausilio di fotoaeree storiche. La classificazione è avvenuta tramite tecniche *object-oriented* con un approccio multiscala. L'incremento di superficie della *Piñon-juniper woodland* è stato del 32.9% al livello inferiore ed è avvenuta maggiormente nei siti più fertili.

Abstract

In this paper we analyzed the Piñon-juniper woodland expansion in central Nevada, in a 30-year period using repeated aerial photographs. An object-oriented and multiscale approach has been applied in the classification process. The Piñon-juniper woodland area increased by 32.9% over the “single tree” level and mainly in the more mesic sites.

Introduzione

In diverse parti del mondo si assiste ad una espansione di alberi e arbusti in ambienti caratterizzati da vegetazione erbacea (Arno, Gruell, 1986; Hudak, Wessman, 1998; Motta, Nola, 2001). Un caso esemplificativo per gli Stati Uniti occidentali è rappresentato dall'espansione della *Piñon-juniper woodland*. Questa formazione vegetale è caratterizzata da diverse specie del genere *Pinus* e *Juniper*, che differiscono a seconda dell'area geografica. Si stima che dall'arrivo dell'uomo bianco questa formazione sia aumentata in superficie di dieci volte, passando da circa 3 milioni di ettari fino a 30 milioni (Miller, Tausch, 2001). Le cause di questa espansione sono state ricercate nel cambiamento di regime dei disturbi naturali (incendi), nel pascolamento dei domestici, nell'aumento della concentrazione di CO₂ e nel *global change* (Miller, Wigand, 1994; Belsky, 1996; Norman, Taylor, 2005).

Obiettivo di questo lavoro è la quantificazione dell'espansione della *Piñon-juniper woodland* avvenuta in un periodo di 30 anni in un'area montana del Nevada centrale e l'individuazione delle stazioni che maggiormente sono state soggette all'invasione di questa formazione arborea.

Materiali e Metodi

L'area di studio è situata in centro al *Great Basin*, nel Nevada Centrale (figura 1), e comprende la porzione meridionale della catena montuosa del Simpson Park (lat 39°28' N, long 116°49' W). La superficie è di circa 25 km² con una quota che varia dai 1980 m s.l.m. ai 2675 m s.l.m. della cima di Bates Mountain. Questa zona del Great Basin si può considerare un “deserto freddo” con la quasi totalità delle precipitazioni (200-350 mm all'anno) rappresentata dalle precipitazioni nevose invernali. In questa area partecipano alla formazione della *Piñon-juniper woodland* il *Pinus monophylla* Torr. & Frém. (*singleleaf pinyon*) e il *Juniper osteosperma* (Torr.) Little (*Utah juniper*). L'espansione di questa formazione forestale avviene a scapito del *sagebrush* (*Artemisia*

tridentata spp.), un arbusto che caratterizza il paesaggio del Great Basin, che viene definito come “*sagebrush ocean*”.

Per l'area oggetto di studio sono stati reperiti i fotogrammi del 1965-66 e le ortofoto digitali del 1995 (DOQs). I fotogrammi storici, dopo opportuna acquisizione mediante scanner piano alla risoluzione di 600 dpi, sono stati ortorettificati e mosaicati mediante il software ENVI, ottenendo un'ortofoto digitale con risoluzione uguale ai DOQs (pixel =1m; RMS= 5m).

Successivamente le immagini sono state classificate con tecniche object-oriented implementate nel software eCognition (Benz et al., 2004). La classificazione è stata effettuata a tre diversi livelli di dettaglio: a livello di singolo albero (*Tree*), di gruppi di alberi (*Patch*) e a un livello di popolamento (*Ecotone*). I diversi livelli sono stati ottenuti segmentando le immagini a diverse scale ottenendo entità elementari di 0.002 ha, 0.02 ha e 0.4 ha rispettivamente (Pillai et al. 2005).

Per valutare l'accuratezza della classificazione relativa all'ortofoto 1965-66 è stata effettuata mediante la fotointerpretazione manuale di 592 punti estratti casualmente. Gli stessi punti sono stati fotointerpretati anche per l'ortofoto del '95 ed inoltre sono stati rilevati 307 punti sul terreno durante l'estate del 2004.

L'incremento della copertura forestale dei due periodi considerati è stata in seguito analizzata con variabili discretizzate estratte dal DEM, come la quota, l'esposizione, la pendenza e la posizione sul versante. Si faccia riferimento a Weisberg et al. (2007) per maggiori dettagli sulla metodologia utilizzata.

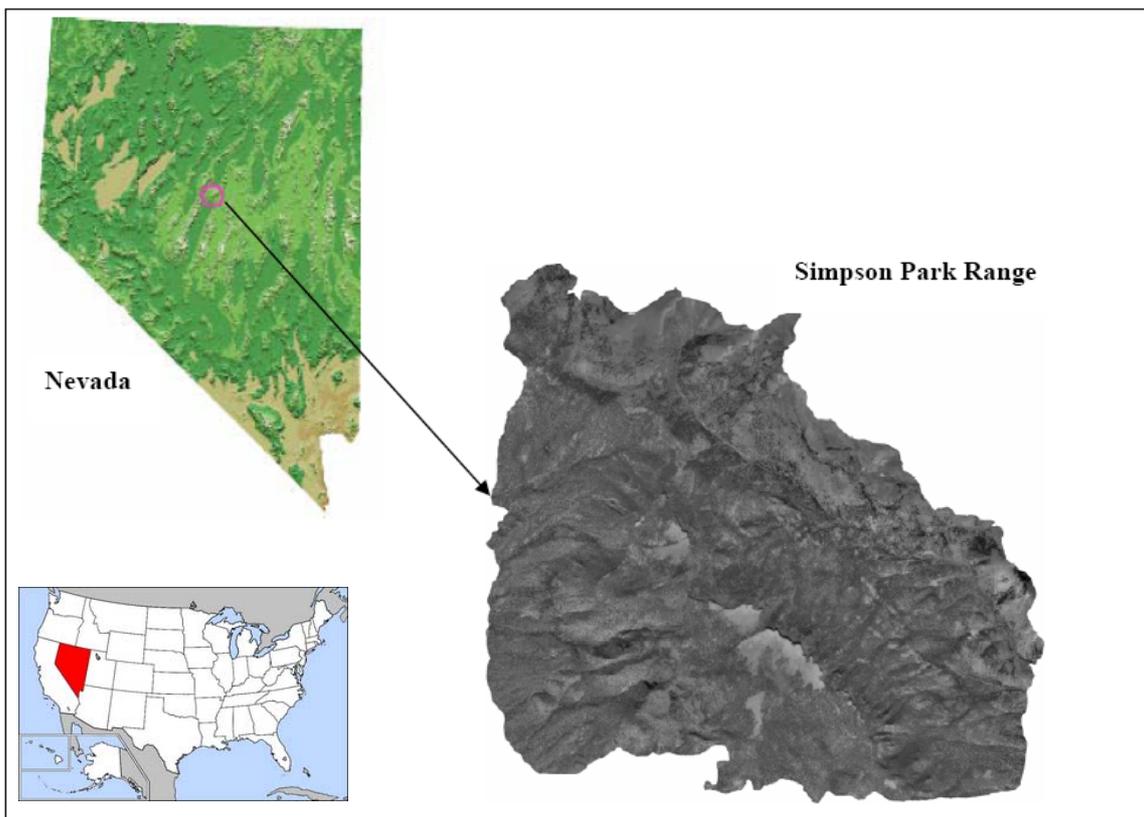


Figura 1 – Localizzazione area di studio

Risultati

L'accuratezza della classificazione automatica, valutata utilizzando la fotointerpretazione manuale come riferimento, è risultata soddisfacente per entrambi i periodi. L'indice K è stato di 0.84 per il 1965-66 e di 0.78 per il 1995. Il valore di K scende invece a 0.65 nel caso della classificazione del

1995 quando si utilizzano le verità a terra per la validazione. L'accuratezza totale rimane in tutti e tre i casi superiore all'86% e il valore di K superiore a 0.65, indicando una buona classificazione (Congalton, Green, 1999).

Nell'intervallo di tempo analizzato (1965-1995), l'aumento di copertura della *Piñon-juniper woodland* nel Simpson Park Range è avvenuto con valori differenti a seconda della scala analizzata (figura2). Se a livello di singolo albero l'aumento è stato di circa il 30%, a scala di "ecotono" l'incremento è stato solo del 10%.

Questo incremento (analizzando l'incremento relativo) si è verificato soprattutto nei fondovalle e alle quote inferiori. Per quanto riguarda l'esposizione, l'aumento della *Piñon-juniper woodland* è avvenuta maggiormente nelle esposizioni nord (NW-N-NE) e nelle zone pianeggianti senza un'esposizione prevalente. L'aumento è stato equidistribuito per quanto concerne le classi di pendenza.

Anno Scala	1965-66	1995	Incremento
20 m² (0.002 ha)	630.1 ha (26.4%)	837.3 ha (35.1%)	207.2 ha (32.9%)
200 m² (0.02 ha)	891.0 ha (37.4 %)	1127.8 ha (47.3%)	236.8 ha (26.6%)
4000 m² (0.4 ha)	1847.1 ha (73.9%)	2044.2 ha (81.8%)	197.1 ha (10.7%)

Figura 2 – Incremento della superficie del *Piñon-juniper woodland* ai tre livelli di analisi

Discussione

La messa a punto di una metodologia di classificazione automatica delle ortofoto digitali con tecniche object-oriented ha fornito un valido strumento oggettivo per la classificazione di immagini acquisite in periodi e con sensori diversi. L'algoritmo di classificazione creato ha dato buoni risultati anche in altre aree caratterizzate da copertura di *Piñon-juniper woodland*.

L'espansione *piñon-juniper woodland* all'interno del Simpson Park Range risulta essere un fenomeno che si manifesta con magnitudo differente a seconda della scala alla quale viene analizzato. Il maggior incremento individuato alla scala dei 20 m² (32.9%) rispetto a quello relativo ai livelli superiori (26.6% e 10.7% rispettivamente) denota come sia presente un fenomeno di *in-filling*. Gli individui di rinnovazione si insediano maggiormente nelle chiarie tra gli alberi adulti all'interno dei popolamenti radi e solo in minor percentuale colonizzano nuovi territori. L'aumento della percentuale di copertura al suolo in questa area è stata infatti descritta in Weisberg et al. (2007). Il fenomeno si osserva anche nei popolamenti al limite del bosco sulle alpi, dove ad una lenta espansione del limite del bosco verso l'alto si osserva invece un rapido aumento della copertura nel piano subalpino.

L'espansione è avvenuta maggiormente nelle stazioni più fertili, alle quote inferiori e nelle esposizioni più fresche, come è stato evidenziato anche in altri studi (Tausch et al., 1981).

L'individuazione dei siti in cui l'espansione avviene maggiormente è un'importante informazione per la gestione forestale, soprattutto per gli interventi di *restoration*.

Bibliografia

Belsky A.J. (1996), "Viewpoint: Western juniper expansion: Is it a threat to arid northwestern ecosystems?", *Journal Range Management*, 49: 53-59

Benz U.C, Hofmann P, Willhauck G, Lingenfelder I, Heynen M. (2004) "Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information", *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 58: 239-258

Congalton R.G, Green K. (1999), *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*, CRC press, Inc., Boca Raton, FL, USA, pp.137

Hudak A.T, Wessman C.A. (1998), "Textural analysis of historical aerial photography to characterize woody plant encroachment in South African savana", *Remote Sensing of Environment*, 66: 317-330

Miller R.F, Tausch R. (2001), "The role of fire in juniper and pinyon woodlands: a descriptive analysis". Galley, K.E.M. & Wilson, T.P. (Eds). *The invasive species workshop: the role of fire in the control and spread of invasive species. Fire conference 2000: the first national congress on fire ecology, prevention and management*. Tall Timbers Research Station, Tallahassee, FL. pp 15-30.

Miller R.F, Wigand P.E. (1994), "Holocene changes in semiarid pinyon-juniper woodlands", *Bioscience*, 44: 465-474

Motta R, Nola P. (2001), "Growth trends and dynamics in sub-alpine forest stands in the Varaita valley (Piedmont, Italy) and their relationships with human activities and global change", *Journal of Vegetation Science*, 12: 219-230

Norman S.P, Taylor A.H. (2005), "Pine forest expansion along a forest-meadow ecotone in northeastern California, USA", *Forest Ecology and Management*, 215: 51-68

Pillai R.B, Weisberg P.J, Lingua E. (2005), "Thirty years of woodland expansion in central Nevada Great Basin: a case study of the Simpson Park Range" *Proceedings of the 20th Biennial Workshop on Aerial Photography, Videography, and High Resolution Digital Imagery for Resource Assessment*. Weslaco, Texas.

Tausch R.J, West N.E, Nabi A.A. (1981), "Tree age and dominance patterns in Great Basin pinyon-juniper woodlands", *Journal of Range Management*, 34: 259-264

Weisberg P.J; Lingua E, Pillai R.B. (2007), "Spatial patterns of pinyon-juniper woodland expansion in central Nevada, USA", *Rangeland Ecology and Management*, 60: 115-124