

STUDIO PER LA CONSERVAZIONE DI UN ECOSISTEMA MEDITERRANEO: LA CAMPAGNA DI MISURA ARCA DI NOÈ IN SARDEGNA

O. Facini⁽¹⁾, F. Rossi F⁽²⁾, T. Georgiadis⁽³⁾, D. Spano⁽⁴⁾, P. Duce⁽⁵⁾, E. Magliulo⁽⁶⁾, F. Miglietta⁽⁶⁾

¹*Ist. di Ecofisiologia delle piante Arboree da Frutto CNR, Bologna*

²*Ist. per le Scienze dell'Atmosfera e dell'Oceano CNR, Bologna*

³*Dip.di Economia e Sistemi Arborei Università degli Studi di Sassari*

⁴*Ist. per il Monitoraggio degli Agro-Eco-Sistemi CNR, Sassari*

⁵*Ist. per lo Studio dei Problemi Agronomici dell'Irrigazione nel Mezzogiorno CNR, Napoli*

⁶*Ist. per l'Agrometeorologia e l'Analisi Ambientale Applicata all'Agricoltura CNR, Firenze*

Riassunto

Questo lavoro presenta i risultati di una campagna di misure effettuata nell'estate 1997 finalizzata allo studio ed alla descrizione del funzionamento di un ecosistema a macchia mediterranea (Riserva naturale Arca di Noè, Sardegna nordoccidentale) e alla valutazione dei processi di scambio tra biosfera e atmosfera.

Dai dati raccolti e da ulteriori misure si potranno ottenere informazioni sul funzionamento di ecosistemi a macchia mediterranea collocati in situazioni pedoclimatiche "estreme".

Abstract

This work shows the principal results of a field campaign carried out in the summer of 1997 on a Mediterranean ecosystem (the Arca di Noè natural reserve) localised in North – Western part of Sardinia. The aim of the campaign was the evaluation of the exchange processes between biosphere and atmosphere in extreme pedo – climatic areas of the Mediterranean.

Introduzione

L'Arca di Noè è una riserva naturale localizzata a Nord-Ovest della Sardegna vicino a Capo Caccia, che comprende diversi chilometri

quadrati di macchia compresi tra il mare e l'adiacente monte Timidone .

Si tratta di un luogo di grande interesse paesaggistico oltre che di una fonte molto interessante di biodiversità non solo vegetale ma anche animale poiché in essa vivono allo stato brado cavalli, asini, cinghiali e grifoni. L'ecosistema è una tipica macchia mediterranea costituita principalmente da quattro specie, ginepro, lentisco, fillirea e palma nana, con il ginepro che rappresenta più del 50% della copertura vegetale.

Metodologia e risultati

L'obiettivo principale di questa campagna è stato la descrizione degli scambi vegetazione - atmosfera attraverso misure ecofisiologiche e micrometeorologiche e lo sviluppo di un modello di previsione atto a valutare la vitalità dell'ecosistema.

I dati raccolti hanno riguardato in particolare due aspetti:

- la radiazione, e quindi l'energia che rende possibili i processi di scambio;
- il vento e la turbolenza, che regolano a livello atmosferico i processi di scambio stesso.

Nello stesso tempo sono stati misurati i principali parametri fisiologici della vegetazione.

Le misure di radiazione hanno mirato a quantificare la radiazione netta, il bilancio radiativo, l'intercettazione della radiazione fotosinteticamente attiva da parte delle chiome, l'albedo e le caratteristiche ottiche delle diverse specie presenti nell'ecosistema.

Per conoscere il trasferimento radiativo attraverso la chioma e quindi per stimare indirettamente la fotosintesi, il bilancio energetico fogliare e quantificare la percentuale di area fogliare illuminata o in ombra sono stati utilizzati ceptometri in cui i sensori erano molto ravvicinati e quindi adatti per misure in chiome disomogenee. I dati sono stati analizzati utilizzando i modelli di probabilità di Markov e di Poisson e, attraverso metodi di inversione numerica, le analisi hanno permesso anche di determinare l'indice di area fogliare delle differenti specie.

Una stazione radiometrica, posta sopra un cespuglio di ginepro, ha misurato in continuo la radiazione incidente e riflessa sia in onda corta che in onda lunga e la radiazione fotosinteticamente attiva (PAR) (Figure 1 e 2). La riflettanza delle chiome delle diverse specie è stata misurata nella banda del visibile e del vicino infrarosso (400-1100 nm) utilizzando uno spettroradiometro impiegato anche, in connessione con una sfera integratrice, per le misure delle proprietà ottiche delle singole lamine fogliari.

L'albedo, che è il rapporto tra la radiazione in onda corta riflessa e quella incidente, presentava valori medi giornalieri di 0.1, indicando un assorbimento del 90% della radiazione incidente da parte della chioma (Figura 3).

Osservando in dettaglio la riflettanza spettrale nell'intervallo della radiazione visibile, è stato possibile discriminare le due specie principali presenti nell'Arca di Noè. Il lentisco infatti riflette in misura inferiore nella banda inferiore ai 700 nm rispetto al ginepro che invece assorbe meno a queste stesse lunghezze d'onda. L'andamento delle curve di riflettanza e trasmittanza mostra chiaramente come la radiazione nel visibile sia quasi totalmente assorbita in entrambe le chiome, e come invece venga fortemente riflessa e trasmessa quella con lunghezze d'onda nell'infrarosso vicino (oltre i 700 nm). Le caratteristiche ottiche sono apparse in relazione alla struttura dell'epidermide e del mesofillo ed al contenuto di acqua e di clorofilla (Figura 4).

Utilizzando i diversi valori di riflessione è stato possibile discriminare queste stesse specie tra di loro e dal suolo: l'indice di vegetazione (pari al rapporto $IR-R/IR+R$ con IR infrarosso e R rosso) presentava infatti un valore di 0.78 per il ginepro, di 0.9 per il lentisco, mentre lo stesso coefficiente per il terreno nudo assumeva valori compresi tra 0.5 e 0.6 (Figura 5).

Il secondo assetto sperimentale era volto alla determinazione di come la radiazione solare sia ripartita nei diversi termini del bilancio energetico e di come i flussi siano guidati dalla regolazione atmosferica locale. Un'attenzione particolare è stata data allo studio della aerodinamica della vegetazione e alle misure dei flussi con l'obiettivo finale di descrivere e modellare i processi di scambio.

Sono stati utilizzati a questo scopo diversi sensori, alcuni dei quali operanti a bassa frequenza di acquisizione, come i sensori per il rapporto di Bowen, mentre altri ad alta frequenza (da 10 a 21 Hz) per le analisi della turbolenza e per controllare altre tecniche come quella di Surface Renewal e di Flux Variance.

Altre informazioni a livello micrometeorologico sono state ottenute con tre anemometri tridimensionali di Gill posti a diverse altezze lungo un gradiente assieme a sensori di temperatura; ciò ha reso possibile la definizione del campo termico e anemometrico.

Nelle giornate tipiche la stabilità atmosferica ha presentato andamenti diversi nel corso delle 24 ore: alla prevalente stabilità notturna faceva infatti riscontro l'instabilità diurna in corrispondenza di elevati valori di irradianza; condizioni di neutralità si avevano invece alla fine del giorno allorché il parametro di stabilità $1/L$ assumeva valori prossimi allo zero.

L'analisi dei flussi ha evidenziato come più del 50% della radiazione era convertita dalla vegetazione in flusso di calore sensibile e quindi in scambio termico (Figura 6). I bassi valori registrati per il flusso di calore latente indicavano una scarsa presenza di acqua a disposizione delle piante tant'è che mediamente soltanto 100Wm^{-2} (circa il 15% dell'energia disponibile) erano utilizzati per processi di evapotraspirazione (Figura 7).

Il flusso di CO_2 dell'ecosistema presentava un tipico ciclo notte-giorno. I valori erano infatti negativi dall'alba al tramonto, indicando un assorbimento attivo della CO_2 da parte delle piante. La curva del flusso di anidride carbonica seguiva poi l'andamento della radiazione fotosintetica, ed evidenziava valori positivi dopo il tramonto e di notte. Durante le ore notturne si assisteva quindi a fenomeni di rilascio di carbonio da parte della vegetazione (Figura 7).

Obiettivi futuri

Dai dati raccolti e da ulteriori misure si potranno ottenere informazioni esaustive sul funzionamento di ecosistemi a macchia mediterranea collocati in situazioni pedoclimatiche estreme descrivendone quindi lo stato di salute, la funzionalità e vitalità sia per fini ecologici, come la salvaguardia del territorio e della

biodiversità, sia per disporre di indicazioni sulla presenza e sugli effetti del cambiamento globale e dell'inquinamento di origine antropica.

Figura 1 - Andamento della radiazione in onda lunga, incidente e riflessa durante la campagna di misura.

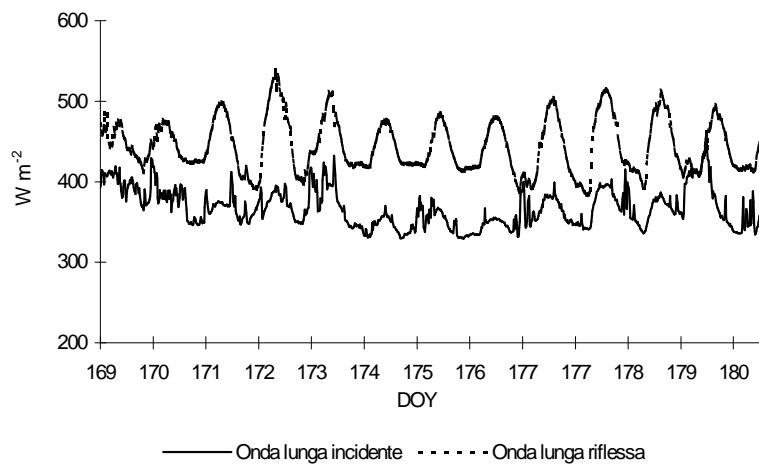


Figura 2 - Andamento della PAR durante la campagna di misura.

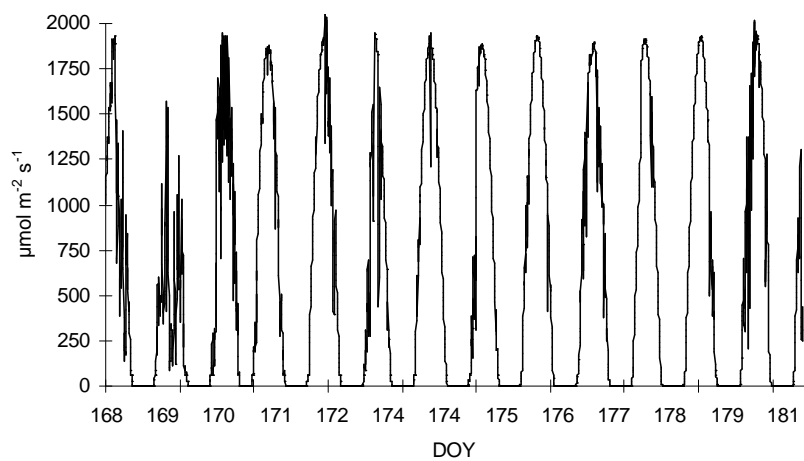


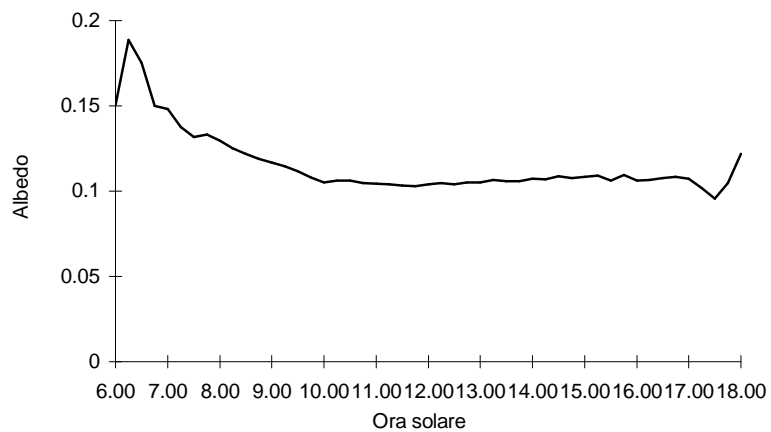
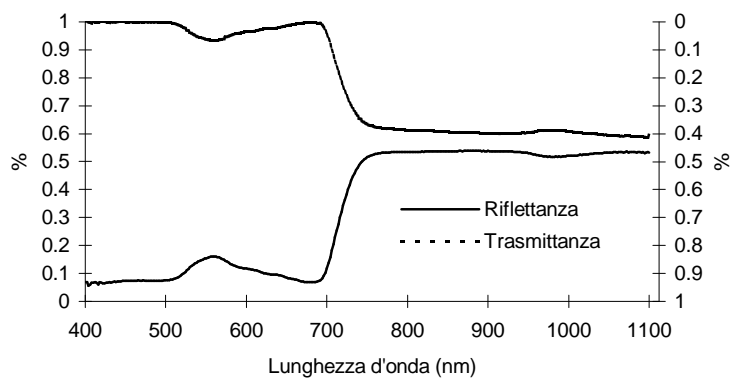
Figura 3 - Albedo misurato in un giorno tipo.*Figura 4 - Caratteristiche ottiche delle foglie di lentisco*

Figura 5 - Indice di vegetazione ($IR-R/IR+R$) con $R=560-670$ nm e $IR=790-1050$ nm.

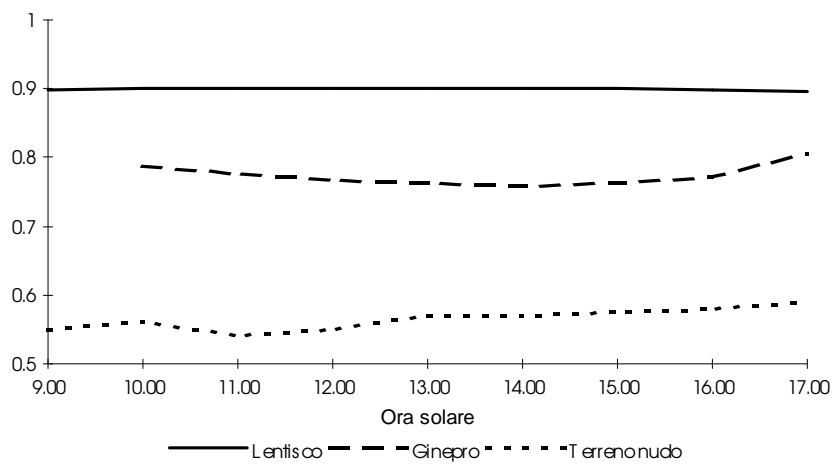


Figura 6 - Flusso di calore sensibile misurato con la tecnica della correlazione vorticoso (eddy covariance).

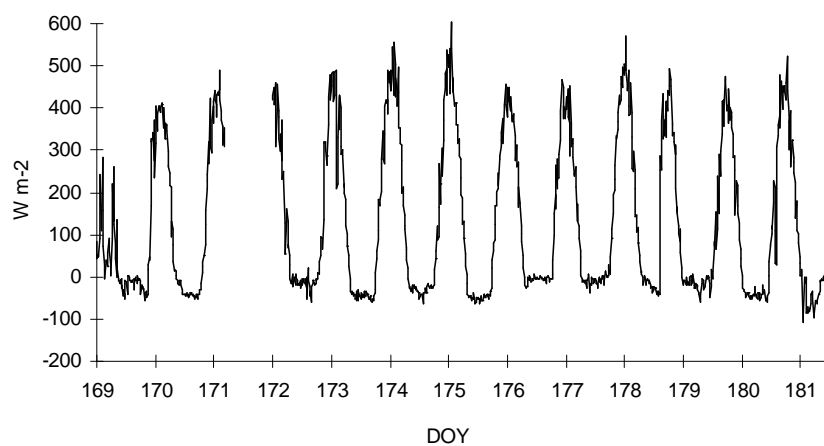


Figura 7 - Andamenti giornalieri dello scambio netto di carbonio dell'ecosistema (NEE), e dei principali termini del bilancio di energia, durante alcuni giorni della campagna di misura.

