

Diversità funzionale in cloni di ciliegio da legno (*Prunus avium* L.) di provenienza Appennino toscano[§]

Andrea Cutini^{1*}, Tessa Giannini¹

Accettato il 10 aprile 2008

Riassunto – Si presentano i risultati di una ricerca che analizza la funzionalità di cloni di ciliegio (*Prunus avium* L.) già selezionati, per individuare i genotipi con maggiore efficienza ecologica e meno sensibili agli stress ambientali, al fine di fornire indicazioni utili per programmi di arboricoltura da legno. I rilievi sono stati condotti, a partire dall'anno 2002, nel campo sperimentale di Papiano (Stia, AR) dove sono stati posti a confronto i seguenti cloni di ciliegio di provenienza Appennino toscano: Casina Alpe 1 (A), Casina Alpe 2 (D), Puzzòlo (C), Paradisino (E), Piantata Catenaiia (F). Ad ogni inizio e fine stagione sono stati eseguiti i rilievi dendrometrici per valutare l'accrescimento e l'incremento corrente individuale dei cloni. Per meglio caratterizzare gli apparati fogliari di ciascun clone sono state effettuate, durante i mesi estivi, misure di radiazione solare con ceptometri e di LAI con il PCA LAI 2000. Allo scopo di evidenziare eventuali differenze tra i cloni a livello di funzionalità e di risposte alle condizioni ambientali, si è messo in relazione l'accrescimento e la produttività con le principali caratteristiche delle chiome e si è stimata l'efficienza ecologica dei diversi cloni calcolando il tasso di assimilazione netta (NAR). Dai risultati emerge che il clone E presenta un apparato fogliare molto sviluppato ed i migliori valori in termini di accrescimento. Di contro tale clone è caratterizzato da chiome con forma globosa e ramificata e risulta essere il più suscettibile agli effetti della siccità. Questi elementi contribuiscono a sconsigliarne l'impiego in futuri programmi di miglioramento genetico e l'uso in impianti per la produzione di legname di qualità. I cloni C e A associano capacità di accrescimento piuttosto sostenute ad una migliore architettura generale, il che ne consiglia l'impiego in impianti per la produzione di legname pregiato, soprattutto se realizzati nella stessa regione geografica.

Parole chiave: *cloni di ciliegio, efficienza, produttività, indice di area fogliare, trasmittanza, stress ambientali.*

Abstract – *Functionality in wild cherry (*Prunus avium* L.) clones of Tuscany Apennines provenances.* Results of a research regarding the functionality of already selected wild cherry (*Prunus avium* L.) clones are reported. The main target was to select the genotypes with the best ecological efficiency and less sensible to environmental stress, in order to give concrete indications for arboriculture for wood productions. Starting from 2002, measurements were carried out in the experimental plot of Papiano (Stia, AR), where the following clones with provenance from the Tuscan Apennines were compared: Casina Alpe 1 (A), Casina Alpe 2 (D), Puzzòlo (C), Paradisino (E), Piantata Catenaiia (F). Dendrometrical data were collected at the beginning and at the end of each season, in order to evaluate the growth and the individual current increment of the clones. To better characterize the canopies of each clone, measurements of *photosynthetic active radiation* (PAR) and of the *leaf area index* (LAI) were carried out with ceptometers and PCA LAI 2000. In order to evaluate differences between the clones regarding functionality and response to environmental stress, growth and productivity were related to the most important canopy characteristics. Ecological efficiency was calculated for the different clones using the *net assimilation rate* (NAR). The results show that the clone E has the most developed canopies and the best results in terms of growth. But at the same time it also presents densely branched round canopies and results more sensible to the effects of summer drought. These elements contribute to advise against the use of this clone in future genetic improvement programs and in high quality wood productions. On the contrary, the clones C and A have both good growth characteristics and a better general architecture and are therefore advised for high quality wood productions especially in the same geographic region.

Key words: *wild cherry clones, efficiency, productivity, leaf area index, transmittance, environmental stress.*

F.D.C.: 181.51 : 176.1 Prunus avium : 181.65

Introduzione

Nel corso degli ultimi anni alcuni provvedimenti della Politica Agricola Comunitaria (Reg. CEE 2080/92 e Reg. CEE 1257/99) hanno favorito la diffusione di impianti di arboricoltura finalizzati alla produzione di legname di qualità con l'impiego di latifoglie pregiate

(BURESTI e MORI 2002, BURESTI e MORI 2003, BURESTI LATTES e MORI 2004, AUTORI VARI 2005).

Una delle specie maggiormente utilizzate in Europa è rappresentata dal ciliegio (*Prunus avium* L.) il cui legname ha buone proprietà tecnologiche e caratteristiche estetiche che lo rendono particolarmente adatto per la falegnameria fine da interni (GIORDANO

[§] Lavoro eseguito nell'ambito del programma finalizzato Mi.P.A.F. "RI.SELV.ITALIA - Area 1 Risorse genetiche forestali - Sottoprogetto 1.1 Biodiversità e produzione di materiale forestale di propagazione - Ricerca 1.1.2 Diversità funzionale in provenienze e cloni di noce e ciliegio da legno". Il lavoro è stato svolto dagli autori in parti uguali.

¹ C.R.A. - Centro di Ricerca per la Selvicoltura - Arezzo.

* Autore corrispondente andrea.cutini@entecra.it

1988, CASINI *et al.* 2000, AUTORI VARI 2005). L'interesse per questa specie e la sua ampia possibilità di impiego in arboricoltura da legno hanno portato ad avviare numerosi programmi di miglioramento genetico (DUCCI *et al.* 1988, DUCCI e SANTI 1996, DUCCI e SANTI 1997, AUTORI VARI 2005). Tali programmi hanno avuto come scopo primario quello di selezionare materiale dotato di elevato valore fenotipico e quindi di favorire l'incremento della produzione e di migliorare la qualità dei fusti e del legname. Poca attenzione è stata però dedicata ai meccanismi e ai fattori che sono alla base dei diversi livelli di efficienza ecologica e di funzionalità dei cloni selezionati. In particolare, per il ciliegio non risultano essere state condotte indagini sull'eventuale controllo genetico delle risposte a condizioni di stress ambientali, spesso frequenti in molte regioni del nostro Paese.

L'obiettivo di questa ricerca è analizzare l'efficienza ecologica e la funzionalità di cloni di ciliegio da legno, selezionati nell'ambito di precedenti programmi di miglioramento genetico (DUCCI *et al.* 1987), allo scopo di individuare i genotipi meno sensibili agli stress ambientali da impiegare in arboricoltura su scala regionale. Tra i molti fattori che determinano il livello di risposta a condizioni climatiche critiche vengono esaminati quelli connessi alla diversa efficienza produttiva dei cloni, mettendo in relazione la struttura e le caratteristiche dell'apparato fogliare con l'accrescimento e l'allocazione della biomassa. Una maggiore conoscenza di questi fattori e l'individuazione delle relazioni con il genotipo permetteranno, nel breve-medio periodo, di valutare in modo più approfondito le possibilità di impiego su vasta scala del materiale selezionato.

Materiale e metodi

La ricerca è stata condotta nel campo sperimentale di Papiano (Stia, Arezzo; 43°49'N, 11°42'E) realizzato negli anni 1988-1989 per valutare le potenzialità di alcuni cloni di ciliegio da legno. L'impianto si trova ad un'altitudine media di 750 m, con una pendenza che varia tra 0 e 30% ed un'esposizione Sud-Sud Ovest. In questa località la precipitazione media annua è 1027.8 mm e la temperatura media annua è 12.1° C, valori ottenuti come medie del periodo 1960-1982 della stazione termopluviometrica di Stia (AR), posta a quota 479 m s.l.m., del Servizio Idrologico Regionale.

La piantagione è costituita da parcelle multiclonali

di ciliegio organizzate secondo uno schema a blocchi randomizzati, con sesto d'impianto quadrato e distanza tra le piante di 5 m. I rilievi sono stati condotti all'interno di due blocchi nei quali sono posti a confronto i seguenti cloni micropropagati di ciliegio da legno di provenienza Appennino toscano: Casina Alpe 1 - Alpe di Catenaiola (settore occidentale) 970 m s.l.m., Chiusi della Verna, AR (clone A); Casina Alpe 2 - Alpe di Catenaiola (settore occidentale) 970 m s.l.m., Chiusi della Verna, AR (clone D); Puzzo - Val Tiberina (settore settentrionale) 1000 m s.l.m., Chiusi della Verna, AR (clone C); Paradisino - Foresta di Vallombrosa 1050 m s.l.m., Reggello, FI (clone E); Piantata Catenaiola - Alpe di Catenaiola 950 m s.l.m., Chiusi della Verna, AR (clone F). Ogni clone è rappresentato, in entrambi i blocchi presi in esame, da una fila di 5 piante.

Per uno studio più dettagliato degli effetti dell'andamento climatico annuale sui cloni di ciliegio sono stati elaborati i dati termopluviometrici raccolti dalla stazione meteorologica n. 105 - Stia (AR) - quota 830 m s.l.m., installata dall'Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel Settore Agricolo-forestale (A.R.S.I.A. Toscana) nel 1998 in prossimità del campo sperimentale ed inclusa nella rete di monitoraggio del Servizio Agrometeorologico Regionale. In particolare sono stati analizzati i dati di temperatura e precipitazione media annua e dei mesi estivi relativi al periodo 2002-2006. Solo ai fini di un'analisi comparativa tra l'andamento meteorologico dei vari anni, è stato calcolato l'indice di aridità di DE MARTONNE (1926).

A partire dall'anno 2002, ad ogni inizio e fine stagione vegetativa, sono state misurate le circonferenze a 1.30 m da terra, le altezze totali e le altezze di inserzione della chioma di tutte le piante presenti, in modo da determinare l'accrescimento e l'incremento corrente individuale di diametro ed altezza. Per analizzare più in dettaglio le caratteristiche delle chiome sono stati rilevati anche il raggio massimo della chioma (R max) e l'altezza da terra di tale raggio (H R max) di ogni pianta.

Si è anche proceduto a stimare la biomassa legnosa epigea di ciascuna pianta moltiplicando il volume del fusto, ottenuto applicando la formula del cono, per 539 Kg m⁻³, valore medio della densità basale del ciliegio riportato da ZANUTTINI *et al.* (2006). Ciò ha consentito di calcolare l'incremento corrente medio per ogni clone riferito alla biomassa legnosa. La valutazione dell'efficienza e della funzionalità dei diversi cloni di ciliegio è stata eseguita, non solo sulla base dei

risultati di accrescimento e di incremento, ma anche attraverso il calcolo del tasso di assimilazione netta (*net assimilation rate*, NAR), indice dato dal rapporto tra l'incremento corrente di biomassa e l'indice di area fogliare - LAI (CHIARELLO *et al.* 1989, CUTINI 1994b, CUTINI e HAJNY 2006).

Misure di LAI e di trasmittanza

Le caratteristiche delle chiome e degli apparati fogliari dei diversi cloni sono state indagate anche con metodi indiretti. In particolare sono state effettuate misure di LAI e di trasmittanza.

L'indice di area fogliare è il principale indicatore delle caratteristiche della copertura forestale e condiziona significativamente l'efficienza e la produttività (GHOLZ 1982, WARING 1983, BRÉDA *et al.* 2002). Nel presente lavoro per misurare il LAI è stato utilizzato un metodo di stima indiretto basato sulla relazione esistente tra l'attenuazione della radiazione solare diffusa ad opera delle chiome e le caratteristiche delle stesse. Allo scopo è stato utilizzato il Plant Canopy Analyser LAI 2000 (LI-COR, Lincoln, NE, USA) strumento in grado di fornire stime accurate del LAI a partire da misure di radiazione diffusa con un sensore ottico emisferico (CUTINI *et al.* 1998, CUTINI *et al.* 2003). Il sensore ad ogni acquisizione effettua contemporaneamente cinque misure corrispondenti ad anelli concentrici che campionano le seguenti fasce rispetto allo zenit: 0-13°, 16-28°, 32-43°, 47-58°, 61-74°. L'angolo di misura azimutale dello strumento può essere variato attraverso l'apposizione di mascherine o *cap*. Il LAI si ottiene mettendo in relazione, per mezzo di un modello di estinzione della radiazione, le misure rilevate sottocopertura con una misura di riferimento effettuata in una zona priva di copertura.

I rilievi sono stati condotti principalmente nel periodo di massima espansione fogliare (da giugno ad agosto), in giornate con cielo sereno e nelle prime ore del mattino, in modo tale da attenuare gli effetti negativi della radiazione diretta. Le misure sono state fatte ad un'altezza da terra di circa 1.3 m, utilizzando la *cap* con apertura di 45°. Per lo scarico e l'elaborazione dei dati sono stati utilizzati rispettivamente i programmi COMM e C-2000 (LI-COR, Lincoln, NE, USA) e le procedure sperimentate in precedenti lavori (CUTINI *et al.* 1998, CUTINI *et al.* 2003, CUTINI e VARALLO 2006).

Parallelamente alle stime di LAI sono state eseguite misure di trasmittanza. A tale scopo per ciascun clone sono state effettuate misure di PAR (radiazione

fotosinteticamente attiva) con ceptometri (Sunfleck Par Ceptometer SF-80 e AccuPAR Ceptometer LP-80, Decagon Devices Inc., Pullman, WA, USA) in giornate serene tra le ore 11.00 e 14.00 solari locali (CUTINI 1994a, CUTINI 1996). Per ogni punto di misura sono stati acquisiti quattro valori, secondo le direzioni cardinali. Quindi i valori medi di PAR relativi ad ogni clone sono stati messi in relazione con misure di riferimento effettuate in aree vicine all'impianto, prive di copertura, all'inizio ed alla fine di ogni rilievo. Si è risaliti così alla trasmittanza, ossia il valore di energia solare trasmessa sottocopertura in termini percentuali rispetto alla radiazione incidente sopra le chiome.

Analisi statistiche

I valori annuali, relativi ad ogni clone, di trasmittanza (opportunamente trasformati) e di LAI sono stati sottoposti all'analisi della varianza ad una via e successivamente, in presenza di valori di F significativi, al test di comparazione multipla HSD di Tukey, utilizzando il software Statistica (StatSoft, Inc. Tulsa, OK, USA). Questa analisi ha interessato anche il tasso di assimilazione netta e gli incrementi correnti periodici (2002-2006) in altezza, diametro, area basimetrica, biomassa e volume.

Risultati

I valori di temperatura e precipitazione media annuale e dei mesi estivi (giugno, luglio ed agosto) mettono in evidenza come il periodo di osservazione 2002-2006 sia stato caratterizzato dall'eccezionale andamento dell'anno 2003, con temperature estive molto elevate e precipitazioni scarse rispetto alla media (figure 1 e 2). Anche l'estate del 2004 è risultata abbastanza siccitosa, mentre i valori medi annuali di piovosità sono rientrati nella norma. Le precipitazioni autunnali particolarmente ridotte, hanno fatto sì che anche il 2006 sia risultato complessivamente un'annata con valori sensibilmente al di sotto della media. L'eccezionale andamento dell'anno 2003 è confermato dall'indice di De Martonne che risulta pari a 37, rispetto a valori compresi tra 58 e 63 calcolati per gli anni 2002, 2004 e 2005.

I valori medi di accrescimento dei vari cloni all'inizio e alla fine del periodo di osservazione sono sintetizzati in tabella 1. Dai risultati emergono correlazioni statisticamente significative ($P < 0.05$) tra accrescimento in biomassa e diametro, con valori di

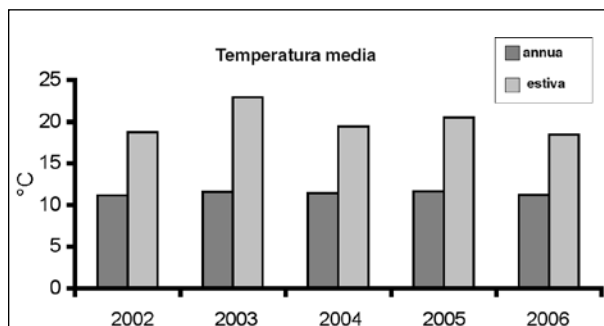


Figura 1 - Andamento della temperatura media annua ed estiva durante il periodo 2002-2006 (stazione meteorologica A.R.S.I.A. di Stia).
Trend of annual and summer mean temperature in the period 2002-2006 (weather station A.R.S.I.A. of Stia).

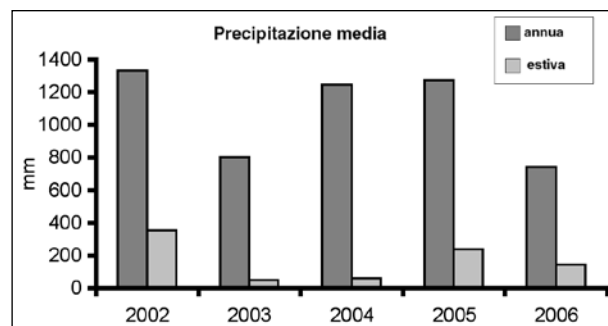


Figura 2 - Andamento della precipitazione media annua ed estiva durante il periodo 2002-2006 (stazione meteorologica A.R.S.I.A. di Stia).
Trend of annual and summer mean precipitation in the period 2002-2006 (weather station A.R.S.I.A. of Stia).

Tabella 1 - Principali caratteristiche dendrometriche medie dei cloni ad inizio e fine periodo di osservazione.
Most important mean growth variables of the clones at the beginning and at the end of the monitoring period.

clone	anno 2002				anno 2006			
	altezza tot m	diametro cm	volume m ³	biomassa Kg	altezza tot m	diametro cm	volume m ³	biomassa Kg
F	6,42	8,69	0,019	10,45	7,78	11,70	0,042	22,54
D	6,65	10,95	0,033	17,80	7,94	13,99	0,063	34,04
A	8,89	11,55	0,047	25,34	10,60	13,98	0,082	44,13
E	7,28	12,89	0,048	25,99	8,85	16,71	0,099	53,24
C	8,01	10,47	0,036	19,39	9,58	13,92	0,067	41,22

r pari a 0.94 per l'anno 2002 e 0.93 per il 2006; al contrario la relazione tra altezza e biomassa è risultata statisticamente non significativa. Per quanto riguarda il confronto tra i vari cloni, A e C si distinguono per un maggior sviluppo in altezza, sia all'inizio che alla fine del periodo di osservazione. Il clone E, a fronte di uno sviluppo intermedio in altezza, ha valori di diametro nettamente superiori a tutti gli altri cloni. Ciò condiziona i risultati in termini di accrescimento in volume e biomassa che, nel caso del clone E, sono nettamente superiori agli altri cloni, soprattutto a fine periodo di osservazione. Al contrario, il clone F è quello con dimensioni più ridotte rispetto a tutti gli altri.

L'analisi della varianza ha messo in evidenza differenze significative tra i cloni per tutte le variabili esaminate, ad eccezione dell'altezza. Per quanto riguarda l'incremento in diametro si registrano valori sensibilmente inferiori per il clone A con differenze statisticamente significative (figura 3). Relativamente all'incremento di biomassa i valori più elevati sono stati riscontrati per il clone E, mentre i cloni C ed A hanno valori intermedi ed i cloni D e F valori inferiori (figura 4).

Dall'esame delle variazioni annuali dell'incremento corrente di diametro e di biomassa emerge un netto

decremento nei primi anni di osservazione che culmina nel 2004; segue un parziale recupero nel 2005 e 2006, anni in cui i valori si avvicinano a quelli del primo biennio (figure 5 e 6).

I cloni presi in esame si differenziano anche a livello di caratteristiche delle chiome e dell'apparato fogliare. I valori di LAI dei vari cloni sono risultati significativamente correlati ($P < 0.05$) con il diametro e la biomassa ma non con l'altezza. Per quanto riguarda il confronto tra i vari cloni l'analisi della varianza ha messo in evidenza differenze significative, con valori piuttosto bassi ($0.59 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$) per il clone F e valori più che doppi ($1.57 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$) per il clone E (figura 7).

Le notevoli fluttuazioni registrate a livello di andamento climatico annuale sembrano non influenzare in maniera univoca i valori di LAI, indice che ha un andamento piuttosto costante nel caso dei cloni C, D e F; solo il clone E mostra una sensibile riduzione dei valori di LAI, in particolare nel corso del 2004 (figura 8).

Le differenze emerse a livello di caratteristiche delle chiome e dell'apparato fogliare trovano conferma nei valori di radiazione incidente intercettata da ciascun clone. In particolare, i cloni E e D intercettano circa il 50% della radiazione con differenze statisti-

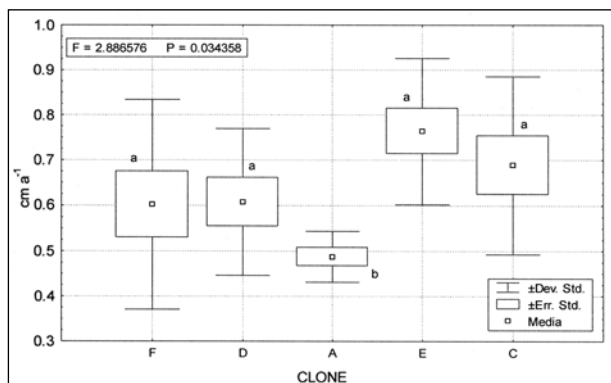


Figura 3 - Plot di Box e Whisker dell'incremento corrente periodico (2002-2006) di diametro e risultati dell'analisi della varianza e del test HSD di campioni multipli di Tukey.
Box and Whisker plots of current periodic (2002-2006) diameter increment and results of analysis of variance and of Tukey's HSD Test.

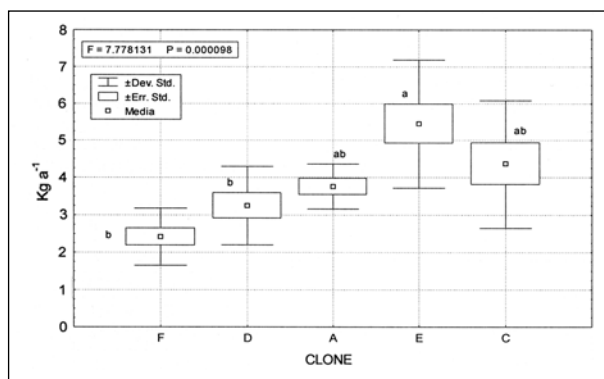


Figura 4 - Plot di Box e Whisker dell'incremento corrente periodico (2002-2006) di biomassa e risultati dell'analisi della varianza e del test HSD di campioni multipli di Tukey.
Box and Whisker plots of current periodic (2002-2006) biomass increment and results of analysis of variance and of Tukey's HSD Test.

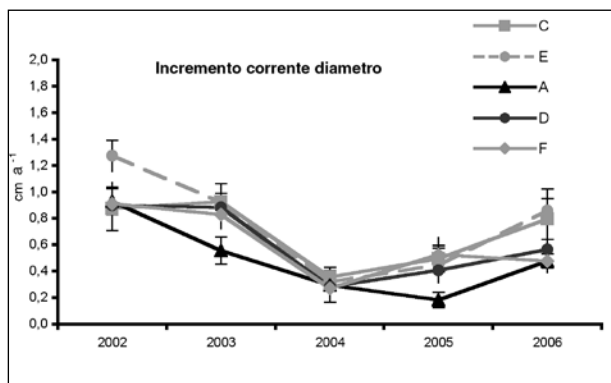


Figura 5 - Variazioni annuali dell'incremento corrente di diametro di ciascun clone nel periodo 2002-2006.
Annual variations of current diameter increment of each clone in the period 2002-2006.

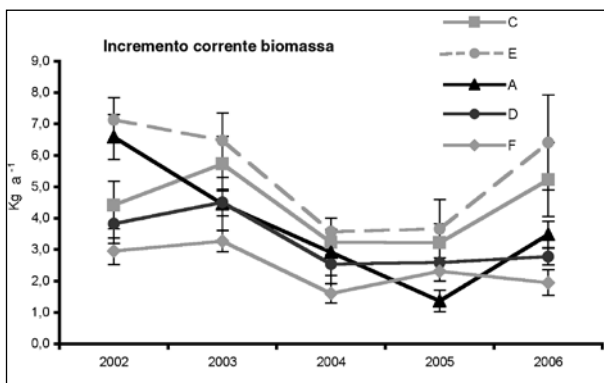


Figura 6 - Variazioni annuali dell'incremento corrente di biomassa di ciascun clone nel periodo 2002-2006.
Annual variations of current biomass increment of each clone in the period 2002-2006.

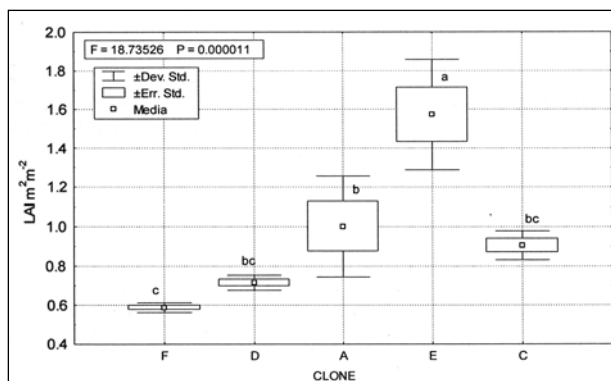


Figura 7 - Plot di Box e Whisker del LAI e risultati dell'analisi della varianza e del test HSD di campioni multipli di Tukey.
Box and Whisker plots of LAI and results of analysis of variance and of Tukey's HSD Test.

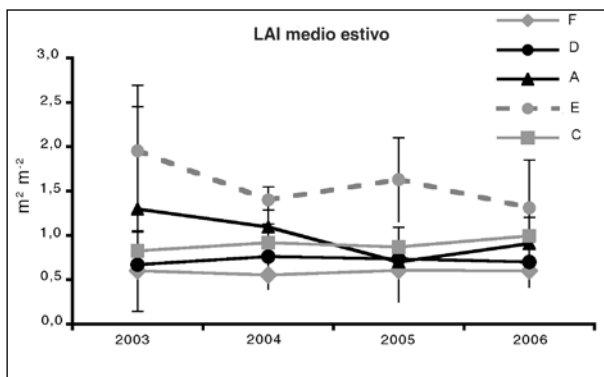


Figura 8 - Variazioni annuali del LAI medio estivo (2003-2006) di ogni clone.
Annual variations of mean summer LAI (2003-2006) of each clone.

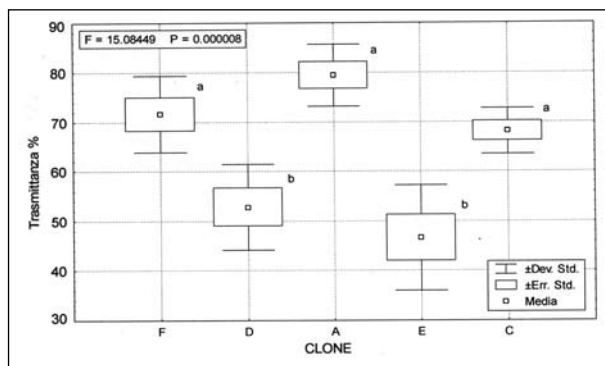


Figura 9 - Plot di Box e Whisker della trasmittanza e risultati dell'analisi della varianza e del test HSD di campioni multipli di Tukey. *Box and Whisker plots of transmittance and results of analysis of variance and of Tukey's HSD Test.*

camente significative rispetto agli altri tre cloni che, invece, presentano valori compresi tra il 65 e l'80% (figura 9).

Per quanto riguarda il tasso di assimilazione netta non si osservano differenze significative tra i vari cloni: il clone A presenta i valori medi più bassi, mentre quelli più elevati sono stati riscontrati nel clone C (figura 10).

Discussione e conclusioni

L'analisi dei dati di accrescimento, dalla quale è emersa la stretta correlazione tra biomassa e diametro, ha messo in evidenza come il patrimonio genetico, nel caso dei cloni di ciliegio presi in considerazione, abbia esplicato il suo controllo essenzialmente sullo sviluppo radiale. Più precisamente, tale controllo si è esplicato sulle caratteristiche dell'apparato fogliare e, in conseguenza dello stretto legame tra LAI e sviluppo radiale, sul diametro.

In termini di accrescimento radiale i cloni E ed F hanno dato risultati rispettivamente superiori ed inferiori di circa il 15-20% alla media, con differenze statisticamente significative. Altrettanto è accaduto per l'accrescimento in biomassa dove sono state osservate differenze rispettivamente superiori ed inferiori del 35-40%. Al contrario, non si sono registrate differenze significative nello sviluppo in altezza.

Le anomalie registrate a livello di andamento climatico nel corso del periodo di osservazione, non hanno prodotto cambiamenti nel *ranking* dimensionale dei vari cloni. In altre parole, le posizioni acquisite in termini di accrescimento all'anno 2002 sono state mantenute anche nel 2006 e, in qualche caso (vedi

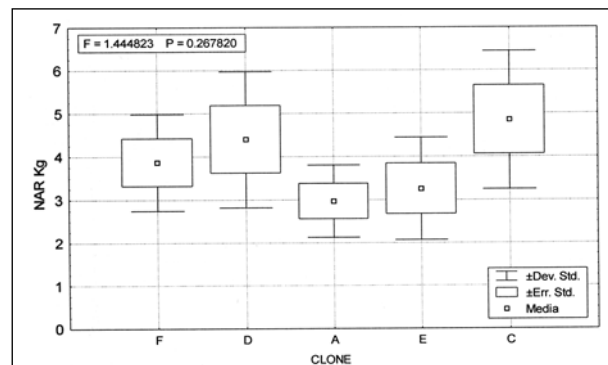


Figura 10 - Plot di Box e Whisker del tasso di assimilazione netta (NAR) e risultati dell'analisi della varianza. *Box and Whisker plots of the net assimilation rate (NAR) and results of analysis of variance.*

clone E), si sono addirittura consolidate.

Anche a livello di incrementi si sono registrate differenze significative tra i cloni. In particolare gli incrementi radiali dei cloni E ed A sono stati rispettivamente superiore ed inferiore di oltre il 20% rispetto alla media. Il clone E si è distinto per incrementi di biomassa maggiori del 40-45% rispetto alla media, mentre il clone F per valori più bassi di oltre il 35%.

Il particolare andamento climatico nel corso del periodo di osservazione, caratterizzato dall'eccezionale siccità estiva registrata nell'anno 2003 con una riduzione della piovosità media annua di oltre il 25% rispetto alla media del periodo ed addirittura del 70% prendendo in considerazione i mesi estivi, consente di fare alcune considerazioni sulle relazioni tra genotipo e stress ambientali. In primo luogo si è registrata una sensibile riduzione degli incrementi dei vari cloni in linea con quanto osservato in studi sugli effetti dello stress idrico sul ciliegio da legno (DETTORI *et al.* 1997, BARBERIS *et al.* 1998). È da sottolineare come questa riduzione degli incrementi sia avvenuta non nell'anno in cui si è verificato l'evento siccitoso, bensì nell'anno successivo. Infatti, nel 2004 si è registrata una riduzione del 25-30% dell'incremento di biomassa, seguita da un lento recupero dei valori. Per quanto riguarda gli effetti sull'apparato fogliare essi sono stati nel complesso molto più contenuti; solo il clone E, caratterizzato da una chioma significativamente più consistente degli altri cloni, ha subito conseguenze di un certo rilievo. Tutto ciò risponde, come già osservato per altre specie (DICKSON e TOMLINSON 1996), alla necessità di ridurre le conseguenze negative di una eccessiva traspirazione. Nel complesso si può quindi affermare che i cloni esaminati, a fronte di annate par-

ticolarmente siccitose, presentano reazioni piuttosto simili, in linea con quanto osservato anche da DUCCI *et al.* (1990). In particolare gli effetti negativi sull'accrescimento e sull'apparato fogliare si manifestano nell'anno successivo a quello critico dal punto di vista climatico. Nel caso preso in esame, dopo l'anno di crisi si è comunque registrato un progressivo recupero dei valori di accrescimento.

I valori medi di LAI osservati in questa ricerca sono in linea con quelli di un altro studio che ha interessato cloni di ciliegio da legno (CUTINI *et al.* 2003). Per quanto riguarda il confronto tra i cloni presi in esame l'esistenza di differenze significative tra i valori di LAI va a sostegno delle considerazioni sopra riportate in merito al legame tra patrimonio genetico e caratteristiche dell'apparato fogliare. A livello di *performance* spicca quella del clone E che presenta valori di LAI superiori di quasi il 65% rispetto alla media; il clone F, all'opposto, presenta valori inferiori di oltre il 35 %.

Se il patrimonio genetico esercita un'influenza sulla consistenza dell'apparato fogliare e sull'accrescimento dei cloni di ciliegio esaminati non altrettanto accade a livello di efficienza. Non sono infatti emerse a livello di tasso di assimilazione nette differenze significative tra i vari cloni.

Sulla base di un'analisi complessiva dei risultati ottenuti si può affermare che il clone Paradisino (E), si contraddistingue per l'apparato fogliare molto sviluppato che gli permette di conseguire le migliori *performances* in termini di accrescimento. Di contro tale clone presenta chiome con forma globosa e ramificazione pronunciata, elementi che si traducono negativamente sulla forma e qualità dei fusti e che rendono difficoltosi o comunque scarsamente efficaci gli interventi di potatura. Si è inoltre rivelato più suscettibile degli altri cloni agli effetti negativi della siccità estiva. Il complesso di questi elementi contribuisce a sconsigliarne da un lato l'ulteriore impiego nell'ambito di futuri programmi di miglioramento genetico e, dall'altro, l'uso in impianti finalizzati alla produzione di legname di qualità.

Al contrario i cloni Puzzòlo (C) e Casina Alpe 1 (A) associano capacità di accrescimento piuttosto sostenute ad una migliore architettura generale, forma del fusto, angolazione e dimensione dei rami. In aggiunta, queste caratteristiche si presentano stabili anche in altri test comparativi (DUCCI com. personale). Il clone Casina Alpe 2 (D), ed in maggior misura il clone Piantata Catenaiola (F), presentano invece caratteristiche nettamente inferiori sia sotto il profilo

dell'accrescimento che della forma.

Da tutto ciò ne discende un giudizio complessivamente positivo sui cloni Puzzòlo (C) e Casina Alpe 1 (A) per i quali si consiglia, insieme ad un'ulteriore valutazione sotto il profilo sperimentale, l'impiego in impianti finalizzati alla produzione di legname di qualità, soprattutto se realizzati nella stessa regione geografica.

Ringraziamenti

Lavoro realizzato con il contributo del programma finalizzato Mi.P.A.F. "RI.SELV.ITALIA - Area 1 Risorse genetiche forestale - Sottoprogetto 1.1 Biodiversità e produzione di materiale forestale di propagazione - Ricerca 1.1.2 Diversità funzionale in provenienze e cloni di noce e ciliegio da legno".

Gli Autori ringraziano il personale del CRA - Centro di ricerca per la Selvicoltura e in particolare: Mario Ceccarelli, Alessandro Bitini e Michele Lorenzoni per aver contribuito alla raccolta dei dati ed ai rilievi in campo; Alessandro Varallo per l'analisi e l'elaborazione dei dati effettuata durante i primi anni del progetto.

Si desidera inoltre ringraziare la Comunità Montana del Casentino per la collaborazione al mantenimento dell'impianto sperimentale oggetto di studio.

Bibliografia citata

- AUTORI VARI (a cura di F. Ducci), 2005 - *Monografia sul ciliegio selvatico* (*Prunus avium* L.). CRA - Istituto sperimentale per la selvicoltura, Arezzo: 128 p.
- BARBERIS A., ALBERTINO P.M., FILIGHEDDU M.R., MANCHINU M., 1998 - *Effetti dello stress idrico sul ciliegio da legno in ambiente mediterraneo*. In: Atti convegno nazionale "Irrigazione e ricerca: progressi nell'uso della risorsa acqua", Bari, 1-2 ottobre 1998: 215-219.
- BRÉDA N., SOUDANI K., BERGONZINI J.C., 2002 - *Mesure de l'indice foliaire en forêt*. Ecofor, Paris: 157 p.
- BURESTI E., MORI P., 2002 - *Le piantagioni da legno realizzate con il reg. 2080/92: condizioni di sviluppo e caratteristiche nella provincia di Arezzo*. Sherwood - Foreste ed alberi oggi, 80 (07/02): 15-20.
- BURESTI E., MORI P., 2003 - *Progettazione e realizzazione di impianti di arboricoltura da legno*. Manuale A.R.S.I.A. (Firenze), 80 p.
- BURESTI LATTES E., MORI P., 2004 - *Condizione e valutazione degli impianti di arboricoltura da legno*. Manuale A.R.S.I.A. (Firenze), 78 p.
- CASINI L., DE MEO I., MORI P., 2000 - *Scheda sul legno di ciliegio* (*Prunus avium* L.). Sherwood - Foreste e alberi oggi, 62 (11/02): 35-38.

- CHIARELLO N.R., MOONEY H.A., WILLIAMS K., 1989 – *Growth, carbon allocation and cost of plant tissue*. In Percy R.W. et al. (eds): *Plant physiological ecology: field methods and instrumentation*. Chapman and Hall, London, New York: 327-365.
- CUTINI A., 1994a – *La stima del lai con il metodo delle misure di trasmittanza in popolamenti diradati e non diradati di cerro*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo, Vol. XXIII (1992): 167-181.
- CUTINI A., 1994b – *Indice di area fogliare, produzione di lettiera ed efficienza di un ceduo di cerro in conversione*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo, Vol. XXIII (1992): 147-166.
- CUTINI A., 1996 – *The influence of drought and thinning on leaf area index estimates from canopy transmittance method*. Annales des Sciences Forestières, 53: 595-603.
- CUTINI A., MATTEUCCI G., SCARASCIA MUGNOZZA G., 1998 – *Estimation of leaf area index with the Li-Cor LAI 2000 in deciduous forests*. Forest Ecology and Management, 105: 55-65.
- CUTINI A., GIULIETTI V., VARALLO A., 2003 – *La stima dell'indice di area fogliare di popolamenti forestali e di singoli alberi con il plant canopy analyzer LAI-2000*. Annali C.R.A. - Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo, Vol. XXXI (2000): 95-107.
- CUTINI A., HAJNY M., 2006 – *Effetti del trattamento selvicolturale su produzione di lettiera, caratteristiche della copertura ed efficienza di un ceduo di cerro in conversione*. Annali C.R.A. - Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo, Vol. XXXIII (2002-2004): 133-142.
- CUTINI A., VARALLO A., 2006 – *Estimation of foliage characteristics of isolated trees with the plant canopy analyzer LAI-2000*. Current Trends in Ecology (2006): 49-56.
- DE MARTONNE E., 1926 – *Une nouvelle fonction climatique: l'indice d'aridité*. La Météorologie, 2: 449-459.
- DETTORI S., FALQUI A., MAVULI S., ORRÙ A., PODDIGHE D., TODDE M., 1997 – *Prime esperienze di coltivazione di ciliegio e noce da legno in Sardegna*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo, Vol. XXV e XXVI (1994-95): 227-241.
- DICKSON R.E., TOMLINSON P.T., 1996 – *Oak growth, development and carbon metabolism in response to water stress*. Annales des Sciences Forestières, 53: 181-196.
- DUCCI F., CANCELIANI L., BIONDI S., 1987 – *Prospettive di miglioramento, propagazione e coltivazione del ciliegio da legno (Prunus avium L.)*. Monti e Boschi, XXXVIII (2):14-19.
- DUCCI F., TOCCI A., VERACINI A., 1988 – *Sintesi del registro del materiale di base di Prunus avium L. in Italia centro settentrionale, Basilicata e Calabria*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo, Vol. XIX (1988): 265-303.
- DUCCI F., VERACINI A., TOCCI A., CANCELIANI L., 1990 – *Primi risultati di una sperimentazione pilota di arboricoltura clonale da legno con Prunus avium L.*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo, Vol. XXI (1990): 81-108.
- DUCCI F., SANTI F., 1996 – *Cloni naturali di ciliegio selvatico (Prunus avium L.): loro significato in foresta e per l'arboricoltura da legno*. Sherwood – Foreste e alberi oggi, 14 (07/96): 11-16.
- DUCCI F., SANTI F., 1997 – *The distribution of clones in managed and unmanaged populations of wild cherry (Prunus avium L.)*. Canadian Journal of Forest Research (27): 1998-2004.
- GHOLZ H.L., 1982 – *Environmental limits on aboveground net primary production, leaf area and biomass in vegetation zones of the Pacific Northwest*. Ecology 63: 469-481.
- GIORDANO G., 1988 – *Tecnologia del legno - Vol. III - Le prove e i legnami di più frequente impiego*. Utet, Torino, 1987 p.
- ZANUTTINI R., CREMONINI C., BRUNETTI M., BERTI S., 2006 – *Caratterizzazione del tondame di noce e ciliegio*. Sherwood – Foreste ed alberi oggi, 120 (03/06): 7-13.
- WARING, R.H., 1983 – *Estimating forest growth and efficiency in relation to canopy leaf area*. Advances in Ecological Research, 13: 327-354.