

SOCIETÀ BOTANICA ITALIANA ONLUS

GRUPPO DI LAVORO PER LA BOTANICA TROPICALE

LAVORI PRESENTATI ALLE RIUNIONI SCIENTIFICHE

SU

**“ATTUALITÀ E PROSPETTIVE DELLA RICERCA BOTANICA ITALIANA
NEGLI AMBIENTI TROPICALI”**

TENUTI A

Perugia (Facoltà di Agraria), 11 Settembre 1999

Roma (Orto botanico), 6 Ottobre 2000

Isola Polvese (Lago Trasimeno), 11-12 Maggio 2001

Centro “C. Jucci” del Terminillo (Rieti), 28-29 Giugno 2002

PREMESSA

I convegni interdisciplinari che hanno caratterizzato la ricerca del Gruppo di Lavoro della Botanica Tropicale (oggi Gruppo per la CITES) dal tema generale *"Attualità e Prospettive della Ricerca botanica italiana negli ambienti tropicali"* hanno visto la propria realizzazione in quattro anni successivi, dal 1999 al 2003. Le diverse tematiche affrontate e le diverse metodiche di ricerca hanno affrontato i temi riguardanti le risorse dei sistemi naturali ed antropici di ambienti tropicali e subtropicali da vari punti di vista: botanica generale, botanica sistematica, geobotanica, conservazione della natura, ecofisiologia, archeobotanica, etnobotanica e genetica.

Ciò ha permesso scambi di idee tra i vari ricercatori e proposto nuovi campi d'indagine alla luce delle nuove esigenze sulla valutazione e gestione della biodiversità di ambienti dove purtroppo mancano ancora sia le ricerche di base che quelle applicate. Sono stati coinvolti ricercatori universitari di varie Facoltà, quali Scienze MM. FF. e NN., Scienze Agrarie, Scienze Forestali e Farmacia ed esterni di Enti ed Istituzioni di Ricerca nazionali ed internazionali.

Perugia, 3 Luglio 2007

[a cura di M.R. CAGIOTTI e A. RANFA]

".....Non è un'esagerazione dire che il futuro della civiltà umana potrebbe dipendere dalla nostra capacità di difendere ed usare in modo sostenibile la diversità biologica. Il posto che l'uomo occupa nella natura non è stato ancora compreso a fondo....."

Edouard Saouma, ONU

INDICE DEI CONTRIBUTI

(In ordine alfabetico del primo autore)

1. A. BERTACCHI e P.E. TOMEI - Il parco di Bou Hedma (Tunisia): un relitto di savana arborata sulle coste del mediterraneo.
2. A. BRUNORI - Influenza dell'orografia e delle modalità d'impianto in piantagioni di *Eucalyptus* nel deserto del Neghev (Israele).
3. A. BRUNORI e Y. ZOHAR - Costruzione di una tavola di cubatura della biomassa totale e legnosa di *Eucalyptus sargentii* in impianti del deserto del Neghev (Israele).
4. D. CAPITINI, E. MINIATI, A. RANFA e M.R. CAGIOTTI - Cenni sull'ambiente fitogeografico dell'arcipelago della Guadalupa, Antille francesi.
5. F. MARINANGELI, M.R. CAGIOTTI, M.T. FARIA e A. RANFA - Caratterizzazione morfo-biometrica di alcune varietà di *Vigna unguiculata* (L.) Walp. nel Sud del Mozambico.
6. M. MAZZERIOLI, A. PAPINI, R.E. UNCINI MANGANELLI e P.E. TOMEI - Le regioni Chiapas e Oaxaca (Messico, America Centrale) quali centri di biodiversità etnobotanica ed etnofarmaceutica.
7. E. MINIATI e L. FAHRASMANE - Valorizzazione tecnologica di biorisorse vegetali tropicali in Guadalupa, Antille Francesi.
8. A. PAPINI e M. RAFFAELLI - Problematica tassonomica in *Oenanthe* sottogenere *Stephanorossia* (Chioyenda) Townsend, un sottogenere endemico dell'Africa orientale.
9. G. PERRETTI, E. MINIATI, L. MONTANARI e P. FANTOZZI - Biorisorse tropicali da valorizzare: recupero di antiossidanti naturali dalla pula di riso (*Oryza sativa* L.).
10. L. PIACENZA, A. RANFA e M.R. CAGIOTTI - La vegetazione antica e l'attuale situazione floristica dell'Isola di Pasqua.
11. A. RANFA, M.R. CAGIOTTI, N. POCCHESCHI e A.M. OLIVIERI - Comparazione ecofisiologica tra *Helianthus argophyllus* Torr. & A.Gray ed *Helianthus annuus* L. in condizioni controllate.
12. S. SGORBATI - Antonio Raimondi scopre sulle Ande una pianta straordinaria: *Puya raimondii* Harms.
13. B. TIRILLINI e P. BRIGATTI - Il Cocco di Babassù, una risorsa rinnovabile.

Il parco di Bou Hedma (Tunisia): un relitto di savana arborata sulle coste del mediterraneo¹

A. BERTACCHI e P.E. TOMEI

ABSTRACT – *The park of Bou Hedma (Tunisia): a wooded savannah relict on the mediterranean coasts* - The wooded savannah with *Acacia tortilis* (Forssk.) Hayne subsp. *raddiana* (Savi) Brenan (BRENAN, 1983) of the National Park of Bou Hedma in Tunisia is described. The park is an *Acacia tortilis* subsp. *raddiana* sanctuary, a peri-saharan tree which is becoming increasingly rare. The park is on the northern limit of the African wide distribution of this species.

Key words: *Acacia tortilis* (Forssk.) Hayne subsp. *raddiana* (Savi) Brenan, Africa, chorology, flora

INTRODUZIONE

Il Parco Nazionale di Bou Hedma (34° 39' Lat N, 9° 48' Long E) si estende per circa 16.500 ha, investendo una vasta area montana e planiziale nel centro sud della Tunisia (Fig. 1).

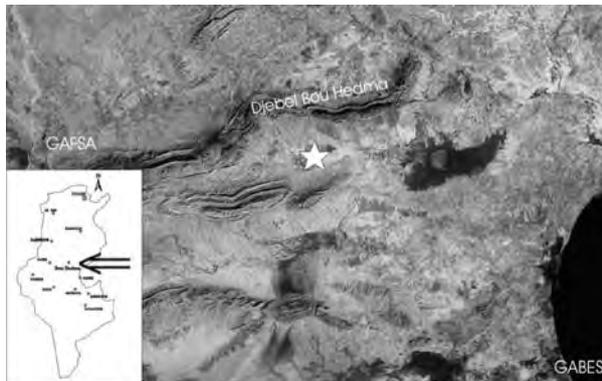


Fig. 1
Localizzazione del parco di Bou Hedma.
Individuation of the Bou Hedma park.

È situato a circa 60 km a Est del Golfo della Sirte, e quindi dal Mediterraneo, e a circa 120 km a Nord del Sahara, occupando un territorio estremamente variabile sia dal punto di vista bioclimatico che geomorfologico. Istituito ufficialmente nel 1980, secondo l'UNESCO rientra dal punto di vista biogeografico

nella *steppa dell' Atlante* rappresentando un bioma caratterizzato da praterie temperate a graminee (*temperate grassland*) (AA.VV., 1995). Attualmente è suddiviso in un'area di circa 3.500 ha a protezione integrale e in un'altra di 12.900 con lo *status* di riserva (*Biosphere Reserve status – Mab Unesco*) (Fig. 2).

Fig. 2
L'area del parco.
The park area.

Dal punto di vista climatico, l'area è situata all'interno della fascia arida in un mesoclima di transizione tra un clima di tipo mediterraneo ed uno sahariano (Fig. 3). La piovosità media annuale che si registra

¹ I dati riportati nel presente lavoro fanno parte di una serie di osservazioni effettuate nel corso di una spedizione scientifica in Tunisia effettuata nel marzo del 2000.



Fig. 3
Suddivisione climatica della Tunisia.
Climatic subdivision of Tunisie.

nel parco non supera mai i 180 mm ed è ripartita generalmente in autunno/inverno. La temperatura media annuale è intorno a valori di 17° C, con una media delle massime di 37° C e una media delle minime di 3,8 °C. (KASSAH, 1996; CHAIEB, BOUKHRIS, 1998).

Dal punto di vista geomorfologico il parco è suddivisibile in una porzione medio-montana ed una pianiziale; la prima si identifica con il massiccio di Djebel Bou Hedma (790 m), facente parte di una catena di anticlinali che costituisce gli ultimi contrafforti dell'Atlante Sahariano. Questi rilievi, essenzialmente costituiti da alternanza di rocce calcaree e marne, risalgono all'Eocene e al Quaternario.

La porzione pianiziale, con un'altitudine media di 400 m s.l.m., non è dissimile geologicamente dal massiccio, ma presenta suoli maggiormente evoluti, per apporti alluvionali che variano da limo sabbiosi a sabbiosi, con ampi settori di depositi ciottolosi (CHAIEB, BOUKHRIS, 1998).

Il territorio circostante al parco rivela la presenza di

numerosi villaggi e una pratica agricola basata, in minima parte, sulla coltivazione di cereali e in gran parte sulla pastorizia; in questo contesto, le popolazioni rurali provvedono all'approvvigionamento della legna da ardere all'interno del medesimo comprensorio, con un evidente impatto sui già scarsi popolamenti arborei.

PAESAGGIO VEGETALE

La flora del Parco, a tutt'oggi censita, assomma a circa 400 entità. La esiguità del numero è evidentemente da mettere in relazione con il contesto climatico di tutta la Tunisia arida e Sahariana che non supera complessivamente le 1.630 specie (LE HOUEROU, 1995), a fronte di una flora complessiva dell'intero paese che conta 2.250 specie (CHAIEB, BOUKHRIS, 1998).

Tuttavia le specie presenti conferiscono al paesaggio vegetale della zona di Bou Hedma, in generale, e del Parco Nazionale in particolare, una sua unicità rispetto agli altri paesaggi vegetali del Nord Africa.

L'aspetto principale che costituisce questa peculiarità è dato dalla presenza di *Acacia tortilis* (Forssk.) Hayne subsp. *raddiana* (Savi) Brenan (BRENAN, 1983) che, in Tunisia, si ritrova in questa unica località e che da luogo, assieme a vaste praterie di graminacee, ad una pseudosavana arborata (per alcuni pseudosteppa) assai simile alle vere savane dell'Africa centrale.

Nello specifico, all'interno dell'area sono distinguibili due porzioni diverse per copertura vegetazionale e coincidenti con i due contesti orografici.

La porzione montana si presenta caratterizzata da un paesaggio assai arido e sostanzialmente privo di una copertura vegetale. Tuttavia specie arboree quali *Olea europaea* L., e arbustive quali *Juniperus phoenicia* L., *Rhus tripartita* (Ucria) Grande, *Globularia alypum* L. e *Periploca angustifolia* Labill., possono creare micro-tessere vegetazionali distinguibili in un mosaico dominato dalla presenza di un substrato roccioso, spesso totalmente denudato o a malapena ricoperto da *Stipa tenacissima* L., *Asteriscus pygmaeus* L. e *Astragalus armatus* Willd.

In questo ambiente, rari individui di *Acacia tortilis* (Forssk.) Hayne subsp. *raddiana* (Savi) Brenan si possono rinvenire alle pendici dei primi contrafforti, mentre, in alcune aree puntiformi, la presenza di alcune sorgenti ha permesso l'evoluzione di una vegetazione di tipo igrofilo, ancorchè oggi quasi totalmente sostituita da palmizi (Fig. 4).

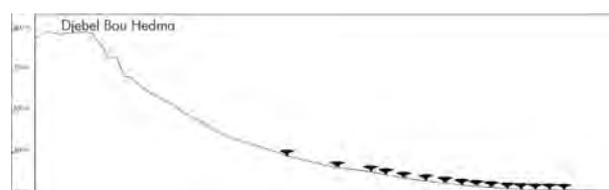


Fig. 4
Distribuzione di *Acacia* nell'area di studio.
Distribution of *Acacia* in the study area.

Questo tipo di paesaggio non è dissimile comunque da quello di tutta la fascia montana arida pre-sahariana della Tunisia del Sud.

La porzione planiziale, invece, è dominata dalla presenza di *Acacia tortilis* (Forssk.) Hayne subsp. *raddiana* (Savi) Brenan che va a formare, nelle sue porzioni meglio sviluppate – o meno degradate – una savana arborata con uno strato erbaceo prevalentemente costituito da graminee quali *Stipagrostis ciliata* (Desf.) De Winter, *Stipa tenacissima* L., *Cenchrus ciliaris* L. e *Digitaria nodosa* Parl. Nelle aree ove l'acacia è meno presente o comunque più rada *Hammada scoparia* (Pomel) Iljin, *Artemisia herba-alba* Asso e *Retama raetam* (Forssk.) Webb costituiscono lo strato arbustivo più frequente e diffuso. Oltre a queste, è possibile incontrare altre specie fra cui *Rhanterium suaveolens* Desf., *Pistacia lentiscus* L.,

Ephedra altissima Desf., *Neurada procumbens* L. etc. (Figg. 5 e 6).

Da un sintetico esame della florula dell'intera zona è possibile individuare così, in *Acacia tortilis* (Forssk.) Hayne subsp. *raddiana* (Savi) Brenan, la principale artefice del paesaggio a savana, essendo le altre specie rinvenute assai comuni nei territori aridi della Tunisia meridionale.

Problematico resta spiegare il significato di una tale abbondanza della specie solo in questa area. Infatti *Acacia tortilis* (Forssk.) Hayne subsp. *raddiana* (Savi) Brenan, nell'Africa settentrionale è presente in poche stazioni isolate del Marocco e dell'Egitto, ma solamente in Tunisia raggiunge un'area così prospiciente il mediterraneo, dando luogo a formazioni forestali sviluppate e vitali. Forse ciò è da mettere in relazione a fattori di tipo orografico che hanno condizionato e

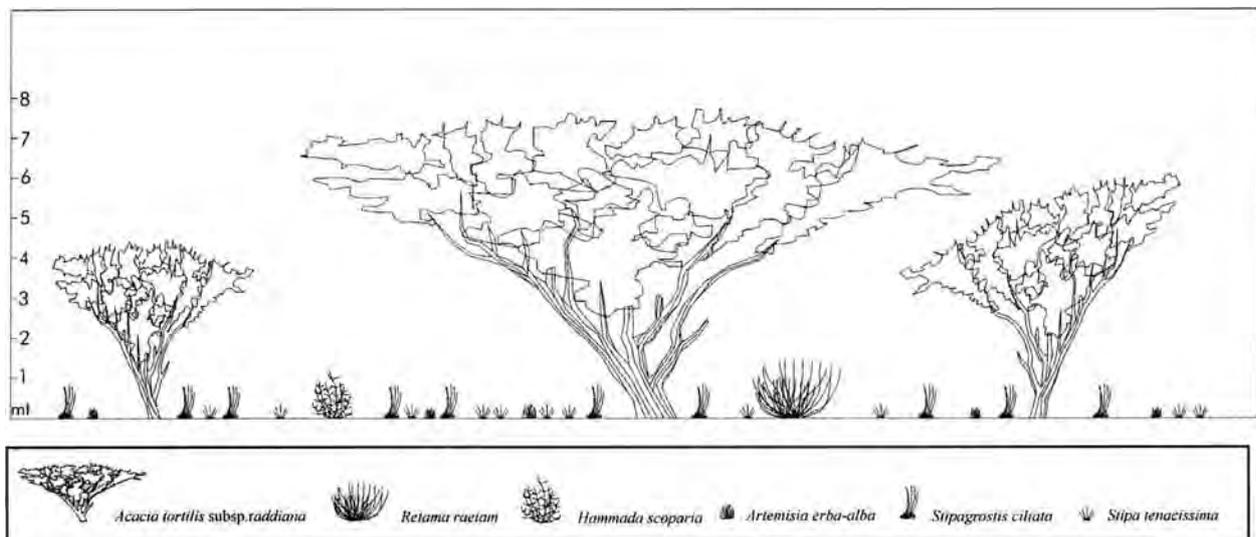


Fig. 5

Transecto schematico delle principali specie vegetali della savana di Bou Hedma.
Schematic transect of the more representative vegetal species of Bou Hedma savannah.



Fig. 6

Il paesaggio della savana di Bou Hedma.
The landscape of Bou Hedma savannah.

condizionano il microclima dell'area dove è distribuita.

Con buona probabilità, la particolare conformazione a U dei contrafforti montagnosi che circondano il territorio di Bou Hedma oltre a proteggere la valle dai venti eccessivamente freschi del Nord e da quelli torridi del Sahara a Sud e a Ovest, permettono dall'unico lato non protetto a Est la penetrazione di correnti umide dal Mediterraneo convergenti in un territorio il cui contesto è comunque assai arido.

LETTERATURA CITATA

- AA.VV., 1995 - *Guide des parcs nationaux (Cheaubi, Bou hedma, Jbl et Sidi Toui)*. Min. Environnement Amenagement du territoire. Tunisi.
- BRENAN J.P.M., 1983 - *Manual on taxonomy of Acacia species: present taxonomy of four species of Acacia (A. albi-*

da, A. senegal, A. nilotica, A. tortilis). FAO, Rome, Italy. 47 pp.

CHAIEB M., BOUKHARIS M., 1998 - *Flore succinte et illustrée des zones arides et sahariennes de Tunisie*. Eds. L'Or du temps, Sfax. 290 pp.

KASSAH A., 1996 - *Les oasis tunisiennes*. Eds. CERES, series géographique, n° 13. Tunisi. 346 pp.

LE HOUEROU H.N., 1995 - *Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du N. de l'Afrique*. Option Méditerranennes, serie B; Etudes et Recherches, n° 10.

RIASSUNTO - Viene descritto il paesaggio vegetale della savana erborata a *Acacia tortilis* (Forssk.) Hayne subsp. *raddiana* (Savi) Brenan (BRENAN, 1983) del Parco Nazionale di Bou Hedma in Tunisia. Il Parco costituisce un'area rifugio di *Acacia tortilis* subsp. *raddiana*, una specie arborea peri-sahariana divenuta sempre più rara. L'area è situata al limite settentrionale dell'ampia distribuzione della specie nel continente africano.

AUTORI

Andrea Bertacchi, Paolo Emilio Tomei, Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema, Sezione Botanica e Geobotanica Applicate, Università di Pisa, Via S. Michele degli Scalzi 2, 56126 Pisa, aber@agr.unipi.it

Influenza dell'orografia e delle modalità d'impianto in piantagioni di *Eucalyptus* nel deserto del Neghev (Israele)

A. BRUNORI

ABSTRACT - *Influence of orography and planting system in plantations of Eucalyptus in the desert of the Neghev (Israel)* - In the Neghev desert re-forestation for recreational and landscaping purposes is very important. The most used species are the *Eucalyptus* spp. This research compares the characteristics of two different planting systems and two species (*Eucalyptus sargentii* and *Eucalyptus occidentalis*). The research shows that the *E. sargentii* has better growth performance than the *E. occidentalis*. The reason could be its better tolerance of salinity. For this reason the research shows that the *E. sargentii* is the most suitable plant as a windbreak and shade tree, while the *E. occidentalis* is most suitable as a fuelwood tree.

Key words: dry matter, *Eucalyptus occidentalis*, *Eucalyptus sargentii*, Liman, stem biomass

INTRODUZIONE

In Israele viene molto sentita l'attività di imboschimento nel deserto del Neghev, attività definita a livello locale "savanizzazione". L'obiettivo di tali imboschimenti non è di carattere produttivo, ma piuttosto è un'operazione che viene effettuata con finalità paesaggistiche e ricreativo-strategiche (per la conseguente presenza antropica su territori altrimenti non presidiati).

Mentre in passato (fino agli anni settanta) per la savanizzazione venivano utilizzate *Pinus halepensis* Mill., *Acacia tortilis* (Forsk.) Hayne e altre specie autoctone, dagli anni ottanta le specie arboree impiegate sono prevalentemente esotiche come *Eucalyptus* spp. e *Acacia* spp. australiane.

Il presente studio è partito dalla comparazione delle diverse specie appartenenti al genere *Eucalyptus* maggiormente presenti nella zona del Neghev, in Israele. Successivamente l'attenzione è stata focalizzata sulle due specie che hanno presentato le migliori performance di crescita alle condizioni pedologiche (suoli sodici e con alta salinità) e climatiche (clima caldo-arido) del Neghev: *Eucalyptus occidentalis* Endl. e *Eucalyptus sargentii* Maiden.

Lo studio comparativo è stato effettuato su piantagioni realizzate lungo i terrazzamenti e lungo le vallate presenti vicino Beer Sheva nel deserto del Neghev in Israele. Parte di questo studio è stato riportato su riviste straniere BRUNORI *et al.* (1995)

MATERIALI E METODI

L'area in cui si è svolto lo studio è localizzata in Dudaim, nel deserto del Neghev (Israele) 5 km nord

ovest di Beer Sheva, a 31°21' N di latitudine e 34°47' E di longitudine e a 300 metri di altitudine (Fig. 1).



Fig. 1

Visione d'insieme della piantagione oggetto di studio nel deserto del Neghev in Israele. Si notino il "Liman" nella pianura e i terrazzamenti lungo il versante.

General view of the plantation object of study in the desert of the Neghev in Israel. See the "Liman" in the plain and the terracings along the hillside.

Inizialmente sono state prese in considerazione le diverse specie arboree, prevalentemente presenti nel del Neghev, appartenenti al genere *Eucalyptus*: *E. occidentalis*, *E. sargentii*, *E. torquata* Luehm. (e il suo ibrido) ed *E. stricklandii* Maiden. La specie *E. torquata* è stata piantata dal dipartimento forestale israeliano per via dei suoi fiori, anche se ha dimostrato un incremento di crescita basso. *E. stricklandii*

ha dimostrato buone *performance* di crescita, ma solo dove c'era una maggiore disponibilità idrica, come è accaduto per i campioni piantati nella valle.

Invece *E. occidentalis* ed *E. sargentii*, oltre ad essere le specie maggiormente presenti nell'area, hanno anche dimostrato le migliori *performance* di crescita, quindi lo studio è stato focalizzato su queste due specie arboree.

Le piante sono state messe a dimora nel 1986. Il terreno è stato preparato con dei bulldozer scavando nel terreno fino a 50 cm di profondità e poi cospargendolo con simazina; il diserbante è stato utilizzato per evitare la crescita di erbe infestanti che avrebbero potuto creare problemi allo sviluppo delle giovani piante (Fig. 2).



Fig. 2

Foto aerea della piantagione al momento dell'impianto.
Aerial photo of the plantation at the moment of planting.

I semenzali sono stati piantati in due siti differenti: lungo i terrazzamenti e nei due *Liman* (cioè una zona di terreno più depressa delle aree circostanti che grazie alla sua forma concava riesce a trattenere l'acqua piovana; questa caratteristica fa sì che la vegetazione che vi si sviluppa sia simile a quella di un'oasi (Fig. 3). Nei terrazzamenti lo scavo è stato effettuato lungo le curve di livello, riportando la terra a valle per fermare il ruscellamento superficiale delle piogge invernali e gli alberi sono stati piantati all'interno delle terraz-



Fig. 3

Particolare dei terrazzamenti al primo anno di vita dei semenzali. La foto è stata scattata subito dopo un evento piovoso.
Terracing detail at the first year of the seedling. The photo has been taken right after a rainy event.

ze, dove l'acqua piovana veniva a formarsi. Le specie arboree utilizzate nei terrazzamenti sulle scarpate (in ordine decrescente a seconda del numero utilizzato) sono state: *E. occidentalis*, *E. sargentii*, *E. torquata* (e il suo ibrido) ed *E. stricklandii*. Invece a valle, nei due "Liman", sono stati piantati esclusivamente esemplari di *E. occidentalis*. I semenzali sono stati piantati in gennaio, dopo i primi grandi temporali, quando il terreno era umido. La distanza di piantagione era di 6 x 6 m, la profondità invece di 50 cm. Al fine di garantire l'attecchimento delle piantine, queste sono state irrigate con dieci litri di acqua ciascuna al momento dell'impianto. Nell'inverno 2000-2001, dopo esami in campo, è stato selezionato un certo numero di alberi per ogni specie in entrambe le tipologie di piantagioni (terrazzamenti e *Liman*). Gli alberi selezionati erano tutti quelli senza malattie o danni meccanici causati dal vento o da attrezzi, e sono stati messi a dimora nel primo anno dell'impianto.

Le aree sono state suddivise per: posizione lungo la scarpata (scarpata superiore, scarpata intermedia, scarpata inferiore), orientamento della scarpata (Nord, Ovest e Sud), tipo di sito (*Liman*; terrazzamento). Sono stati poi effettuati dei rilievi dendrometrici (a 1,30 m e h) allo scopo di quantificare la biomassa delle piante selezionate. Successivamente, nel 2003, sono stati ripetuti i rilievi dei parametri dendrometrici sulle stesse piante (Fig. 4).



Fig. 4

I rilievi dendrometrici sulle piante posizionate lungo i terrazzamenti sono avvenuti al quarto e al sesto anno delle piante.

The plants along the terracings have been surveyed at fourth and sixth year.

Questo studio è stato di natura descrittiva ed è stato oggetto di tesi *Master of Science* presso la *University of Florida* (USA).

Le piante non sono state messe a dimora secondo un modello sperimentale preciso. Anzi le piante campione sono state prelevate da piantagioni già esistenti.

Il campionamento talvolta è stato ristretto a causa della mancanza di un numero sufficiente di piante con la specifica combinazione di specie, posizione e orientamento.

Malgrado queste inadeguatezze sperimentali i dati sono stati analizzati come negli esperimenti fattoriali. È stata usata la tecnica della covarianza del modello lineare generale (GLM - *General Linear Model*) procedura SAS, con le misurazioni del 1991 come covarianza in ognuno dei parametri sotto studio. Sono state analizzate due specie nei terrazzamenti e una specie nei *Liman*.

In generale è stato utilizzato il seguente modello:

$$Y = S + A + P + A * P + S * A + S * P + S * A * P + \beta X$$

Dove: Y = variabile dipendente (che include: AGB = biomassa totale della parte epigea; SB = sostanza legnosa secca del fusto; H= altezza; DB= diametro basale; diametro a petto d'uomo); S = specie arborea considerata; A = orientamento della scarpata; P = posizione della scarpata; S * A * P = interazione tra i fattori; β = covarianza; X = dati riferiti al 1991.

I modelli di regressione lineare e quelli di regressione forzata per l'origine sono stati paragonati con il modello di regressione logaritmica assieme alle variabili corrispondenti; in generale è aumentata la precisione per la stima sia di AGB che di SB.

L'altezza è stata introdotta nei modelli biometrici in quanto, grazie all'aggiunta di questo parametro per tutti gli alberi, è stata perfezionata la precisione in tutti i modelli di regressione. Si è notato anche che la precisione è stata marginalmente incrementata quando è stato usato DB² al posto di DBH² (forse perché il numero di fusti per *E. sargentii* è aumentato dalla base degli alberi a 1,30 m).

La quantità di sostanza secca epigea totale e l'incremento di sostanza secca epigea tra il 1991 e il 1993 sono i parametri che sono stati utilizzati per stimare l'accrescimento della pianta.

Per *E. sargentii* non erano utilizzabili né le equazioni né i dati delle tabelle.

Perciò i modelli previsionali per il peso secco della biomassa legnosa di *E. sargentii* è stato determinato utilizzando una tavola di cubatura costruita appositamente, come descritto nel precedente articolo (BRUNORI, ZOHAR, 2007).

La sostanza secca epigea per *E. occidentalis* è stata calcolata utilizzando una formula di previsione (Tab. 1) proposta da ZOHAR, KARSCHON (1984) per *E. camaldulensis* nel deserto del Neghev, dato il portamento simile delle due specie (comunicazione personale di J. Zohar).

Per gli alberi multicormici, il diametro medio di ogni fusto è stato convertito in area basale come segnalato da MAC DICKEN *et al.* (1991).

È stata sommata l'area basale di tutti i fusti e poi è stato calcolato il diametro corrispondente (JAMA *et al.* 1989; LOVENSTEIN, BERLINER, 1993).

Tutti gli alberi selezionati sono stati misurati due volte: da ottobre 1991 a gennaio 1992 e da Ottobre a Dicembre 1993 (Tab. 2). Alcuni degli alberi erano policormici.

Ogni volta sono stati misurati: l'altezza dei fusti dominanti, il diametro a petto d'uomo di ogni fusto e il diametro del tronco centrale. Per le piante piccole l'altezza è stata misurata con un'asta graduata di 5 m mentre le piante più alte sono state misurate con l'ipsometro di Blume Leiss.

TABELLA 1

Equazione di regressione per organi differenti di sostanza secca di *E. camaldulensis*.

Regression equation for various components of dry biomass of *E. camaldulensis*.

Componenti	Equazioni	R ²
Tot Biomassa	Logy= -0.990+0.830 Log(H*D2)	0.96
Fogliame	Logy= -1.420+0.651 Log(H*D2)	0.71
Biom. Fusto	Logy= -1.518+0.925 Log(H*D2)	0.98

TABELLA 2

Numero di alberi misurati nella piantagione del Dudaim, nel 1991 e nel 1993 (N=Nord; W=Ovest; S=Sud).

Number of measured trees in Dudaim plantations, in 1991 and 1993 (N=North; W=West; S=South).

Sito	Specie	Scarpata	Orientamento	
Terrazzamenti (n=260)	<i>E. occidentalis</i> (n= 129)	(alta)	Posizione 1 W (n=16) S (n=12)	
		Posizione 2 (media) (n=64)	N (n=24) W (n=20) S (n=20)	
		Posizione 3 (bassa) (n=23)	N (n=8) W (n=10) S (n=5)	
		<i>E. sargentii</i> (n= 131)	Posizione 1 (n=16)	N (n=4) W (n=10) S (n=2)
			Posizione 2 (n=76)	N (n=30) W (n=21) S (n=25)
			Posizione 3 (n=39)	N (n=24) W (n=13) S (n=2)
	<i>E. occidentalis</i> (n=51)		Posizione 3 (n=51)	(n=51)

Per gli alberi policormici, il diametro medio di ogni corno (o fusto) è stata convertita in area basale come segnalato da MACDICKEN *et al.* (1991).

Le aree basali di tutti i fusti sono state sommate e sono stati calcolati i diametri corrispondenti (JAMA *et al.* 1989; LOVENSTEIN, BERLINER, 1993).

DISCUSSIONE

E. sargentii ha avuto prestazioni migliori rispetto a *E. occidentalis* in termini di biomassa epigea totale (AGB). La biomassa legnosa e l'altezza non si sono dimostrate differenti. Il più alto valore di AGB (il doppio rispetto a *E. occidentalis*) e un più alto incremento di AGB sono stati valutati dalla differenza in biomassa fogliare che costituisce il 70% di AGB.

Queste caratteristiche e i più alti incrementi registrati suggeriscono che *E. sargentii* è più appropriato per essere utilizzato come frangivento e come albero con funzioni di ombra. Per obiettivi ricreativi e ambientali *E. sargentii* sembra più idoneo rispetto a *E. occidentalis*, almeno sette anni dopo la messa a dimora degli alberi. Significativo è risultato l'effetto della posizione della scarpata sulla crescita delle piante. La posizione 2 (ovvero scarpata media) ha evidenziato i

valori più bassi di AGB, di SB e di altezza, mentre non sono stati registrati effetti sui loro incrementi (Tab. 3).

Una tendenza simile è stata registrata quando l'effetto della posizione della scarpata è stata registrata su ogni specie separatamente, con l'eccezione di SB in *E. occidentalis*, in posizione 3 che ha dimostrato produzioni di legno più alte. L'effetto dell'orientamento sulla crescita degli alberi è stata altamente significativa.

Le piante messe a dimora sulla scarpata esposta a nord hanno dimostrato delle *performance* migliori, in termini di AGB, di SB e altezza, rispetto a quelli piantati nelle scarpate orientate diversamente. Comunque i campioni posti sulla scarpata ad ovest hanno avuto valori di crescita significativamente più alti rispetto a quelli piantati sulla scarpata esposta a Sud.

Quando l'effetto dell'orientamento sulla crescita è stato testato su ogni specie separatamente, quello a Sud è stato l'orientamento in cui *E. occidentalis* ha avuto *performance* irregolari mentre negli altri due orientamenti le piante hanno mostrato degli andamenti simili. Per *E. sargentii* il Nord si è dimostrato il migliore orientamento per la crescita delle piante, mentre gli orientamenti a Ovest e a Sud presentano valori di crescita simili.

Entrambi i valori delle altezze e dell'incremento di

altezza sono stati simili e non hanno dimostrato cambiamenti significativi a partire dal 1991. Si potrebbe ipotizzare che la più alta *performance* di *E. sargentii* rispetto a *E. occidentalis* sia dovuto alla sua più alta tolleranza alla salinità. Infatti, un più elevato livello di salinità e sodio è stato trovato nel terreno dei terrazzamenti.

Tra le due specie le prestazioni migliori sono state dimostrate da *E. sargentii*. Il valore di biomassa totale (AGB) (il doppio rispetto ad *E. occidentalis*) e il suo incremento di AGB (Tab. 4) sono dimostrati dalla differenza in fogliame che costituisce il 70% di AGB.

Quando la sola biomassa legnosa di *E. sargentii* è stata comparata a quella di *E. occidentalis* è apparso che queste specie hanno le stesse *performance*. D'altro lato, l'incremento legnoso è più elevato in *E. occidentalis* (Tab. 5). L'alto valore di AGB di *E. sargentii* suggerisce che l'acqua accumulata nei terrazzamenti è stata sufficiente a mantenere la sua crescita.

Per la comparazione tra i due distinti sistemi di piantagione (*Liman* e terrazzamenti), i due siti *Liman* hanno offerto migliori condizioni di crescita agli alberi rispetto ai terrazzamenti (Tab. 6). Le piante cresciute nei *Liman* hanno valori più elevati di AGB, di SB, di altezza, di diametro medio misurato a petto d'uomo e probabilmente più lunghe aspettative di

TABELLA 3

Effetti delle tre posizioni lungo il versante su altezza (*H*, m), diametro a petto d'uomo (*DBH*, cm), biomassa legnosa (*SB*) e biomassa totale (*AGB*) di *E. occidentalis* (*EO*) ed *E. sargentii* (*ES*). La biomassa è calcolata in kg/albero.

Effect of three slope positions on height (*H*, m), *DBH* (cm), stem biomass (*SB*) and above-ground biomass (*AGB*), of *E. occidentalis* (*EO*) and *E. sargentii* (*ES*). Biomass are expressed in kilograms per tree.

Caratteristiche	Specie	Superiore	Media	Bassa
H 1991	EO	5.52 ± 0.16ab	5.26 ± 0.12a	5.77 ± 0.22b
	ES	6.92 ± 0.50a	5.84 ± 0.20b	6.42 ± 0.20ab
H1993	EO	7.07 ± 0.15a	6.57 ± 0.12b	7.12 ± 0.21a
	ES	7.28 ± 0.29	6.70 ± 0.11	7.07 ± 0.25
H % increment	EO	29.65 ± 3.99	25.97 ± 3.72	27.58 ± 4.43
	ES	24.91 ± 4.90	23.63 ± 3.58	24.73 ± 4.51
DBH 1991	EO	10.02 ± 0.47	9.29 ± 0.38	11.72 ± 0.66
	ES	9.73 ± 0.98a	7.49 ± 0.37b	8.77 ± 0.84ab
DBH 1993	EO	14.00 ± 0.50a	13.70 ± 0.40a	15.90 ± 0.70b
	ES	13.91 ± 0.91a	11.68 ± 0.35b	13.63 ± 0.78a
DBH % increment	EO	41.60 ± 2.70a	50.90 ± 2.20b	46.60 ± 3.80ab
	ES	50.9 ± 5.90	51.3 ± 2.30	53.2 ± 5.10
SB 1991	EO	11.27 ± 1.29a	10.42 ± 1.04a	16.84 ± 1.81b
	ES	14.25 ± 2.57a	8.48 ± 0.99b	13.55 ± 2.21a
SB 1993	EO	25.47 ± 2.24a	23.82 ± 1.81a	33.90 ± 3.14b
	ES	33.23 ± 4.43a	20.65 ± 1.67b	30.04 ± 3.78a
SB % increment	EO	130.7 ± 18.1a	175.1 ± 15.1b	147.2 ± 25.8ab
	ES	216.0 ± 34.4	240.3 ± 14.5	243.4 ± 30.1
AGB 1991	EO	24.52 ± 5.01ab	22.62 ± 3.82a	31.52 ± 6.63b
	ES	52.59 ± 5.76a	39.70 ± 2.17b	54.97 ± 4.91a
AGB 1993	EO	42.68 ± 4.42ab	39.98 ± 3.57a	54.80 ± 6.18b
	ES	103.23 ± 8.75a	71.72 ± 3.30b	98.55 ± 7.46a
AGB % increment	EO	122.8 ± 11.8a	156.0 ± 10.1b	136.8 ± 16.2ab
	ES	114.4 ± 20.6	85.3 ± 9.2	110.2 ± 18.3

Le differenti lettere indicano differenze significanti tra le posizioni lungo le scarpate e tra le due specie.
Different letters indicate significant differences among positions within species.

TABELLA 4

Valori dei parametri di crescita (1991) e dei loro incrementi negli anni 1991-1993 in Dudaïm delle due specie coltivate. Nel 1991 l'età delle piante era di 4 anni. I parametri di crescita presi in considerazione sono: altezza (H,m), biomassa legnosa (SB) e biomassa totale (AGB).

Means of growth parameters (1991) and their adjusted increments of the two species (1991-1993) in Dudaïm. The parameters are: height (H,m), stem biomass (SB) and above-ground biomass (AGB).

Parameters	<i>E. occidentalis</i>	<i>E. sargentii</i>	P values
H 1991	5.52±0.10	5.72±0.14	0.2324
H 1993	6.92± 0.09	7.02±0.13	0.5719
% H increment	27.74±3.80	24.43±3.88	0.6586
AGB 1991	22.751±1.844	49.088±2.625	0.0001
AGB 1993	45.821±2.000	91.166±3.987	0.0001
% AGB increment	138.54±9.606	103.31±11.48	0.0566
SB 1991	12.843±0.819	12.096 ± 1.179	0.6032
SB 1993	27.729±1.419	27.972±2.021	0.9216
% SB increment	150.98±13.87	233.24±18.15	0.0025

Biomasse e incrementi sono espressi in kg tree⁻¹, l'altezza in m.

Biomass and increments are expressed in kg tree⁻¹, height in m.

TABELLA 5

Effetti dell'esposizione su altezza (H,m), diametro a petto d'uomo (DBH,cm), biomassa legnosa (SB) e biomassa totale (AGB) di *E. occidentalis* (EO) ed *E. sargentii* (ES). La biomassa è calcolata in kg/albero.

Effect of three slope aspects on height (H,m), DBH (cm), stem biomass (SB) and above-ground biomass (AGB), of *E. occidentalis* (EO) and *E. sargentii* (ES). Biomass are expressed in kilograms per tree.

Parametri	Specie	Nord	Ovest	Sud
H 1991	EO	5.75 ± 0.16	5.69 ± 0.15a	5.49 ± 0.16b
	ES	6.39 ± 0.19a	5.28 ± 0.34b	5.49 ± 0.16b
H 1993	EO	7.22 ± 0.16a	7.08 ± 0.15a	6.47 ± 0.18
	ES	7.69 ± 0.18a	6.91 ± 0.15b	6.44 ± 0.33b
H % increment	EO	29.70 ± 4.50	28.6 ± 4.10	25.00 ± 3.90
	ES	26.40 ± 4.50	25.80 ± 3.80	21.10 ± 4.80
1991 DBH	EO	11.34 ± 0.49a	11.04 ± 0.47a	8.66 ± 0.58b
	ES	9.98 ± 0.60	7.60 ± 0.50	8.40 ± 1.08
1993 DBH	EO	15.20 ± 0.53a	15.75 ± 0.50a	12.62 ± 0.63b
	ES	14.59 ± 0.57a	11.98 ± 0.47b	12.65 ± 1.02b
% incr DBH	EO	43.50 ± 2.90a	54.10 ± 2.70b	41.50 ± 3.40a
	ES	52.80 ± 3.90	47.10 ± 3.10	55.10 ± 6.50
SB 1991	EO	14.88 ± 1.35a	15.49 ± 1.28a	8.16 ± 1.60b
	ES	17.33 ± 1.60a	9.02 ± 1.39b	9.94 ± 2.83b
SB 1993	EO	30.24 ± 2.35a	33.41 ± 2.22a	19.53 ± 2.78b
	ES	37.37 ± 2.74a	22.50 ± 2.28b	24.05 ± 4.90b
SB % increment	EO	135.80 ± 20.10a	182.20 ± 19.70b	134.90 ± 21.0a
	ES	233.70 ± 25.90	218.00 ± 19.00	248.00 ± 36.10
AGB 1991	EO	26.22 ± 3.05a	26.76 ± 2.88a	15.27 ± 3.61b
	ES	60.19 ± 3.56a	40.26 ± 2.96b	46.81 ± 6.37ab
AGB 1993	EO	49.84 ± 4.63a	54.01 ± 4.37a	33.61 ± 5.48b
	ES	108.09 ± 5.41a	77.72 ± 4.49b	87.68 ± 9.67ab
AGB % increment	EO	128.00 ± 13.00a	163.60 ± 12.70b	123.90 ± 13.20a
	ES	112.20 ± 15.40	163.60 ± 12.70	124.00 ± 13.20

Le differenti lettere indicano differenze significanti tra le posizioni lungo le scarpate riferite alle due specie.
Different letters indicate significant differences among positions within species.

TABELLA 6

Valori di crescita (1991) e i loro incrementi di *E. occidentalis* (1991-1993) nei Liman 1e 2, e in posizione 3 dei terrazzamenti in Dudaim.

Means of growth parameter (1991) and their adjusted increments of *E. occidentalis* (1991-1993) in Limans 1and 2, and in Position 3 of Terrace Plantation in Dudaim.

Parametri	Liman 1 & 2	Posizione 3	valore p
H 1991	7.62 ± 0.15	5.84 ± 0.22	0.0001
H incremento	2.10 ± 0.11	1.15 ± 0.18	0.0001
% incremento	30.70 ± 1.66	16.78 ± 2.70	0.0001
H 1993	9.64 ± 0.16	7.19 ± 0.24	0.0001
DBH 1991	16.14 ± 0.43	12.14 ± 0.64	0.0013
DBH incremento	3.40 ± 0.24	4.70 ± 0.38	0.0087
% incremento	23.76 ± 1.80	35.03 ± 2.84	0.0023
DBH 1993	19.72 ± 0.54	16.45 ± 0.81	0.0013
AGB 1991	57.578 ± 2.605	31.193 ± 3.880	0.0001
AGB incremento	35.050 ± 2.600	37.668 ± 4.147	0.6196
% incremento	72.174 ± 5.680	99.527 ± 9.060	0.0198
AGB 1993	97.229 ± 4.733	58.659 ± 7.047	0.0001
SB 1991	35.154 ± 1.861	18.268 ± 2.771	0.0001
SB incremento	25.315 ± 1.761	25.399 ± 2.777	0.9810
% incremento	87.382 ± 6.411	115.75 ± 10.11	0.0287
SB 1993	63.667 ± 3.424	36.578 ± 5.098	0.0001

* Incrementi di biomassa e biomassa sono espressi in kg per albero, DBH in cm, e altezza in m.

* Biomass and biomass increments expressed in kg tree⁻¹, DBH in cm, and height in m.

vita. Il bilancio idrologico finale per il *Liman* è 3,8 volte superiore rispetto alle terrazze, ma l'elevata crescita dell'albero potrebbe essere stata raggiunta con un più efficiente bilancio idrologico attraverso la riduzione delle perdite d'acqua (evaporazione e percolazione) con prese d'acqua appropriate rispetto al sito del *Liman*.

LETTERATURA CITATA

- BRUNORI A., NAIR P.K.R., ROCKWOOD D.L., 1995 - *Performances of two Eucalyptus different species at different slope position and aspects in a contour ridge planting system in the Negev Desert of Israel*. For. Ecol. Manag., 75: 41-48.
- BRUNORI A., ZOHAR Y., 2007 - *Costruzione di una tavola di cubatura della biomassa totale e legnosa di Eucalyptus sargentii in impianti del deserto del Neghev (Israele)*. Inform. Bot. Ital., 39 Suppl. 1: 19-21.
- JAMA B., NAIR P.K.R., KURIRA P.W., 1989 - *Comparative growth of some multipurpose trees and shrubs grown at Machakos, Kenya*. Agrofor. Syst., 9: 17-27.
- LOVENSTEIN H.M., BERLINER P.R., 1993 - *Biometric relationship for non-destructive above-ground biomass estimations in young plantations of Acacia salicina Lindl. and Eucalyptus occidentalis Endl.* New For., 7: 255-273.
- MACDICKEN K.G., WOLF G.V., BRISCOE C.B., 1991 - *Standard Research Methods for Multipurpose Trees and*

Shrubs. Winrock Int. Inst. for Agr. Dev. 92 pp.

ZOHAR Y., KAHRSCHON R., 1984 - *Above-ground Biomass of Eucalyptus camaldulensis Dehn. In Israel*. S.A. For. J., 128: 26-29.

RIASSUNTO – Nel deserto del Neghev è molto sentita l'attività di imboscamento (savanizzazione), non tanto a scopi produttivi quanto con scopi paesaggistico ricreativi. Negli ultimi anni le specie arboree prevalentemente utilizzate sono appartenenti ad *Eucalyptus* spp. In questo studio sono state quindi messe a confronto le caratteristiche delle diverse specie appartenenti a questo genere. È stato quindi effettuato uno studio comparativo tra diverse specie appartenenti a *Eucalyptus* spp. L'attenzione è stata focalizzata sulle due specie (*E. sargentii* e *E. occidentalis*) che avevano mostrato le migliori *performances* di crescita. Gli esemplari arborei comparati differivano oltre che per la specie anche per la provenienza da piantagioni differenziate posizionate (piantagioni lungo i terrazzamenti e piantagioni nelle vallate). Dallo studio è emerso che *E. sargentii* ha mostrato *performance* di crescita migliori rispetto a *E. occidentalis*; tale risultato, da attribuire probabilmente ad una maggiore tolleranza alla salinità, rende *E. sargentii* una specie arborea più adatta ad essere utilizzata sia come frangivento che come albero da ombra, mentre la posizione di fondo valle offre significativamente migliori condizioni di crescita rispetto alle posizioni lungo il versante della collina.

AUTORI

Antonio Brunori, Dottore Forestale, Via Catanelli 19, 06135 Ponte San Giovanni, Perugia, e-mail: antonio.brunori@formambiente.191.it

Costruzione di una tavola di cubatura della biomassa totale e legnosa di *Eucalyptus sargentii* in impianti del deserto del Neghev (Israele)

A. BRUNORI e Y. ZOHAR

ABSTRACT - *Construction of volume table to measure woody and total biomass on Eucalyptus sargentii plantations in Negev desert (Israel)* - This study evaluates the *Eucalyptus sargentii* performances in Negev Desert (Israel) in order to create a volume table to measure its biomass. The data suggest that *E. sargentii* could be a suitable plant to be used as windbreak and shade tree and for recreational and landscaping purposes in the semiarid areas of Israel.

Key words: biomass, *Eucalyptus sargentii*, salinity, sodicity

INTRODUZIONE

Una delle specie arboree che hanno presentato le migliori *performance* di crescita alle condizioni pedologiche (suoli sodici e con alta salinità) e climatiche (clima caldo-arido) del Neghev è *E. sargentii* Maiden. Il portamento multicormico e la densa chioma fanno di *E. sargentii* un buon frangivento e un albero da ombra.

E. sargentii potrebbe essere una specie arborea interessante anche per l'Italia: infatti, riuscendo a sviluppare una grande quantità di biomassa fogliare, potrebbe essere utilizzata come frangivento in quelle zone con fattori pedologici e climatici tali da limitare lo sviluppo di altre specie arboree.

Lo studio, in quanto parte dell'esperienza di tesi di Master presso l'University of Florida (USA) da parte dell'autore corrispondente, è stato focalizzato sulla raccolta e successiva analisi dei dati inerenti ai parametri di crescita di *E. sargentii* nel deserto del Neghev in Israele, al fine di costruire una tavola dendrometrica per questa specie arborea. Grazie a questa tavola di cubatura della biomassa totale e legnosa è ora possibile valutare l'efficienza produttiva della specie e di confrontarla con quella di altre presenti negli impianti arborei in Israele.

MATERIALI E METODI

L'area in cui si è svolto lo studio è una piantagione realizzata lungo i terrazzamenti e lungo le vallate presenti vicino Beer Sheva nel deserto del Neghev in Israele. Per *E. sargentii* non erano disponibili modelli previsionali per il calcolo della biomassa totale e legnosa. Perciò i modelli previsionali per il peso secco della biomassa legnosa di *E. sargentii* è stato determinato

come segue.

Per la determinazione della sostanza secca epigea (AGB) di *E. sargentii* nell'area del Dudaim, sono stati tagliati nell'inverno 1993 dieci alberi messi a dimora nel 1986 individuati all'interno della piantagione e considerati dagli Autori come rappresentativi del popolamento arboreo (Fig. 1).



Fig. 1

Le 10 piante campione di *E. sargentii* sono state tagliate e divise in fusto e rami legnosi, da una parte, e foglie e ramoscelli dall'altra.

The ten selected trees of *E. sargentii* subdivided in woody biomass (stems and branch wood) and non-woody biomass (leaves and twigs).

Tutti gli alberi eccetto uno erano policormici. Tutti i fusti sono stati esaminati per diametro del tronco misurato a petto d'uomo (DBH) ed è stata registrata l'altezza del fusto dominante. Per il parametro DBH sono state seguite procedure raccomandate da MACDICKEN *et al.* (1991). Per ogni albero sono state effettuate determinazioni separate (con un precisione di ± 1 Kg) di fusto e rami legnosi (inclusendo la corteccia), e di foglie e ramoscelli (con diametro inferiore ai 20 mm); poi, il peso fresco in rapporto di rametti a foglie è stato determinato con analisi separate. (Il peso di gemme, fiori e frutti in rapporto a quello della biomassa totale è trascurabile e quindi non è stato stimato separatamente).

È stata inoltre ottenuta la misura a secco di campioni di foglie, ramoscelli e porzioni da 200 mm della sezione del fusto (analizzati a un peso uguale a metà del peso del fusto più alto, per calcolare il peso secco

della biomassa dei componenti dell'albero).

I dati sono stati analizzati attraverso equazioni logaritmiche che descrivono le relazioni allometriche della sommatoria dei diametri del fusto misurati a petto d'uomo, diametri dei fusti alla base e peso della biomassa dei diversi componenti e della biomassa dell'intero albero (PARDE, 1980). Come indicato da LOVENSTEIN, BERLINER (1993), sono stati studiati anche il modello lineare e il modello lineare "forzato attraverso l'origine" (*forced through the origin*). L'adeguatezza del modello è stata valutata stimandone la precisione (riflessa in R²).

Di conseguenza è stato scelto il miglior modello per la determinazione della sostanza secca epigea (AGB) e della biomassa del fusto (Tab. 1).

RISULTATI

I valori medi e le variazioni (*range*) dei parametri misurati per *E. sargentii* sono elencati nella Tab. 2. Le

TABELLA 1

Modelli di regressione per la stima della sostanza secca totale epigea (AGB) e della massa legnosa del tronco (SB) di *E. sargentii*. LIN: Lineare; LOG: Logaritmica; and F: forzata per l'origine.

Regression models for the estimation of total above-ground dry matter (AGB) and stem biomass (SB) of *E. sargentii*. LIN: Linear; LOG: Logarithmic; and F: through the origin forced.

Parametri	Modello	Variabile	Intercetta	Inclinazione	RootMSE	R ²
AGB	LIN	DB	19.2842	0.013378	7.790	0.966
		DB*H	11.2834	0.038275	3.993	0.991
		DBH	29.9720	0.022935	15.44	0.865
		DBH*H	20.1950	0.055059	11.66	0.923
	LOG	DB	-1.5632	0.712364	0.085	0.983
		DB*H	-1.5596	0.795639	0.069	0.989**
		DBH	-0.468302	0.644066	0.160	0.940
		DBH*H	-0.749491	0.741362	0.130	0.960
	LIN-F	DB	-	0.016792	14.70	0.966
		DB*H	-	0.043684	7.754	0.990
		DBH	-	0.032777	26.59	0.887
		DBH*H	-	0.070098	17.27	0.952
	LOG-F	DB	-	0.514777	0.188	0.998
		DB*H	-	0.575340	0.182	0.998
		DBH	-	0.577811	0.163	0.998
		DBH*H	-	0.626342	0.154	0.999
SB	LIN	DB	1.27070	0.008260	3.461	0.982
		DB*H	-3.3605	0.023413	2.689	0.989
		DBH	7.92270	0.014127	9.088	0.875
		DBH*H	2.12890	0.033631	7.342	0.918
	LOG	DB	-4.3994	0.957529	0.106	0.985
		DB*H	-4.3834	1.067870	0.095	0.988**
		DBH	-2.8658	0.856850	0.244	0.922
		DBH*H	-3.2472	0.987420	0.205	0.945
	LIN-F	DB	-	0.008485	3.369	0.993
		DB*H	-	0.021802	3.240	0.993
		DBH	-	0.016728	10.39	0.931
		DBH*H	-	0.035217	7.063	0.968
	LOG-F	DB	-	0.401469	0.488	0.979
		DB*H	-	0.448716	0.486	0.979
		DBH	-	0.451393	0.442	0.983
		DBH*H	-	0.489094	0.451	0.982

Variabili dipendenti: somma dei diametri dei fusti misurati a petto d'uomo [$\Sigma(\text{DBH}^2)$ in cm²], alla base del fusto all'altezza di 0 cm (DB² in cm²) e l'altezza degli alberi (H in m). TOT: totale della biomassa epigea; TR: Biomassa del fusto. **= Modello scelto per l'applicazione.

Dependent variables: sum of squared diameters of stems at breast height [$\Sigma(\text{DBH}^2)$ in cm²], at stem base height of 0 cm (DB² in cm²) and tree height (H in m). TOT: Total Above-ground biomass; TR: Stem biomass. **= Model selected for use

TABELLA 2

Valori medi e intervalli per le caratteristiche dendrometriche di 10 piante di 7 anni di *E. sargentii*, raccolte in Dudaïm nell'inverno del 1993.

Mean value and range of *E. sargentii* tree characteristics sampled in Dudaïm in the winter 1993.

Parametri	Unità	Media	Range
Altezza	m	6.10	4.2- 8.0
Diametro (DB)	cm	14.10	9.0-21.4
ΣD 1,3m	cm	10.60	6.1-18.0
Biomassa legnosa	kg tree-1	29.61	6.24-84.12
Biomassa fogliare	kg tree-1	35.56	14.90-67.39
Biomassa totale	kg tree-1	65.17	22.35-151.51

Tutti i valori relativi alla biomassa sono espressi come peso secco

All biomass data are oven-dry values

Biomassa Totale (Peso secco) $\log y = -1,56 + 0,796 \log DB \cdot H$

$r = 0,99$

Biomassa Legnosa (Peso secco) $\log y = -4,38 + 1,07 \log DB \cdot H$

$r = 0,99$

equazioni di regressione sono riportate in Tab. 1 per diverse variabili indipendenti e intervalli. Tutti i modelli di regressione erano estremamente significativi ($P < 0,001$).

L'effetto delle differenti variabili indipendenti nei modelli sono stati trattati separatamente.

È interessante notare come la biomassa fogliare costituisca il 70% della AGB.

DISCUSSIONE

La formula così ottenuta è da considerarsi "site-specific", quindi utilizzabile solamente per le piantagioni presenti nel deserto del Neghev. Comunque ha rappresentato un utile studio per la comparazione dell'efficienza delle specie arboree adoperate nelle piantagioni israeliane e ha indicato un metodo di lavoro per la costruzione delle tavole di cubatura di biomassa legnosa e totale di altre specie di *Eucalyptus* di cui non si avevano all'epoca alcuna informazione.

LETTERATURA CITATA

LOVENSTEIN H.M., BERLINER P.R., 1993 - *Biometric relationship for non-destructive above-ground biomass estimations in young plantations of Acacia salicina Lindl. and Eucalyptus occidentalis Endl.* New Forests, 7: 255-273.

MACDICKEN K.G., WOLF G.V., BRISCOE C.B., 1991 - *Standard Research Methods for Multipurpose Trees and Shrubs.* Winrock Int. Inst. for Agr. Dev. 92 pp.

PARDÉ J., 1980 - *Forest Biomass.* For. Abstr., 41: 343-362.

RIASSUNTO - *Eucalyptus sargentii* è una delle specie arboree che ha presentato le migliori performance di crescita alle condizioni pedologiche e climatiche presenti nel deserto del Neghev (Israele). Lo studio è stato focalizzato sulla raccolta e analisi dei dati che hanno permesso di costruire una tavola dendrometrica grazie alla quale è stato possibile confrontare l'efficienza produttiva di *E. sargentii* con quello di altre specie arboree.

AUTORI

Antonio Brunori, Dottore Forestale, Via Catanelli 19, 06135 Ponte San Giovanni, Perugia, e-mail: antonio.brunori@formambiente.191.it
Yechiel Zohar, Field Crops and Natural resources Department, A.R.O. The Volcani Center, P.O.B. 6, Bet-Dagan, 50250 Israel

Cenni sull'ambiente fitogeografico dell'arcipelago della Guadalupa, Antille francesi

D. CAPITINI, E. MINIATI, A. RANFA e M.R. CAGIOTTI

ABSTRACT - *Survey on the phytogeographical environment of Guadeloupe, French West Indies* - The French archipelago of Guadeloupe, thanks to its geographic and climatic characteristics is the center of one of the richest and typically tropical abundant flora. The sea sounding-depth are of exceptional interest too. This island is characterized by a ground of volcanic origin and by the presence of summits elevated up to 1.500 meters. This justifies the occurrence of an extremely varied ecosystem that comprises mangroves in the seaside areas, rain forests as elevation proceeds with tropical native species, up to the heat and the peat-bogs next to the snow-capped top. Guadeloupe is occasionally hit by intense hurricanes that modify the floristic pattern. It is the home of a Natural Park with a surface of 17.300 ha, classified as a World natural reserve by Unesco. Of great importance is the occurrence of valuable floristic and woody species included in the CITES lists.

Key words: Guadeloupe, natural reserve, spontaneous flora, wood

PROFILO GEOGRAFICO

L'arcipelago della Guadalupa si trova nel Mar dei Caraibi, ed è costituito dall'isola di Guadalupa propriamente detta chiamata anche isola Karukera, isola Smeraldo o isola Papillon per la sua forma, e da alcune isole minori (Marie Galante, La Désirade, Les Saintes, St-Martin, St-Barthélemy, ecc.), per una superficie complessiva di 1.703 kmq. Fa parte, con l'isola di Martinica e la Guyana, delle Antille francesi. Amministrativamente ha il rango di Dipartimento d'Oltremare (D.O.M.) della Repubblica Francese e fa perciò parte dell'Unione Europea. La capitale è Basse-Terre, ma la città principale, Pointe à Pitre, è un importantissimo scalo marittimo ed aereo dei Caraibi.

L'isola di Guadalupa propriamente detta (latitudine 16°20' N, longitudine 61° 50' O, superficie 1.433 kmq) è formata da due parti assai dissimili tra loro, separati da uno strettissimo braccio di mare, la Rivière Salée, largo appena da 30 a 120 m:

1) la Basse Terre ad O, di origine eruttiva e di rilievo assai movimentato caratterizzato dalla presenza di tufi vulcanici antichi e recenti. È percorsa da N a S da una catena montuosa assai dirupata dai cui fianchi scendono fiumi a grandi balzi o in profondi alvei incisi nella roccia. La cima più elevata è La Soufrière (1.484 m s.l.m.) la cui attività è costituita oggi solo da sporadiche fumate sulfuree, mentre in passato le sue manifestazioni furono molto violente.

Le zone pianeggianti sono assai limitate nella Basse

Terre, nome veramente improprio per una terra così accidentata, e si esauriscono in una sola valle di una certa importanza, la Grande Rivière Goyave che si adagia ad E delle cime più elevate;

2) la Grande Terre, un massiccio calcareo risalente al Miocene che non eleva più di 100 m s.l.m., tipicamente destinato alla coltura della canna da zucchero. Il clima è di tipo tropicale caldo-umido tutto l'anno con precipitazioni copiosissime, che sui versanti montuosi della Basse Terre possono raggiungere i 9.000-10.000 mm/annui, ma che si riducono a 1.000 mm/anno sulla costa orientale della Grande Terre.

La popolazione, composta di mulatti (77%), negri (10%) e creoli (10%), parla abitualmente un creolo-francese (lingua ufficiale è il francese) e professa in maggioranza la religione cattolica.

Resti di utensili e vasellame databile 600-1.500 a C. trovati su Terre de Bas testimoniano dei primi insediamenti amerindi dell'arcipelago.

Le loro risorse alimentari erano costituite da piselli, giromons, cocomero, manioca, patate dolci, igname e mais. Praticavano la pesca e l'allevamento di capretti, montoni e porci (GUIDES VOIR, 1998; DE AGOSTINI, 1999).

FLORA

La flora è di una rimarchevole diversità (FOURNET, 1978; SASTRE *et al.*, 1985). Il numero di piante a

fiori esistenti naturalmente in Guadalupa si eleva a circa 1 specie per kmq (in Europa 1 per 200 kmq). Una tale ricchezza si spiega col clima tropicale e la pluviometria talvolta molto forte dovuta all'insularità ed ai rilievi elevati.

La flora della Guadalupa e quella della Martinica hanno molte affinità e formano un insieme di quasi 2.000 specie.

I grandi tipi di ambiente e di unità floristiche si distinguono in funzione:

- del substrato geologico, calcareo (Grande Terre, Désirade e Marie Galante o vulcanico (Basse Terre, Les Saintes);
- dell'altitudine;
- dell'esposizione sopravvento (esposizione est) o sottovento (esposizione ovest): per effetto del föhn la costa sottovento riceve meno piogge della costa sopravvento.

RISORSE AMBIENTALI

La vegetazione varia in funzione del clima, della prossimità del mare e dell'altitudine.

Sulle coste paludose si trovano le foreste di paletuvier; lungo il bordo delle spiagge, oltre il cocco, si trovano anche il raisinier e il pericoloso manceniller. La vegetazione della Basse Terre fino a 1.000 s.l.m. si caratterizza con i bombax e i gommier giganti, i legnami preziosi (mogano, carapate, castagno, acornati) le felci, di cui alcune veri e propri alberi, le liane, i filodendri e le 110 specie di orchidee.

Al di sotto di questa foresta ci si ritrova nelle savane d'altura composte da alberi raggrinziti, da muschi e licheni e dall'ananas selvatico. È l'ananas rouge de montagne (*Guzmania plumeri* Mez) che non dà frutti. Le infiorescenze dell'ananas rosso di montagna possono raggiungere l'altezza di 1 metro: questa bromeliacea è particolarmente resistente alle eruzioni vulcaniche.

In questo paradiso vegetale i fiori fioriscono in tutte le stagioni: buganvillee, alamandas, rose di porcellana, anthurium, balisier, alpinias, etc. (Tab. 1).

Le mangrovie sono formazioni vegetali che esistono solamente nei paesi tropicali e si sviluppano su suoli melmosi e periodicamente inondati dal mare.

In Guadalupa tali formazioni coprono più di 3.000 ha e sono principalmente costituite da 5 specie di mangrovie o palétuviers.

Le più importanti mangrovie sono situate da una parte all'altra della Rivière salée ed intorno al Grande Piccolo Cul de Sac marino. Dal fronte marino, procedendo verso l'interno, si distingue subito la mangrovia dei bordi marini costituita dal palétuvier rosso (*Rhizophora mangle* L.), la mangrovia arbustiva composta da palétuvier rosso e da palétuvier nero [*Avicennia germinans* (L.) Steran e *A. schaueriana* Stapf & Leechman] e la mangrovia alta costituita da palétuvieri rossi, da palétuvieri bianchi (*Laguncularia racemosa* C.F.Gaertn.) e da palétuvieri grigi (*Conocarpus erectus* L.).

I frutti del palétuvier o mangle rouge germinano sull'albero. Quando cadono sono delle plantule che si fissano nei vasi e radicano nel giro di pochi giorni.

Le radici a trampoli dei pneumatofori o grandi escrescrici di sale permettono ai palétuvier di crescere sui suoli salati e poveri di ossigeno.

Se in Guadalupa *sensu strictu*, le mangrovie coprono ancora quasi 3.000 ha, esse sono in via di scomparsa rapida nelle altre isole dell'arcipelago.

I certi cactus formano dei gruppi da 2 a 7 metri d'altezza sulle falesie aride. I frutti sono commestibili benché un poco insipidi.

SAVANE E FORESTE D'ALTEZZA

La foresta umida si estende da 500 a 100 m s.l.m., dove la temperatura è da 20° a 25 °C e la pluviometria varia tra 2 e 5 metri /anno.

Gli alberi durante tutto l'anno possiedono spesso dei possenti contrafforti.

Le liane, le specie epifite della famiglia *Bromeliaceae*, le felci e le *Orchidaceae* sono numerose.

Esistono ancora delle belle foreste umide nei massicci della Basse Terre, sulla costa a vento nel sud dei monti Caraibi ed anche sulla costa sotto vento.

Le felci arboreescenti possono raggiungere da 10 a 15 metri di altezza e le foglie da 2 a 3 metri di lunghezza.

La base dei tronchi è talvolta utilizzata per fare dei vasi da fiore.

GLI URAGANI

Le Antille francesi sono toccate da una depressione ciclonica più rilevante almeno una volta ogni 10 anni, che provoca gravi danni all'ecosistema marino costiero. Tre cicloni hanno interessato di recente la zona, il ciclone Hugo (1989) ha toccato in pieno la Guadalupa mentre, i cicloni Louis e Marilyn (1995), hanno ugualmente colpito duramente le isole di Les Saintes e St-Bartélémy.

Il più vulnerabile è l'ecosistema della barriera corallina, ma anche le fanerogame marine situate a bassa profondità ne risentono.

Nelle mangrovie i venti violenti e le mareggiate abbattano gli alberi, ed elevando il livello delle acque possono provocare fenomeni di sovrasalinità nel retro-mangrovia procurando la morte della vegetazione non adattata. I cicloni costituiscono inoltre un fattore limitante la progressione della mangrovia sul mare distruggendo periodicamente i paletuvieri sul fronte marino. L'obliterazione dei danni subiti dalla foresta è stimata in una trentina d'anni.

Studi hanno dimostrato il ruolo degli uragani nel mantenimento della biodiversità, sia delle foreste umide, delle foreste semi decidue e della mangrovia. Si è osservato che nel ripopolamento post uragano (l'uragano Hugo, 1989) sono favorite alcune specie pioniere favorite dai grandi spazi. Le specie meno abbondanti sembrano essere meno sensibili delle altre.

La resistenza è direttamente correlata all'entità della sua biodiversità sia in termini di ricchezza floristica che in termini di complessità strutturale come risulta dalla varietà dei tipi biologici.

Delle specificità esistono all'interno delle tre specie prese in considerazione, ma sono tanto meno pro-

TABELLA 1

Flora autoctona dell'arcipelago della Guadalupa (lista CITES).
Spontaneous flora of the Archipel of the Guadeloupe (CITES list).

Nome scientifico	Famiglia	Nome comune
<i>Acanthocereus tetragonus</i> (L.) Hummelinck	Cactaceae	Liane-raquette
<i>Brachionidium dussii</i> Cogn.	Orchidaceae	
<i>Brassavola cucullata</i> R.Br.	Orchidaceae	
<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	cedrer
<i>Cephalocereus nobilis</i> Britton & Rose	Cactaceae	
<i>Cephalocereus urbanianus</i> Britton & Rose	Cactaceae	
<i>Cnemidaria grandifolia</i> (Willd.) Proctor var. <i>grandifolia</i>	Cyatheaceae	
<i>Corymborkis flava</i> Kuntze	Orchidaceae	
<i>Cranichis muscosa</i> Sw.	Orchidaceae	
<i>Cyathea aspera</i> (L.) Sw.	Cyatheaceae	*
<i>Cyathea grandifolia</i> Willd.	Cyatheaceae	*
<i>Cyathea imrayana</i> Hook. var. <i>nigra</i> Linden	Cyatheaceae	*
<i>Cyathea muricata</i> Willd.	Cyatheaceae	*
<i>Cyathea pungens</i> (Willd.) Domin	Cyatheaceae	*
<i>Cyathea tenera</i> (J.Sm.) Moore	Cyatheaceae	*
<i>Epidendrum jamaicense</i> Lindl.	Orchidaceae	
<i>Epidendrum miserrimum</i> Rchb.f.	Orchidaceae	
<i>Epidendrum mutelianum</i> Cogn.	Orchidaceae	
<i>Epidendrum patens</i> Sw.	Orchidaceae	
<i>Erythrodes plantaginea</i> (L.) Fawc. & Rendle	Orchidaceae	
<i>Guaiacum officinale</i> L.	Zygophyllaceae	*
<i>Habenaria dussii</i> Cogn.	Orchidaceae	
<i>Hylocereus trigonus</i> Saff.	Cactaceae	
<i>Isochilus linearis</i> R.Br.	Orchidaceae	
<i>Lepanthes aurea</i> Urb.	Orchidaceae	
<i>Lepanthes dussii</i> Urb.	Orchidaceae	
<i>Mammillaria nivosa</i> Link	Cactaceae	
<i>Maxillaria guadalupensis</i> Cogn.	Orchidaceae	
<i>Melocactus intortus</i> (Mill.) Urb.	Cactaceae	
<i>Oncidium urophyllum</i> Lodd.	Orchidaceae	
<i>Opuntia pubescens</i> Salm-Dyck	Cactaceae	
<i>Opuntia triacantha</i> Sweet	Cactaceae	
<i>Pereskia aculeata</i> Mill.	Cactaceae	
<i>Pilosocereus royenii</i> (L.) Byles & Rowley	Cactaceae	
<i>Pleurothallis domingensis</i> Cogn.	Orchidaceae	
<i>Pleurothallis dussii</i> Cogn.	Orchidaceae	
<i>Pleurothallis wilsonii</i> Lindl.	Orchidaceae	
<i>Polystachya concreta</i> (Jacq.) Garay & H.R.Sweet	Orchidaceae	
<i>Pseudocentrum guadelupense</i> Cogn.	Orchidaceae	
<i>Selenicereus grandiflorum</i> (L.) Britton & Rose	Cactaceae	
<i>Spiranthes elata</i> Rich.	Orchidaceae	
<i>Stelis perpusiciflora</i> Cogn.	Orchidaceae	
<i>Swietenia mahogany</i> DC.	Meliaceae	Mogano piccole foglie
<i>Triphora surinamensis</i> Britton	Orchidaceae	

nunciate e numerose quanto più la diversità dell'ecosistema è elevata.

Il ripopolamento dell'ecosistema è in genere realizzato essenzialmente a partire da individui preesistenti (alberi sopravvissuti, polloni, giovani alberi o plantule) (BONHEME *et al.*, 1998; IMBERT *et al.*, 1998, 2000).

Al di sotto dei 1.000 m s.l.m. sulla costa sopravvento e di 1.100 sulla costa sottovento, la temperatura è in media uguale o inferiore a 20 °C e la pluviometria varia da 8 a 10 metri/anno.

Una nuvolosità quasi permanente mantiene l'umidità pressoché satura. Gli alberi sono raggrinziti, tortuosi e carichi di muschio. La foresta cede il posto

poco a poco alle macchie, alle torbiere e alle praterie dove abbondano le *Bromeliaceae* e i muschi.

Il mirtillo delle alture si incontra solo sulla montagna della Soufrière e nella Montagna Pelata in Martinica. I suoi piccoli fiori violetti sono commestibili. La fuchsia di montagna, arbusto dai piccoli fiori d'un rosso eclatante, cresce anch'esso sulle pendici della Soufrière.

PARCO NAZIONALE DELLA GUADALUPA

Il 25 marzo 1994 la Guadalupa è stata designata Riserva mondiale della biosfera dall'Unesco.

Fa parte assieme ad altri 350 siti selezionati nel mondo riferiti ad ecosistemi terrestri costieri o marini considerati come siti privilegiati per la promozione e la dimostrazione delle relazioni equilibrate tra uomo ed ambiente.

Queste riserve destinate alla conservazione dei paesaggi, degli ecosistemi, delle specie e della biodiversità devono incoraggiare uno sviluppo economico durevole sul piano ecologico e socioculturale e fornire un appoggio logistico per la ricerca, la sorveglianza continua, la formazione e l'educazione.

La riserva della biosfera dell'isola di Guadalupa è la seconda del genere creata nelle Piccole Antille dopo quella delle Isole vergini americane.

Presenta due originalità: una che si tratta di una riserva articolata in più siti, il cui cuore è costituito dal Parco nazionale e dalla Riserva naturale del Gran Cul de Sac marino; è inoltre una riserva evolutiva dovendo progressivamente integrare altri spazi protetti (KOO *et al.*, 1991).

La zona centrale del Parco Nazionale della Guadalupa, creato nel 1989, è un territorio di 17.300 ha che protegge la maggior parte del massiccio forestale della Basse Terre.

Il Parco nazionale della Guadalupa presenta le caratteristiche della foresta tropicale che tendono all'insularità e al clima caldo umido. Questa foresta ospita circa 300 specie arboree ed arbustive e 2700 specie di piante floreali di cui 250 specie di felci e un centinaio di orchidee.

Le orchidee appartengono al genere *Oncidium* Sw., *Epidendrum* L. o *Lepanthes* Sw. e crescono sui tronchi ed i rami degli alberi.

Di rilievo è l'assetto fitogeografico dell'isolotto di Terre de Bas, un'isola compresa nel perimetro del Parco, disabitata, in cui si distinguono 2 sistemi principali:

- il sistema emerso, che si sviluppa sulle zone calcaree (guaiaco, manioca, pero gommier);
- il sistema litoraneo, che occupa le zone sabbiose o sottomesse alle inondazioni ricorrenti (paletuvier, raisinier, manceniller).

L'isola di Terre de Bas ospita la sola popolazione relictiva di guaiaco (*Guaiacum officinale* L.) presente nell'arcipelago della Guadalupa e per questo la sua conservazione è essenziale.

L'ente pubblico che gestisce il Parco è incaricato di animare un programma di sviluppo durevole nelle zone periferiche del Parco e di preoccuparsi del dive-

nire della costa sottovento.

In linea generale il Parco Nazionale favorisce la promozione di un turismo rispettoso del patrimonio naturale e culturale.

È in questo spirito che è stato accordato il suo marchio ad una rete di alloggi domestici e di prestazioni turistiche di qualità.

LEGNAME

Il legno rosso carapate (*Amanoa caribaea* Krug & Urb.) si trova nella foresta mesofita ed umida. È uno dei legni più densi e più pesanti della foresta guadelupegnese. È utilizzato nelle costruzioni pesanti, in carpenteria, piloni e parquet.

Il legno di bois bandé o marbri (*Richeria grandis* Vahl) è abbondante nella foresta densa. È albero eliofilo, utilizzato in ebanisteria, in arredamento d'interni, per la realizzazione di tramezzi, carpenteria e parquet. Questo albero è ricercato inoltre perché lo si ritiene dotato di virtù afrodisiache nella scorza.

Il gommifero bianco (*Dacryodes excelsa* Vahl) si ritrova nella foresta densa. Incidendolo essuda una resina bianca dall'odore di trementina. La presenza di silice nel legno ne rende difficile la segabilità. Tuttavia la sua utilizzazione è possibile in carpenteria, falegnameria d'interni, tavolame, fasciame navale.

Il mahogany à grandes feuilles (*Swietenia macrophylla* King): si trova nella foresta mesofila della costa a vento ed in diversi terreni rimbosciti dall'ONF. È un legno dal colore bruno-rosa chiaro che diventa lucido con l'invecchiamento. È molto apprezzato per le sue proprietà (facile da lavorare) e serve molto in ebanisteria, nelle costruzioni navali e persino nella fabbricazione di strumenti musicali.

Il mahogany à petites feuilles (*Swietenia mahagoni* Jacq.): si trova essenzialmente nella foresta secca. Il legno è di color rosa chiaro e diventa rosso bruno con dei rilievi setosi con l'invecchiamento. È apprezzato come il mogano a grandi foglie in ebanisteria e nelle costruzioni. È anche più ricercato per la sua grana fine e per la sua densità.

Il poirier pays (*Tabebuia pallida* Miers) si trova un pò dappertutto nelle piccole Antille e soprattutto nella foresta secca. Il legno è di tinta beige rosato pallida che diventa più scura invecchiando. È un legno di categoria media, ma le sue utilizzazioni sono molto varie: ebanisteria, falegnameria interni ed esterni, rivestimenti, carpenteria, casse, ecc.

Delonix regia (Bojer) Raf. o Flamboyant. Questo albero appartiene alla famiglia *Leguminosae*. Ha un assetto arboreo delle dimensioni da 15 a 18 m d'altezza, la cui corona, a forma di parasole, è notevolmente ampia quando è vecchio. Per breve tempo, nel periodo di siccità, si presenta senza fogliame. Ha il tronco liscio e chiaro quando è giovane. L'albero di Flamboyant inizia a fiorire verso la fine del periodo di siccità. Porta numerosi grandi fiori che possono raggiungere 15 cm di ampiezza, di colore rosso scarlatto disposti in ciuffi aerei terminali che continuano a fiorire anche dopo la formazione del fogliame. L'effetto decorativo dei fiori origina anche dalle lun-

ghe reti piegate verso l'alto. Come molti fiori rossi di alberi tropicali anche questi sono impollinati dagli uccelli.

L'habitat originario del *Delonix regia* è il Madagascar, dove fu scoperto nel 1824. Oggi è una specie molto apprezzata per i parchi, il bordo delle strade e come albero da ombra, ed è diffuso ovunque nei tropici. Già naturalizzato al nord dell'Australia ed in Giamaica.

Grazie ai suoi splendidi fiori è molto apprezzato da tutti i viaggiatori dei Tropici. È il fiore nazionale di Portorico. L'antico nome, Poincinia, richiama il Signor de Poincil, governatore degli Antille nel XVII° secolo. L'albero fornisce un legno da costruzione molto resistente, la corteccia fornisce pigmenti ed una resina, i fiori forniscono anche pigmenti. Altre due specie del tipo sono sparse in Africa tropicale ed in Madagascar.

LETTERATURA CITATA

- BONHEME I., IMBERT D., ROUSTEAU A., SAUR B., 1998 - *Pterocarpus officinalis swamp forest: its situation in Guadeloupe*. Bois et Forêts des Tropiques, 258: 59-68.
 CALENDARIO ATLANTE DE AGOSTINI, 1999 - Istituto Geografico De Agostini, Novara, 1999: 456-457.
 FOURNET J., 1978 - *Flore illustrée des phanerogames de Gaudeloupe et de Martinique*. INRA, Paris. 1654 pp.
 GUIDES VOIR, 1998 - *Guadeloupe*. Hachette, Paris.
 HOWARD R.A., PORTECOP J., MONTAIGNAC P. DE, 1977-

- 1979 - *The post-eruptive vegetation of La Soufrière, Guadeloupe*. J. Arnold Arboretum, 61: 749-764.
 IMBERT D., BONHEME I., SAUL E., BOUCHON C., 2000 - *Floristic and structure of the Pterocarpus officinalis swamp forest in Guadeloupe, Lesser Antilles*. J. Tropical Ecol., 16: 55-68.
 IMBERT D., ROUSTEAU A., LABBÈ P., 1998 - *Ouragans et diversité biologique dans les forêts tropicales. L'exemple de la Guadepoupe*. Acta Oecologica, 19(3): 251-262.
 KOO B., WRIGHT B.W., 1991 - *The role of biodiversity products as incentive for conserving diversity: some instructive examples*. Sci. Total Environm., 240: 21-30.
 SASTRE C., PORTECOP J., 1985 - *Plantes fabuleuses des Antilles*. Editions Caribéennes, Paris. 139 pp.

RIASSUNTO - L'arcipelago della Guadalupa, per le sue caratteristiche geografiche e climatiche è sede di una ricchissima e abbondante flora tipicamente tropicale. Anche i fondali marini sono di eccezionale interesse floro-faunistico. Il suolo è di origine vulcanica caratterizzato dalla presenza di vette elevate fino a 1.500 metri. Ciò giustifica la presenza di un ecosistema estremamente vario che comprende la mangrovia nelle aree prossime al mare, la foresta tropicale umida man mano che si procede in elevazione con specie autoctone tipiche, fino alla brughiera e alle torbiere prossime alla sommità innevata. La Guadalupa è colpita occasionalmente da uragani di grande intensità che ne modificano l'assetto floristico. È sede di un Parco naturale classificato riserva mondiale dell'UNESCO della superficie di 17.300 ha. Di grande rilievo è la presenza di specie autoctone di pregio inserite nella lista della CITES.

AUTORI

Daniela Capitini, Docente di Geografia presso l'ITC "Aldo Capitini" di Perugia, comandato presso l'IRRE Umbria, Via Martiri dei Lager 58, Perugia, e-mail: daniela.capitini@istruzione.it
Enrico Miniati, Dipartimento di Scienze Economico-estimative e degli Alimenti (DSEEA), Università di Perugia, Via San Costanzo 1, 06126 Perugia, Italia, e-mail: eminiati@unipg.it
Aldo Ranfa, Mauro Roberto Cagiotti, Dipartimento di Biologia Vegetale e Biotecnologie Agroambientali e Zootecniche, Università di Perugia, Borgo XX Giugno 74, 06121 Perugia, Italia, e-mail: ranfa@unipg.it; labgeob@unipg.it

Caratterizzazione morfo-biometrica di alcune varietà di *Vigna unguiculata* (L.) Walp. nel Sud del Mozambico

F. MARINANGELI, M.R. CAGIOTTI, M.T. FARIA e A. RANFA

ABSTRACT - *Morpho-biometric characterization of some varieties of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. in Southern Mozambique* - The morphological characters of some varieties of various genotypes of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. are studied on a statistical basis, with the aim of recognizing some cultivations that are particularly suitable for the peculiarity of some phases of their biological cycle. Comparatively in this context, two pool genetic groups for the selection are identified.

Key words: biometry, genotypes, phenology, *Vigna unguiculata*

INTRODUZIONE

Nell'ambito del Programma di Cooperazione Internazionale Mozambico-Italia di Assistenza Tecnica gestito dal Consorzio C.I.C.U.P.E con la collaborazione della UEM-FAEF, sono stati avviati da alcuni anni, tra i due paesi, progetti di ricerca sullo studio della Biodiversità Vegetale del Mozambico. In questa fase viene affrontato lo studio di un macroprogetto denominato Progetto Girasole-Vigna, e nello specifico viene discussa la strategia di ricerca riguardante la sola leguminosa tropicale *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Altro aspetto del macroprogetto riguarda l'implementazione tecnico-formativa in vari subprogetti, per la formazione di personale tecnico, con *stage* applicativi anche in Italia, ed il monitoraggio e distribuzione dei vegetali di risorsa, dal punto di vista bioecologico-applicativo, nelle coste del sud del Mozambico. In tale Progetto esiste anche una forte componente dedicata alla ricerca delle leguminose erbacee, considerate risorse vegetali, in particolare nella caratterizzazione di nuove cultivars introdotte da alcuni anni e del monitoraggio di popolazioni spontanee presenti in varie aree. In tal senso sono stati svolti studi nell'ultimo decennio (HONWANA *et al.*, 1996; BERNARDI *et al.*, 1997; 1999; MUOUCHA *et al.*, 2004). Nel presente lavoro vengono trattate le ricerche svolte nella zona meridionale del Mozambico riguardanti il fagiolino dall'occhio, in lingua locale "feijao nhemba" [*Vigna unguiculata* (L.) Walp., = *Vigna sinensis* (L.) Savi], al fine di valutare le potenzialità di sviluppo di questa leguminosa ritenuta importante sotto diversi aspetti. *Vigna unguiculata* è una leguminosa autogama paleotropica originaria dell'Africa tropicale (PIGNATTI,

1982), con una bassa percentuale di allogamia con impollinazione entomofila ad opera di varie specie di *Bombus*. Essa può compiere due cicli nello stesso anno: nella stagione primaverile, da febbraio a giugno-luglio ed in quella autunnale, da settembre a dicembre-gennaio. La fioritura è scalare. Dal punto di vista coevolutivo ha sviluppato diverse strategie adattative tra cui l'attrattività verso vari insetti, non solo dal punto di vista antesico ma anche per le sostanze aromatiche presenti nel frutto maturo che, scalarmente, si sovrappone alle ultime fioriture. È diffusa in coltura, esportata anche in altri continenti, è nota nel Mediterraneo già dal Medioevo (PIGNATTI, 1982). In Mozambico sono presenti anche numerose popolazioni selvatiche (wild-relatives) interfertili con quelle coltivate. Il presente lavoro si pone anche come contributo al monitoraggio della biodiversità vegetale per specie considerate risorse di sopravvivenza. Al momento, per ragioni principalmente logistiche, è stata tralasciata la ricerca sul monitoraggio delle popolazioni selvatiche a favore di un ulteriore approfondimento morfologico e genetico delle popolazioni di *Vigna unguiculata*, ritenuto attualmente più urgente. Tale linea di ricerca risulta particolarmente interessante per gli aspetti applicativi in quanto l'uso diversificato dei vari organi vegetali, principalmente foglie, frutti e semi, risulta strategico sia per la sopravvivenza delle varie popolazioni locali, sia per possibili sviluppi verso il mercato estero. Scopo del presente lavoro è quello di caratterizzare gruppi di piante interessanti per l'uso dei vari organi vegetali a riguardo del portamento e della fenologia con l'individuazione delle varietà più omo-

genee come punto di partenza per ulteriori ricerche di selezione, *breeding* ed applicazioni agronomiche.

MATERIALI E METODI

Nel presente lavoro, iniziato nel marzo 2002 e terminato nel giugno 2002, sono state impiegate varie linee di cultivars di "fejiao nhemba" [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], nel campo sperimentale della Facoltà di Agronomia e Ingegneria Forestale dell'Università E. Mondlane di Maputo (25° 58' Latitudine Sud e 32° 35' Longitudine Est). Il protocollo sperimentale è stato impostato prevedendo la scelta iniziale in campo di alcune potenziali linee varietali (indicate come sottogruppi) più vocate verso il portamento più o meno prostrato (per l'elevata produzione di biomassa) e con un periodo antesico precoce e piuttosto omogeneo. Il quadro di campo ha previsto la sistemazione di tali accessioni in file alla distanza di 50 cm. Di queste piante sono state monitorate, secondo uno schema randomizzato, 5 accessioni per linea varietale, per un totale di 30 individui (accessioni) analizzati.

Al fine di indirizzare la selezione genetica sono stati considerati i caratteri (Tab. 1) legati alla omogeneità varietale (1-2-3-8-10-13-14-17-24) e alla produttività (6-7-19-20-21-22-23-26-27-28-33-34). I caratteri iniziali analizzati risultavano 34: si è considerata la media di 10 letture per individuo per ciascun carattere preso in considerazione. In seguito all'analisi della varianza sono stati eliminati 6 caratteri (varianza=0), in quanto la non difformità di valore tra i diversi individui analizzati non portava risultati significativi nella diversificazione intervarietale, e si è ottenuta una tabella con 30 accessioni (6 gruppi da 5 individui) x 28 caratteri; tale tabella così ottenuta è stata predisposta per l'analisi statistica (Tab. 2).

La metodologia scelta per l'elaborazione è la Cluster Analysis mediante l'adozione del programma Syntax - Hierclus per PC (PODANI, 1993). È stata effettuata l'analisi di ordinamento gerarchico (Hierarchical Clustering) utilizzando il metodo del "legame completo" (Complete link) e come coefficiente quello della Similarity Ratio (ID=Indice di Dissimilarità). Nel primo caso (Cluster Analysis) i campioni vengono suddivisi secondo l'indice di similarità in un dendrogramma (Fig. 1) a due assi: sulle ordinate sono rappresentati gli indici di similarità mentre sulle ascisse i diversi campioni.

Inoltre è stata effettuata l'analisi della Correlazione (Ordination) effettuando una PCA (Principal Component Analysis) standardizzata con coefficiente Euclideo. Sono stati inoltre realizzati in Excel alcuni istogrammi per i caratteri più interessanti (Figg. 2 e 4). È stato calcolato anche un indice di produzione totale (P.T.) derivato da tre indici grezzi.

$$P.T. = P.S. \times NS \times NF$$

P.T. (g/pianta) = Produzioni Totale

P.S. = peso x seme (g)

NS = n° semi/frutto

NF = n° frutti/pianta

TABELLA 1

Caratteri selezionati per l'analisi statistica (N fin) e caratteri esclusi (Varianza=0).

Characters selected for the statistical analysis (N fin) and excluded characters (Variance=0).

n. fin	Var =0	n. iniz	Carattere
1		1	Habitus di crescita
	X	2	Dominanza di crescita
2		3	Torsione del fusto
3		4	Colore della pianta
4		5	Forma della foglia terminale
5		6	Lunghezze della foglia terminale (mm)
6		7	Larghezza della foglia terminale (mm)
	X	8	Consistenza della foglia
7		9	Pubescenza della pianta
8		10	Giorni dalla fioritura
9		11	Dominanza del colore dei fiori
	X	12	Colore dei fiori
10		13	Posizione del racemo
11		14	Giorni dalla maturazione dei primi frutti
12		15	Inserzione del frutto sul peduncolo
13		16	Colore dei giovani frutti
14		17	Colore del frutto maturo
15		18	Forma del frutto
16		19	Lunghezza del frutto (cm)
17		20	Larghezza del frutto (cm)
18		21	Numero di frutti per peduncolo
19		22	Numero di frutti per pianta
20		23	Numero di logge per frutto
	X	24	Deiscenza
21		25	Forma dei semi
22		26	Lunghezza dei semi (mm)
23		27	Larghezza dei semi (mm)
24		28	Spessore dei semi (mm)
25		29	Compressione dei semi
	X	30	Rugosità della superficie dei semi
26		31	Dimensioni dell'occhio
	X	32	Colore dell'occhio
27		33	Numero di semi per frutto
28		34	Peso di 100 semi

DISCUSSIONE DEI RISULTATI

Dall'analisi dei dati come mostra il corrispondente dendrogramma (Fig. 1) si riconoscono due ben distinti gruppi di individui (indice di dissimilarità =1): un primo gruppo costituito dalle accessioni 32AP1-1-2-4, 32SP-5, 23SP-1-3-5; 42AT-1 e tutti gli individui del sottogruppo 42AP; un secondo gruppo, formato dai rimanenti individui 32AP-3, 23SP-2 e -4, 42AT-2-3-4 e -5, 81AP-1, e da tutte le accessioni del sottogruppo 81(A)SP e 4/5 accessioni del sottogruppo 81AP. Si nota come alcuni gruppi siano ben distinti dai 28 caratteri considerati: l'81(A)SP e il 42AP. Tali gruppi sono quindi sufficientemente stabili per poter essere considerati vere e proprie varietà.

Il sottogruppo 42AP costituisce un tipo genetico distinto con ID=0,02; al suo interno si distinguono due ulteriori suddivisioni con ID=0,005. Al suo interno mostra elevata variabilità per l'*habitus* di crescita, da prostrato a eretto, per il numero di frutti per pianta (da 19 a 30), mentre è piuttosto stabile per

TABELLA 2

Varietà analizzate con corrispondenze nel dendrogramma.
 Varieties analyzed with correspondences on hierarchical cluster.

N°	Varietà	Dendrogramma
1	32AP - 1	1C
2	32AP-2	1C
3	32AP-3	2C
4	32AP-4	1C
5	32AP-5	2C
6	81ASP-1	2A
7	81ASP-2	2A
8	81SP-3	2A
9	81SP-4	2A
10	81SP-5	2A
11	81AP-2/1	2D
12	81AP-2/2	2B
13	81AP-3/3	2B
14	81AP-2/4	2B
15	81AP-3/5	2B
16	23SP-1	1E
17	23SP-2	2E
18	23SP-3	1E
19	23SP-4	2E
20	23SP-5	1E
21	42AP-1	1A
22	42AP-2	1A
23	42AP-3	1A
24	42AP-4	1A
25	42AP-5	1A
26	42AT-1	1F
27	42AT-2	2G
28	42AT-3	2F
29	42AT-4	2G
30	42AT-5	2F

numero di giorni dalla maturazione dei primi frutti (da 48 a 53). Anche per i caratteri legati alla produttività è una varietà interessante (PT=83 g/pianta \pm 12) nonché per la stabile precocità.

Il sottogruppo 81(A)SP costituisce un tipo genetico distinto con ID=0,025 dalle accessioni 23SP-4, e dalle restanti accessioni con ID=0,055. I valori massimi sono ottenuti per la dimensione del frutto (lunghezza); i semi risultano più piccoli e costante è il numero di semi/frutto e il peso dei semi, presentando una costanza di produzione che si aggira intorno a 68 g/pianta (valori medio-alti). Può essere definita una varietà tardiva in modo costante.

Le altre accessioni sono diversamente rappresentate nei due gruppi principali: 81AP ad esempio rientra per i 4/5 nel secondo gruppo manifestando una buona omogeneità per tutti i caratteri eccetto per il numero di logge per frutto (10-21) ed anche la lunghezza e il numero di semi per frutto. Il sottogruppo 23SP risulta invece frammentato con individui nettamente distinti fra loro, e pur presentando una larga base genetica, fattore positivo per l'adattabilità al clima locale, risulta difficilmente impiegabile in coltura per la difformità dell'epoca di fioritura (54-60 giorni dalla maturazione dei primi frutti) pur presentando i massimi valori di peso e dimensione del seme (Figg. 2 e 3).

In generale, si osserva come alcuni sottogruppi (32AP, 81(A)SP) presentano caratteri xerofitici (foglie piccole con peluria, pigmentazione e tomentosità della pianta) conservati dalle popolazioni *wild-relatives*, ben correlate alla tolleranza della siccità e all'irraggiamento solare, quindi utilizzabili in aree particolarmente carenti di acqua (PINHEIRO DE,

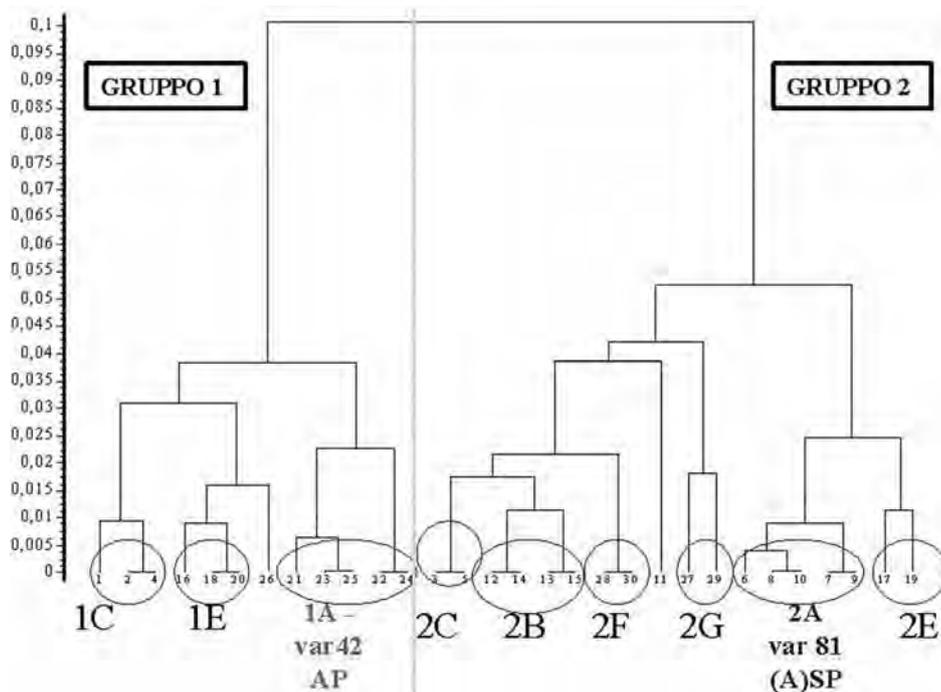


Fig. 1

Dendrogramma ottenuto dall'analisi di 30 accessioni per 28 caratteri.

Dendrogram obtained by the analysis of 30 accessions for 28 characters.

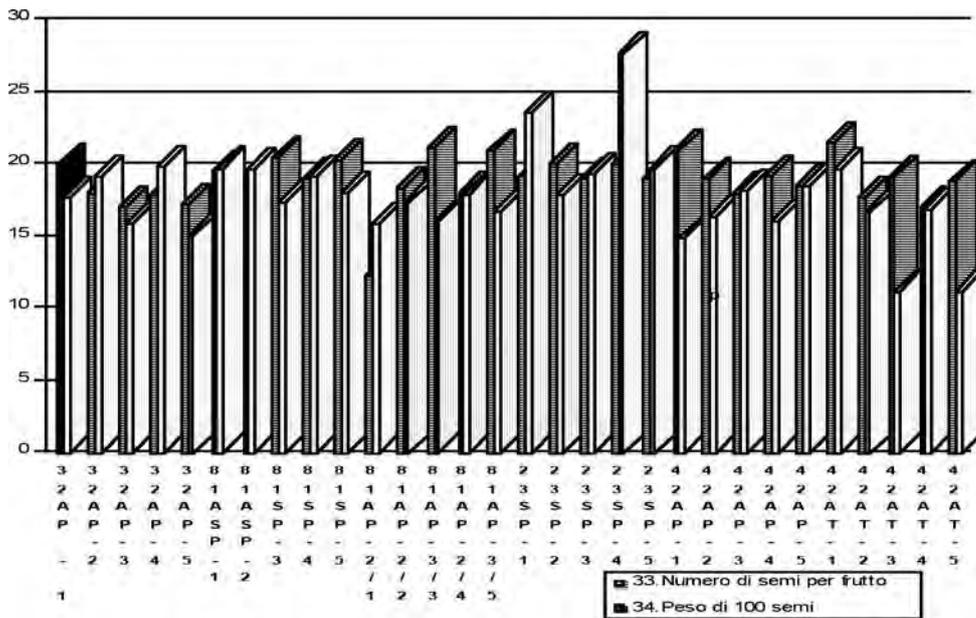


Fig. 2
Istogramma delle produttività di semi.
Histograms of the crop seeds.

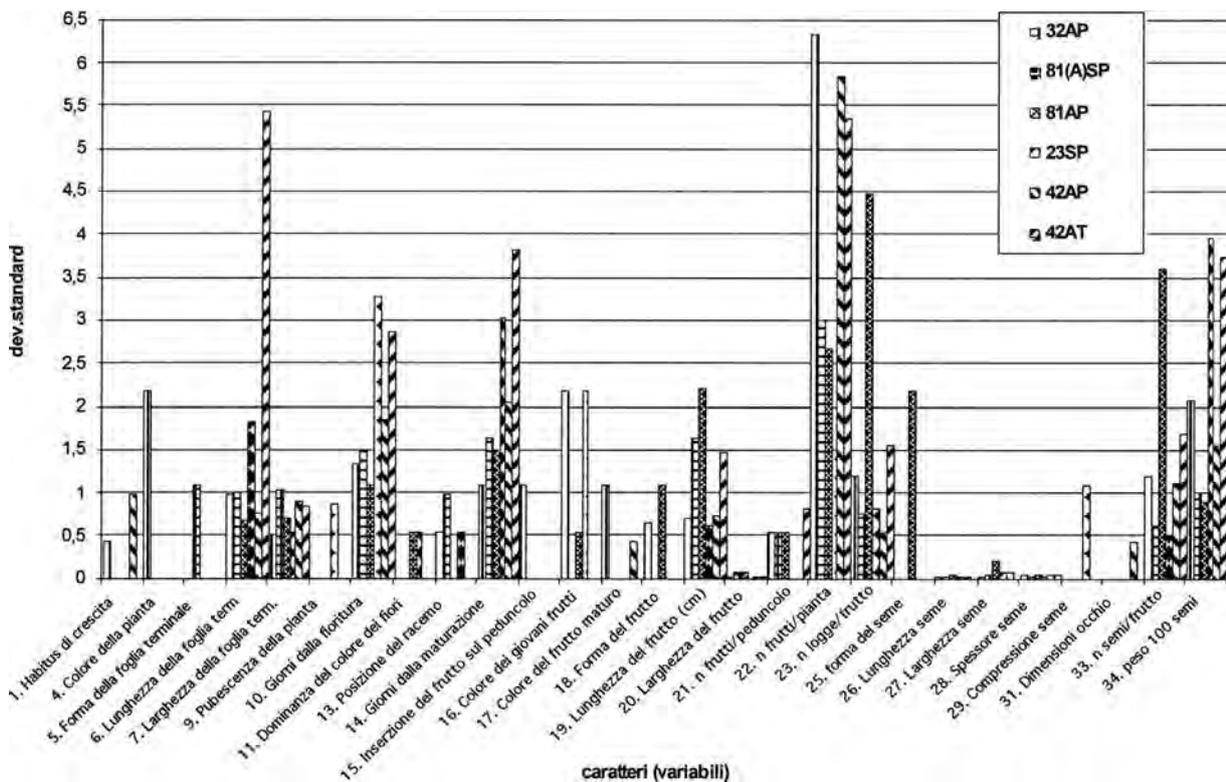


Fig. 3
Istogramma della variabilità per i caratteri presi in esame (Microsoft Excel).
Histogram of the variability for the examined characters (Microsoft Excel).

2000). I caratteri che manifestano una maggior variabilità dall'analisi della Deviazione Standard (Fig. 3) sono il numero frutti per pianta (caratteri n° 19/22)

e numero logge per frutto (caratteri n° 20/23), la lunghezza della fogliolina terminale e i caratteri riguardanti la precocità. Anche i caratteri inerenti il

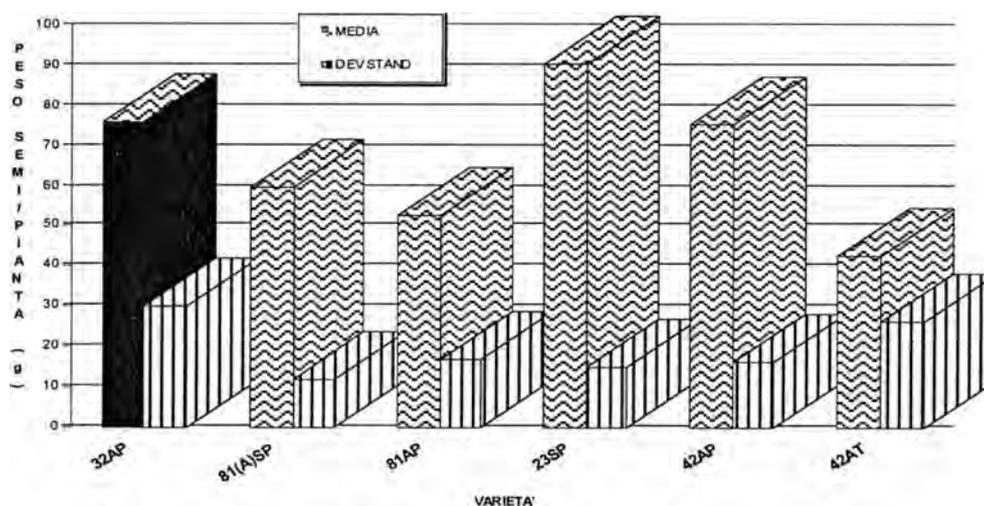


Fig. 4

Istogramma delle produzioni totali (Microsoft Excel).

Histogram of the total productions seed/fruit (Microsoft Excel).

numero dei frutti sono importanti nella produttività: risulta più stabile la varietà 23SP mentre le altre presentano variabilità maggiori. Il carattere "colore dei semi" ha manifestato un'elevata variabilità, indice della larga base genetica delle popolazioni analizzate. I caratteri molto stabili sono in generale la "pigmentazione della pianta" (eccetto il sottogruppo 81(A)SP), larghezza del frutto, forma del seme (eccetto il sottogruppo 81AP), lunghezza, larghezza, spessore e compressione del seme. Il peso di 100 semi è invece molto variabile in tutte le accessioni, poiché varia il numero dei semi per frutto, pur restando stabili le caratteristiche del singolo seme. Si auspica quindi di approfondire l'analisi, oltre che per i valori relativi al singolo seme, anche per quelli relativi al frutto e inserire la pigmentazione del seme come *marker* morfologico discriminante, probabilmente legato ai metaboliti secondari (antociani) (CAGIOTTI *et al.*, 1990; BERNARDI *et al.*, 1997, 1999; EL-SHIHABY *et al.*, 2002). Un approfondimento della ricerca verso l'analisi dei metaboliti primari (proteine ed amidi) e secondari (caroteni, flavonoidi e antociani) potrebbe discriminare la scelta verso l'ottenimento di maggiori produzioni totali (Fig. 4) da pochi ma grandi semi (23SP) o da molti semi ma piccoli (32AP).

CONCLUSIONI

Il sottogruppo 42AP, pur presentandosi come la migliore varietà selezionabile, presenta delle oscillazioni a riguardo dei caratteri quali (*habitus* di crescita, numero di frutti per pianta) ed andrebbe ulteriormente approfondito in funzione della scelta dell'ideotipo per soddisfare esigenze alimentari locali in accordo con COULIBALY *et al.* (2002).

Il sottogruppo 81(A) SP, presentando caratteristiche stabili a riguardo della produzione e della tardività di maturazione dei frutti, può essere scelta tra le varietà meno influenzabili dalle variazioni climatiche e quin-

di affidabile in termini agronomici. Inoltre l'*habitus* semiprostrato, permettendo una maggiore produzione di biomassa vegetale con baccelli e foglie ben sviluppati, potrebbe essere scelta per l'utilizzo come pianta fresca (foglie e baccelli in insalata). Inoltre essendo tale pianta ben appetita dagli animali (lumache, insetti vari) manifestando quindi anche potenzialità zootecniche, un anticipo dell'epoca di raccolta la potrebbe far collocare tra quelle interessanti a tali fini. Gli individui che manifestano estremi valori nella tardività (81ASP-81SP e 42AT) e precocità (42AP) risulterebbero particolarmente vocati nella destinazione del prodotto secco (semi) per il mercato estero.

Nella scelta dell'ideotipo la selezione andrebbe indirizzata diversamente in termini di omogeneità nei caratteri del periodo di fruttificazione, secondo il tipo di raccolta effettuabile: manuale (scalare, 42AT) o meccanizzata (omogenea, 32AP, precoce). Un'ulteriore strategia di selezione potrebbe essere perseguita individuando 2-3 varietà con una forte omogeneità al loro interno ma con periodi diversi di fioritura, dalle più precoci (32AP, 81AP, 42AP) alle più tardive (81SP), in miscugli varietali di ecotipi locali.

Ringraziamenti - Si ringraziano i seguenti collaboratori per il valido contributo dato alla realizzazione del lavoro nelle fasi di sperimentazione tecnica in campo, raccolta dati, prima elaborazione e conservazione del materiale: Manuel Matsinhe, Antonio Zacarias Mandlaze, Departamento de Produção e Protecção Vegetal (DPPV), Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (FAEF), Universidade Eduardo Mondlane (UEM), P.O.Box 258, Maputo, Moçambique; I.C.U.P.E—Consorzio Interuniversitario per la Cooperazione Universitaria con i Paesi Emergenti. Università di Roma La Sapienza, Piazzale A. Moro 5, Roma; UEM (Universidade Eduardo Mondlane) – FAEF (Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal), P.O.Box 258, Maputo, Moçambique.

LETTERATURA CITATA

- BERNARDI R., BRUSCHI P., SALVINI M., HONWANA C., RULKENS T., DURANTE M., 1999 - *rDNA interna transcribed spacer sequences (ITS) as molecular markers in phylogenetic analysis of Vigna unguiculata Walp. cultivars and ecotypes from Mozambique*. Atti XLI Conv. Annuale Società Italiana Genetica Agraria:105. Molveno, Trento. SIGA Editore.
- BERNARDI R., HONWANA C., RULKENS T., BRUSCHI P., DURANTE M., 1997 - *Seeds protein as markers for the characterisation of Vigna unguiculata (L.) Walp. Cultivars and ecotypes from Moçambique*. Atti XLI Conv. Annuale Società Italiana Genetica Agraria: 72. Abbadia di Fiastra, Tolentino (Macerata).
- CAGIOTTI M.R., POCCHESCHI N., RANFA A., ROMANO B., FORNACIARI M., MINIATI E., 1990 - *Morphological and phytochemical investigation of the genus Anthyllis L. in central Italy*. Ann. Fac. Agraria. Univ. Perugia, 44: 773-796.
- COULIBALY S., PASQUET R.S., PAPA R., GEPTS P., 2002 - *Analysis of the phenetic organization and genetic diversity of Vigna unguiculata (L.) Walp. Reveals extensive gene flow between wild and addomesticated types*. Theor. Appl. Genetic, 104: 358-356.
- EL-SHIHABY O.A., NEMAT ALLA M.M., YOUNIS M.E., EL-BASTAWISY Z.M., 2002 - *Effect of kinetin on photosynthetic activity and carbohydrate content in waterlogged or seawater-treated Vigna sinensis and Zea mays plants*. Plant Biosystems, 136(3): 277-290.
- HONWANA C., RULKENS T., BRUSCHI P., BERNARDI R., DURANTE M., 1996 - *Proteine di riserva del seme come marcatori biochimici in cultivar ed ecotipi di Vigna unguiculata (L.) Walp. di origine mozambicana*. Ann. Fac. Agr., 50, Suppl. II: 75-84.
- MOUCHA I., TAVIANI P., BERNARDI R., DURANTE M., 2004 - *Seed Storage protein genes analysis in cowpea [Vigna unguiculata (L.) Walp.]*. Proc. XLVIII Italian Society Agricultural Genetics, SIFV-SIGA Joint Meeting: 178. Lecce.
- PIGNATTI S., 1982 - *Flora d'Italia*. Vol. 1, Edagricole, Bologna.
- PINHEIRO DE A.F., SANTOS FERNANDES A.C., 2000 - *Produtividade e morfologia de genótipos de caupi em diferentes densidades populacionais nos sistemas irrigado e de sequeiro*. Pesq. Agropec. Bras., 35(10): 1977-1984.
- PODANI J., 1993 - *Syn-Tax-pc. Computer Programs for Multivariate Data Analysis in Ecology and Systematics*. Scientia Publishing, Budapest.
- SANTOS FERNANDES C.A., PINHEIRO DE A.F., MENEZES E.A., 2000 - *Comportamento produtivo de caupi em regimes irrigado e de sequeiro em petrolina e juazeiro*. Pesq. Agropec. Bras., 35(11): 2229-2234.

RIASSUNTO - Sono stati studiati i caratteri diagnostici di alcune cultivars di *Vigna unguiculata* su base statistica, presenti nel territorio del sud del Mozambico al fine di una ricaratterizzazione di ideotipi (genotipi) utilizzabili a fini agronomici e commerciali. L'analisi statistica ha permesso di riconoscere due cultivars particolarmente interessanti che si distinguono per il periodo di fioritura e per la produttività di foglie e frutti.

AUTORI

Francesca Marinangeli, Mauro Roberto Cagiotti, Aldo Ranfa, Dipartimento di Biologia vegetale e Biotecnologie Agroambientali e Zootecniche, Università di Perugia, Borgo XX Giugno 74, 06121 Perugia. e-mail: labgeob@unipg.it; ranfa@unipg.it
 Maria Telma Faria, Departamento de Produção e Protecção Vegetal (DPPV), Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (FAEF), Universidade Eduardo Mondlane (UEM), P.O.Box 258, Maputo, Moçambique

Le regioni Chiapas e Oaxaca (Messico, America Centrale) quali centri di biodiversità etnobotanica ed etnofarmaceutica

M. MAZZERIOLI, A. PAPINI, R.E. UNCINI MANGANELLI e P.E. TOMEI

ABSTRACT - *Chiapas and Oaxaca areas (Mexico, Central America) as ethnobotany and ethnopharmaceutical biodiversity centers* - The results of a collection of plants in Oaxaca and Chiapas (Mexico) are described. The importance of the ethnobotanical knowledge owned by natives in geographical areas with high biodiversity is discussed. A list of collected plants, of which potential medicinal properties have been preliminarily evaluated, is reported.

Key words: Chiapas, Ethnobotany, Ethnomedicine, Oaxaca

L'America centrale - e il Messico in particolare - è una delle regioni del mondo con il più alto livello di biodiversità floristica. Il Messico è al terzo posto tra gli stati con la più alta diversità biologica nel mondo secondo WILLIAMS-LINERA *et al.* (1992), che riportò la presenza di 25000 *taxa* di rango specifico entro i confini politici del territorio messicano. Inoltre la percentuale di endemismi appare molto abbondante nella regione: 10% dei generi e 52% delle specie nel territorio (RZEDOWSKI, 1992a). Le ragioni principali dell'alto numero di endemismi sono da un lato l'alto numero di aree che funzionano da isole ecologiche, dall'altro eventi ancestrali e condizioni ecologiche nel passato geologico della regione che hanno isolato molte porzioni di territorio. Nel Cenozoico il Messico era una penisola senza un diretto contatto con il Meridione del continente, una situazione fitogeografica simile a quella dell'attuale Sud Africa (un altro "hot spot" della biodiversità mondiale). Molte gipsofite indicano una storia evolutiva antica e così molte piante paleoendemiche in aree che sono stati rifugi durante i cambiamenti climatici del Terziario e del Quaternario (RZEDOWSKI, 1992a). Il numero di endemismi è particolarmente alto tra piante cespugliose ed erbacee perenni terrestri: tra esse le piante con potenziali proprietà medicinali sono ben rappresentate. Inoltre il 70% delle *Cactaceae*, delle *Rubiaceae* e delle *Compositae*, il 35% delle *Orchidaceae* e il 25% delle *Graminaceae* sono rappresentate da specie con areale molto limitato. Questo fatto induce importanti questioni circa i problemi di conservazione di specie così poco diffuse.

La più importante area del Messico dal punto di vista della biodiversità nell'America Centrale è quella

composta da Chiapas, Oaxaca e verso Nord fino al Vera Cruz centrale (RZEDOWSKI, 1992b) con una densità di specie che arriva fino a 7018 (in 1701 generi) in soli 140000 Km² (BREEDLOVE, 1986). Di fatto alcune delle più interessanti scoperte floristiche sono state fatte in Chiapas, come quella della rara famiglia monotipica delle *Lacandoniaceae* nella Selva Lacandona (MARTINEZ, RAMOS, 1989).

Sebbene l'area tropicale umida in Messico (e in particolare gli stati del Chiapas e di Oaxaca) sia riconosciuta come uno degli "hot spots" della biodiversità vegetale, gli ecosistemi della foresta umida primaria vengono distrutti a grande velocità. Nella regione di Las Canadas 1/3 dei 600000 ettari che circondano la Reserva di Biosfera dei Montes Azules nella Foresta Lacandona sono stati distrutti dal 1971 al 1990 con un tasso di deforestazione del 5,7 % all'anno (ORTIZ-ESPEJEL, TOLEDO, 1998).

Le conoscenze tradizionali sono uno strumento che sta assumendo una notevole importanza nella valutazione delle potenziali proprietà terapeutiche delle piante medicinali tropicali, insieme con una diversa considerazione dell'importanza del mantenimento della biodiversità negli ecosistemi tropicali (HELLIER *et al.*, 1999). Questo approccio ha mostrato potenzialità interessanti in Chiapas (BERLIN *et al.*, 1974). L'uso di piante per uso farmaceutico è largamente diffuso in Oaxaca (FREI *et al.*, 2000) e Chiapas (CASAGRANDE, 2002). Alcune discussioni sono emerse recentemente sulla opportunità di ottenere conoscenze sugli usi medicinali delle piante dagli abitanti locali di Chiapas e Oaxaca, perchè progetti di ricerca su questo tema potrebbero produrre importanti ritorni economici in campo farmaceutico senza però

beneficio per le comunità che hanno conservato le risorse vegetali e le conoscenze relative per migliaia di anni. Sembra quindi importante introdurre modifiche a livello di diritto brevettuale ed evitare che solo pochi istituti di ricerca conservino l'intera conoscenza etnobotanica delle regioni tropicali del mondo. Durante una spedizione a fini etnobotanici e floristici effettuata da Michele Mazzerioli in Chiapas e Oaxaca nel 1999 è stato raccolto un elevato numero di piante. Per ogni specie è stata raccolta informazione di campo e in letteratura (PENNINGTON, SARUKHAN, 1998) insieme a interviste con "curanderos" locali e utilizzatori di piante medicinali e alimentari per ottenere delle informazioni preliminari sull'uso delle singole piante. I precedenti risultati in questo campo (MARTINEZ, 1966) sono stati paragonati con i nostri per trovare conferme e nuove indicazioni. Ulteriori studi fitochimici e clinici sono necessari per testare l'efficacia di sostanze attive e l'assenza di tossicità. Le piante raccolte (essiccate) sono conservate presso l'Università di Pisa.

Lista di alcune delle più interessanti piante raccolte:

Bursera simaruba (L.) Sarg. (*Burseraceae*); *Cecropia obtusifolia* Bert. (*Moraceae*); *Parmentiera edulis* DC. (*Bignoniaceae*); *Piper sanctum* Schl. (*Piperaceae*); *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. (*Leguminosae*); *Juliana adstringens* Schl. (*Julianaceae*); *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng. (*Cochlospermaceae*); *Guazuma tomentosa* H.B. & K. (*G. ulmifolia* Lam.) (*Sterculiaceae*); *Prosopis juliflora* (Swartz) DC. (*Leguminosae*); *Psidium guajava* L. (*Myrtaceae*); cfr. *Achras zapota* L. \ *Manilkara zapota* (L.) Royen (*Sapotaceae*); *Pouteria sapota* (Jacq.) H.M. Moore & Stearn (*Sapotaceae*); *Metopium brownei* (Jacq.) Urban (*Anacardiaceae*).

LETTERATURA CITATA

BERLIN B., BREEDLOVE D.E., RAVEN P.H., 1974 - *Principles of Tzeltal plant classification. An introduction to the botanical ethnography of a mayan-speaking people of highland Chiapas*. Academic press New York and London.

AUTORI

Maurizio Mazzerioli, Rita Elisabetta Uncini Manganelli, Paolo Emilio Tomei, Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema, Università di Pisa, San Michele degli Scalzi 2, 56126 Pisa
Alessio Papini, Dipartimento Biologia Vegetale, Università di Firenze, Via La Pira 4, 50121 Firenze, e-mail alessio.papini@unifi.it

- BREEDLOVE D.E., 1986 - *Listados florísticos de Mexico IV. Flora de Chiapas*. Instituto de biología UNAM. Mexico DF. 246 pp.
- CASAGRANDE D.G., 2002 - *Ecology, cognition, and cultural transmission of tzeltal maya medicinal plant knowledge*. PhD Dissertation, University of Georgia, Athens, Georgia, USA. 298 pp.
- FREI B., STICHER O., HEINRICH M., 2000 - *Zapotec and Mixe use of tropical habitats forsecuring medicinal plants in Mexico*. Econ. Bot., 54(1):73-81.
- HELLIER A., NEWTON A.C., GAORRA S.O., 1999 - *Use of indigenous knowledge for rapidly assessing trends in biodiversity: a case study from Chiapas, Mexico*. Biodiv. Conserv., 8(7): 869-889.
- MARTINEZ M., 1996 - *Las plantas medicinales de Mexico*. Ed. Botas, Mexico City.
- MARTINEZ E., RAMOS C.H., 1989 - *Lacandoniaceae (Triuridales) una nueva familia de Mexico*. Ann. Miss. Bot. Gard., 76: 128-135
- ORTIZ-ESPEJEL B., TOLEDO V.M., 1998 - *Deforestation tendencies of the Lacandone Forest (Chiapas, Mexico): the case of "Las Canadas"*. Interciencia, 23(6): 318-323.
- PENNINGTON T.D., SARUKHAN J., 1998 - *Arboles tropicales de Mexico*. Universidad Nacional Autonoma de Mexico. Fondo de Cultura economica Mexicana. Mexico City.
- RZEDOWSKI J., 1992a - *El endemismo en la flora fanerogamica mexicana: una apreciacion analitica preliminar*. In: HALFFTER G., 1992 (Ed.), *La diversidad biologica de Iberoamerica*. Acta Zoologica Mexicana, volumen especial. CYTED-D.
- , 1992b - *Diversidad y origenes de la flora fanerogamica de Mexico*. In: HALFFTER G., 1992 (Ed.), *La diversidad biologica de Iberoamerica*. Acta Zoologica Mexicana, volumen especial. CYTED-D.
- WILLIAMS-LINERA G., HALFFTER G., EZCURRA E., 1992 - *El estado de la biodiversidad en Mexico*. In: HALFFTER G., 1992 (Ed.), *La diversidad biologica de Iberoamerica*. Acta Zoologica Mexicana, volumen especial. CYTED-D.

RIASSUNTO – Vengono descritti i risultati di una raccolta di piante in Chiapas e Oaxaca (Messico). Viene discussa l'importanza delle conoscenze etnobotaniche possedute dai nativi in aree geografiche con elevata biodiversità. Infine viene riportata una prima lista di piante raccolte le cui proprietà medicinali potenziali sono state valutate in via preliminare.

Valorizzazione tecnologica di biorisorse vegetali tropicali in Guadalupa, Antille Francesi

E. MINIATI e L. FAHRASMANE

ABSTRACT - *Technological exploitation of vegetable resources in Guadeloupe, French West Indies* - The French caribbean island of Guadeloupe, thanks to its climatic characteristics is the center of one of the richest and typically abundant tropical agricultural and food production areas. In addition to a plentiful variety of fruits (pineapple, banana, annona, maracujà, guava, citrus, etc), vegetables (yam, sweet potato, etc.), legumes and spices (Cayenne pepper, vanilla, ginger and many others), it is well-known by the sugar cane cultivation, the largest part of which is destined to the manufacturing of the "rhum agricole", a local high-quality liqueur obtained by distillation of the fermented cane juice. Of great importance for the industry is also the production of valuable wood species (mahogany).

Key words: food technology, Guadeloupe, tropical plants

INTRODUZIONE

L'economia agricola della Guadalupa (Département d'Outre Mer, Antille Francesi) si basa sull'agricoltura di piantagione che negli ultimi decenni si è allontanata dalla tradizionale monocoltura della canna da zucchero per estendere la coltivazione alle banane. Entrambi i prodotti sono destinati all'exportazione, diretta per circa i 2/3 in Francia e per il resto negli Stati Uniti e nell'altro dipartimento francese della Martinica.

Il suolo della Guadalupa è ricco e fertile. Lo zucchero è di gran lunga il più importante prodotto agricolo, col suo derivato, il rhum, destinato all'exportazione.

Le banane sono il secondo prodotto agricolo per importanza, ma la produzione dopo la II^a Guerra Mondiale è solo 1/5 del potenziale. Essa ha comunque man mano sostituito la coltura della canna, fortemente penalizzata dalla politica comunitaria di sostegno alla barbabietola per la produzione dello zucchero.

Una gran varietà di altri prodotti tropicali si coltivano in questa bellissima terra tropicale, compresa vaniglia, caffè, cacao, agrumi ed una significativa quantità di cotone (DE AGOSTINI, 1999).

Le foreste della Basse Terre sono di grande pregio e ricoprono il 39% della superficie, ma a causa della loro inaccessibilità, non sono esplorate. In esse risiedono importantissime risorse che vanno dal legname, dove vi è compreso il mogano (*Swietenia Jacq. spp.*) ed altri pregiati legnami, fino alle numerosissime specie di piante curative di cui da sempre si è

avvalsa la ricca medicina tradizionale creola.

Per l'alimentazione degli abitanti le colture agricole sono rappresentate da una serie di specie vegetali circa la metà delle quali indigene.

La maggior parte delle piante e dei frutti furono importati in Guadalupa verso la fine del secolo XIX°. La papaia e il cocco dall'India, il litchi dalla Cina, la carambola dall'Indonesia, la guava e l'avocado dal Brasile, il mango dalla Réunion, la pruna di Cythère dalla Polinesia, l'albero del pane, il filao e i flamboyant dal Madagascar. Ananas, banana, arance, limoni, maracujà, palme reali ed alberi del viaggiatore completano questo giardino dell'Eden (GUIDES VOIR, 1998).

VERDURE E LEGUMI

L'igname, *Dioscorea L. spp.*, è una monocotiledone che produce un tubero edule che provvede per il 12% del fabbisogno energetico dei Paesi tropicali. Nelle Antille francesi le specie più diffuse sono la *D. cayenensis* Lam. e la *D. rotundata* Poir. In anni recenti le tecniche agricole si sono evolute da tradizionali pratiche a strutture industriali di coltivazione.

Oggi si cerca di ottenere il miglioramento genetico attraverso la riproduzione sessuale, anziché attraverso la selezione clonale come strategia per l'ottenimento dei caratteri desiderati.

Esiste una varietà spontanea di igname a pasta bianca, detta igname de Noël, perché è tradizione, il 23 dicembre, andare in cerca del tubero spontaneo in

montagna. La varietà di igname più pregiata allo stato selvatico è chiamata "l'en bas bon". Si consuma cotta come la patata.

La Patata dolce, *Ipomoea batatas* (L.) Lam., nonostante l'aggettivo specifico non è imparentata con la patata, ma ne ricorda l'aspetto, anche se il sapore è più dolce. In Guadalupa è una delle principali fonti di carboidrati, con una produzione di oltre 4.000 tonnellate/anno. È, altresì, un'eccellente fonte di vitamina A.

La manioca, *Manihot esculenta* Crantz, è anch'essa una ricca fonte di carboidrati, ma contiene anche acido cianidrico, velenoso. Gli amerindi ne facevano un veleno per le frecce e le lance.

La manioca fresca non si conserva a lungo, se la si taglia a fette e si essicca si conserva invece molti mesi. Si consuma sbucciata e bollita in acqua salata: è servita con una noce di burro, come la patata, ma ci sono un'infinità di altre utilizzazioni culinarie.

Per ottenere una farina si macinano le fette seccate al sole. La fecola si produce grattando la manioca lavata e sbucciata, poi sciacquandola. La tapioca o cassava è ottenuta dalla fecola, pulita e lavata, scaldata su delle grandi piastre di ferro.

In Guadalupa, come in tutte le Antille francofone, si ottiene della farina pressandola in tubi di vimini o tipiti: la spremitura permette di ottenere il succo dal tubercolo; la polpa compressa è messa sulla griglia a fuoco dolce. A Capesterre esiste ancora una piccola "manioquerie" artigianale.

Nelle Antille si prepara con questa farina un piatto chiamato tradizionale chiamato "feroce" a base di farina, avocado e merluzzo.

La fecola ha applicazioni nell'industria dei cosmetici, della colla, dei detergenti e della carta. La tapioca è utilizzata in pasticceria e nella preparazione di confetture.

Si fabbrica anche una birra molto forte con il succo di manioca fermentato.

Il gombo, frutto dell'*Hibiscus esculentus* L., è tradizionalmente consumato cotto, lessato in acqua. Sottoposto a fermentazioni lattiche si ottiene un aperitivo con delle proprietà organolettiche molto gradevoli. Si sono sperimentati a questo scopo anche altri frutti e legumi come papaia, banana e frutto del pane.

Si sfrutta così anche il valore della flora microbica naturale che appare anch'essa una risorsa locale da valorizzare nelle trasformazioni alimentari, oltre che nelle operazioni microbiche industriali (disinquinamento, produzione di compost, biogas, ecc.).

Si sono provate inoltre delle preparazioni di bevande gassate a basso tenore di alcool a base di specie della famiglia *Anacardiaceae* (prune Cythere, mombin, anacardio).

Due specie della famiglia *Araceae* hanno una parte preminente nella produzione agricola guadelupegna, la "madère" o taro "*Colocasia antiquorum* Schott" e la malanga, "*Xanthosoma sagittifolium* Liebm."

L'albero del pane [*Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg syn *A. incisus* (Thunb.) L.f.] arrivato da Tahiti nel 1793, re del giardino creolo, ancora esiste

nelle corti delle case tradizionali, ha un'altezza che può giungere fino a 20 m. Il frutto, ovoidale, può pesare fino a 2 kg: una volta era dato ai maiali, mentre oggi entra a far parte di piatti raffinati, utilizzato come legume.

Tra i legumi hanno posto di rilievo nella cucina antilese il fagiolo dall'occhio, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., il pisello d'Angola o "pois d'Angole", *Cajanus cajan* (L.) Millsp., e il fagiolo egiziano, o "pois boucoussous", il *Lablab niger* Medik.

La *Canavalia ensiformis* (L.) DC., chiamata "pois sabre" è un legume originario dell'America, a differenza dei precedenti che sono stati importati dal Vecchio Continente.

Tra le *Cucurbitaceae* consumate dai locali va ricordato il chayote o "christophine", *Sechium edule* Sw., una delle verdure indigene più diffuse (Tab. 1).

FRUTTI

Mango (*Mangifera indica* L.), papaia (*Carica papaya* L.), sapodilla [*Manilkara zapota* (L.) P.Royen] sono presenti nell'isola, ma i più apprezzati, soprattutto per la trasformazione industriale sono il maracujà e la guava (GUYOT, 1971).

Il frutto della Passione o maracujà (*Passiflora edulis* Sims) e la "barbadine" (*Passiflora quadrangularis* L.) si consumano freschi oppure se ne preparano dei succhi, anche estemporanei.

Il succo va diluito, essendo troppo aromatico, è quasi un difetto. È anche troppo acido e profumato ed è impossibile da consumarsi come tale. Diluito con acqua diventa però troppo piatto e poco gradevole. Meglio se diluito con ananas che dà più corpo alla miscela. Occorre trovare una ottimale proporzione tra questi 3 ingredienti, con aggiunta di zucchero.

La guava, la "goyave", *Psidium guajava* L., si consuma fresca o ne fa un succo, sia come preparazione estemporanea, venduta nei bar e dagli ambulanti, o prodotta dall'industria di trasformazione.

Il succo è molto comune, lo si usa diluire con acqua per attenuarne l'acidità e l'eccessiva densità del succo. Si trovò eccellente diluire il succo di guava con la passiflora ottenendosi una combinazione perfetta come correttivo del gusto e del colore.

I semi di guava, sottoprodotto dell'estrazione del succo (5% del frutto), hanno un guscio duro ed un seme oleoso all'interno. Il seme macinato è risultato essere un eccellente materiale abrasivo per l'uso cosmetico, mentre l'olio ha l'88% di acidi polinsaturi, costituiti per la maggior parte di acido linoleico. Non è utilizzabile per l'uso alimentare ma è molto interessante per gli usi cosmetici (BOURGEOIS *et al.*, 1998).

L'Ananas [*Ananas comosus* (L.) Merr.], del quale se ne producono quasi 10.000 tonnellate, è uno dei frutti più importanti, soprattutto trasformato in succo, anche come base per altri succhi come sopra riportato. Una varietà apprezzata come frutto fresco ha una forma allungata ed è chiamata "ananas bouteille" (MARTE, 1992).

Alle *Annonaceae* appartengono alcune delle specie

TABELLA 1

Verdure e legumi coltivati in Guadalupa.
Cultivated vegetables and legumes of the Guadeloupe.

Nome volgare	Nome scientifico	Famiglia	Produzione tonn (1999)
Aubergine	<i>Solanum melongena</i>	<i>Solanaceae</i>	650
Carotte	<i>Daucus carota</i>	<i>Umbelliferae</i>	580
Chou	<i>Brassica campestris</i>	<i>Cruciferae</i>	1985
Christophine	<i>Sechium edule</i>	<i>Cucurbitaceae</i>	*4 478
Concombre	<i>Cucumis sativus</i>	<i>Cucurbitaceae</i>	4080
Courgette	<i>Cucurbita pepo</i>	<i>Cucurbitaceae</i>	180
Dictame Arrow-root	<i>Maranta arundinacea</i>	<i>Marantaceae</i>	*
Fruit à pain	<i>Artocarpus altilis</i>	<i>Moraceae</i>	
Cresson	<i>Nasturtium officinale</i>	<i>Cruciferae</i>	30
Giraumon	<i>Cucurbita moschata</i>	<i>Cucurbitaceae</i>	◆ 1580
Gombo	<i>Abelmoschus esculentus</i>	<i>Malvaceae</i>	155
Gourde	<i>Lagenaria siceraria</i>	<i>Cucurbitaceae</i>	
Igname	<i>Dioscorea</i> spp.	<i>Dioscoreaceae</i>	9 800
Laitue	<i>Lactuca sativa</i>	<i>Compositae</i>	3 150
Madère	<i>Colocasia antiquorum</i>	<i>Araceae</i>	3 200
Malanga	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	<i>Araceae</i>	2 700
Manioc	<i>Manihot esculenta</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	*1600
Navet	<i>Brassica napus</i>	<i>Cruciferae</i>	380
Patate douce	<i>Ipomea batatas</i>	<i>Convolvulaceae</i>	4 420
Poireau	<i>Allium porrum</i>	<i>Liliaceae</i>	530
Pois d'angole	<i>Cajanus cajan</i>	<i>Leguminosae</i>	
Pois boucoussous	<i>Lablab niger</i>	<i>Leguminosae</i>	
Pois rosé	<i>Vigna unguiculata</i>	<i>Leguminosae</i>	
Pois sabre	<i>Canavalia ensiformis</i>	<i>Leguminosae</i>	*
Poivron	<i>Capsicum dulce</i>	<i>Solanaceae</i>	*740
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i>	<i>Solanaceae</i>	◆ 3 500

* dati non disponibili o non aggiornati
◆ produzione destinata all'esportazione

fruttifere più apprezzate, la cherimolia, *Annona cherimolia* Mill., la "pomme cannelle" (*Annona squamosa* L.), l'*Annona muricata* L., chiamata "corossol". Altri frutti molto graditi dal consumatore sono la carambola (*Averrhoa carambola* L.) ed il bilimbi (*Averrhoa bilimbi* L.).

L'avocado (*Persea americana* Mill.) ricco di potassio e di acido folico, si consuma cotto o crudo, piuttosto come legume che come frutto.

La lima o "citron vert" o punch delle Antille (*Citrus aurantifolia* Swingle) è un tipico agrume tropicale fornisce un succo ed un olio essenziale molto apprezzato nella fabbricazione di certe bevande (7Up, Cola, Sprite) sia in profumeria.

La lima antillense è diffusa dappertutto benché non in piantagione sia a Guadalupa che a Marie Galante. In genere i frutti si consumano sul posto o vengono inviati ai mercati locali. Dal punto di vista industriale vi è l'inconveniente che la lima antillense è di piccola taglia e con la presenza di numerosi semi; per contro l'essenza è d'eccellente qualità.

E stata importata allora della lima bears di taglia più grande e con due soli semi; l'essenza estratta è leg-

germente meno fine (minor tenore in geraniale) ma altrettanto richiesta per cui si sono impiantate delle piantagioni di questa specie.

Olio essenziale e succo: si utilizza una tecnologia locale di estrazione a freddo (tecnologia italiana) oppure a caldo per distillazione previa fumatrice (abrasione delle cellule epidermiche e successiva distillazione in corrente di vapore).

Per il succo si effettua l'estrazione per pressione seguita da una doppia centrifugazione. Occorre che i frutti siano perfettamente sani: verdi danno un gusto molto fine e pronunciato, di colore gradevole e di acidità più elevata; i frutti troppo maturi danno un gusto piatto. La lavorazione deve essere la più rapida possibile.

Questa tecnologia s'inserisce nella principale vocazione agrumicola dei paesi tropicali, che è probabilmente quella di produrre frutti per la trasformazione industriale di succhi ed oli essenziali.

La banana (*Musa* L. spp.) è il più importante frutto prodotto in Guadalupa (oltre 100 mila tonn/anno) a cui si deve aggiungere il platano (oltre 8.000 tonnellate) (MARCHAL, 1993).

La varietà di banana più comune è di piccola taglia, la banana nana, detta "Figue-pomme".

La trasformazione industriale della banana prevede la disidratazione per atomizzazione, ma la polvere ottenuta è molto igroscopica e quindi di scarsa conservabilità se non con l'aggiunta di zucchero, necessario per ottenere un prodotto più stabile.

Si produce anche del succo di banana diluita con succo di pompelmo o di citron per l'alimentazione dei bambini.

Per la trasformazione industriale si presta la varietà Yangambi (Ibota) insensibile alla maggior parte delle malattie e produttiva in ragione della sua rusticità.

È adatta alla fabbricazione di chips che potrebbe essere in concorrenza con l'industria bananiera portoricana (valutata nel 1969 in 3 milioni di dollari) per il mercato USA.

La tecnologia prevede la frittura di banane mature. La frutta essiccata ha successo sul mercato internazionale e molte aziende si sono specializzate nella produzione di frutta secca: cocco, ananas, mango, banana, di cui in varie forme esiste un interessante mercato continentale.

Il cocco grattato si ottiene dopo essiccamento della mandorla macinata e setacciata. È apprezzato per la qualità il prodotto molto bianco. Questa tipologia di prodotto può inserirsi molto bene nella situazione agricola e climatica dell'isola.

Oggi per l'ottenimento della frutta secca si sfrutta la nuova tecnica della disidratazione osmotica.

L'acerola o West Indian cherry (*Malpighia punicefolia* L., syn.: *M. emarginata* DC.) è un frutto tipico dei Caraibi e nativo del Centro America. Diffusosi in epoca precolombiana è oggi straordinariamente interessante come fonte di vitamina C. È il frutto più ricco di acido ascorbico (4% in peso) che si conosca e quindi una potenziale coltura da esportazione del frutto fresco o trasformato in succo merita una più ampia diffusione (VENDRAMINI, TRUGO, 2000).

La noce di cocco è comune dappertutto e se ne estrae il liquido tranciando il frutto col machete e bevendolo come dissetante. Questa operazione è fatta da abili ambulanti che l'offrono ad ogni angolo di strada o nei mercati.

Cocco, lima, succo della passione, guava, arancio, surette e liquore di vaniglia si mettono a macerare nel rum bianco per l'ottenimento di punch.

In Guadalupa vi è un evidente interesse per i succhi esotici a causa anche del sensibile movimento turistico dell'isola. È necessario modulare la stagionalità della produzione organizzando un'appropriata catena del freddo. La frutta inoltre, è un'eccellente materia prima per confetture. Nella trasformazione è necessario porre grande attenzione al problema del recupero degli aromi, un elemento che caratterizza fortemente queste produzioni.

Dato il rilevante apporto in vitamine (A, C, E, acido folico, ecc.) e di sali minerali della frutta fresca e trasformata, va incoraggiata una forte espansione del consumo tra i giovani, a cominciare dall'uso nelle mense scolastiche (Tab. 2).

SPEZIE

Le caratteristiche aromatiche e gustative delle spezie sono principalmente dipendenti dalla qualità e quantità degli oli essenziali e delle oleoresine che contengono. Molti oli essenziali, che possono essere separati dalla specie mediante distillazione in corrente di vapore del prodotto seccato al sole, sono privi dei componenti non volatili contenuti nel frutto fresco che contribuiscono alle caratteristiche sensoriali. È questo il caso tipico dello zenzero, *Zingiber officinale* Rosc., in cui l'olio dà l'odore ma il cui principio pungente è principalmente dovuto ai componenti non volatili, shogaolo e gingerolo (BALLADIN *et al.*, 1999). Il pimento, *Pimenta racemosa* (Mill.) J.W.Moore, rappresenta la più nota delle spezie caraibiche (ABAUL *et al.*, 1995a; AURORE *et al.*, 1998), ma accanto ad essa si collocano, con pari dignità, anche gastronomiche, il cumino, la cannella, la noce moscata, lo zenzero, il bois d'Inde e la curcuma. Queste spezie ed altre, sono la caratteristica più saliente, per i loro colori e profumi, dei mercati in Guadalupa (BESSIÈRE *et al.*, 1994; ABAUL *et al.* 1995b; SYLVESTRE *et al.*, 2002). Non manca mai di trovare stecche di vaniglia (EHLERS *et al.*, 1997).

Cambiamenti negli stili di vita e di consumo alimentare, sul modello occidentale, intervenuti negli ultimi decenni stanno emergendo in tutti i paesi tropicali. Le popolazioni caraibiche sono caratterizzate geneticamente da tendenza all'ipertensione e mentre questo fenomeno era controllabile proprio dalla dieta tradizionale, ricca di vasodilatatori e di potassio, adeguamenti della dieta a stili alimentari d'importazione possono turbare questi equilibri (SINHA, 1995).

L'alimentazione degli isolani non è mai stata insufficiente ed è sempre stata molto variata. Questo è un punto di forza che va mantenuto. Qualche rischio alimentare è comunque sempre presente, come è il caso del parkinsonismo atipico, dovuto ad un'alimentazione a base di *Annonaceae* (Tab. 3) (CAPARROS-LEFEBVRE *et al.*, 1999; LANNUZEL *et al.*, 2002).

CANNA DA ZUCCHERO E RHUM

Delle quasi 800.000 tonnellate di canna da zucchero prodotte in Guadalupa, la parte maggioritaria è trasformata in zucchero in ormai solo 2 zuccherifici. Una quota è però trasformata in rum.

Il rum tipico della Guadalupa è il "rum agricole", che si differenzia dal rum industriale per essere ottenuto, non dalla melassa, ma dal succo fermentato di canna. Questo consente di ottenere un prodotto più fine ed aromatico, che invecchiato anche fino ad 8 o 10 anni, è un prodotto da far invidia ai migliori cognac (FAHRASMANE *et al.*, 1996; FAHRASMANE, GANOU-PARFAIT, 1998).

Oggi, in Guadalupa, solo 9 distillerie producono "rum agricole" contro le 55 di 60 anni fa.

Per fornire qualche dato: da 1 tonnellata di canna da zucchero si ottengono 700 litri di succo che danno da 80 a 100 litri di rum a 56°, cioè occorrono 10 kg di canna per una bottiglia di rum a 50 gradi.

Un altro prodotto tipico locale è il "Sirop de batterie",

TABELLA 2

Frutti coltivati in Guadalupa.
Cultivated fruits of the Guadeloupe.

Nome volgare	Nome scientifico	Famiglia	Produzione tonn (1999)
Abricot	<i>Mammea americana</i>	<i>Clusiaceae</i>	*
Acerola	<i>Malpighia punicifolia</i>	<i>Malpighiaceae</i>	*
Ananas	<i>Ananas comosus</i>	<i>Bromeliaceae</i>	◆ 9 400
Avocat	<i>Persea americana</i>	<i>Lauraceae</i>	*
Banane	<i>Musa</i> spp.	<i>Musaceae</i>	113 994
Banane plantain	<i>Musa</i> spp.	<i>Musaceae</i>	8 815
Barbadine	<i>Passiflora quadrangularis</i>	<i>Passifloraceae</i>	*
Bilimbi	<i>Averrhoa bilimbi</i>	<i>Oxalidaceae</i>	
Cacao	<i>Theobroma cacao</i>	<i>Sterculiaceae</i>	*
Carambole	<i>Averrhoa carambola</i>	<i>Oxalidaceae</i>	
Citron	<i>Citrus limon</i>	<i>Rutaceae</i>	
Coco	<i>Cocos nucifera</i>	<i>Arecaceae</i>	
Corossol	<i>Annona muricata</i>	<i>Annonaceae</i>	*
Grenade	<i>Punica granatimi</i>	<i>Punicaceae</i>	
Goyave	<i>Psidium guajava</i>	<i>Myrtaceae</i>	*
Grenadille	<i>Passiflora edulis</i>	<i>Passifloraceae</i>	*50
Lime	<i>Citrus aurantifolia</i>	<i>Rutaceae</i>	2 550
Mandarìne	<i>Citrus reticulata</i>	<i>Rutaceae</i>	748
Mangue	<i>Mangifera indica</i>	<i>Anacardiaceae</i>	
Melon	<i>Cucumis melo</i>	<i>Cucurbitaceae</i>	3 568
Mombin	<i>Spondias mombin</i>	<i>Anacardiaceae</i>	*
Grange	<i>Citrus sinensis</i>	<i>Rutaceae</i>	1300
Papaye	<i>Carica papaya</i>	<i>Caricaceae</i>	
Pastèque	<i>Citrullus lanatus</i>	<i>Cucurbitaceae</i>	1600
Pomelo	<i>Citrus paradisi</i>	<i>Rutaceae</i>	650
Pomme cajou	<i>Anacardium occidentale</i>	<i>Anacardiaceae</i>	*
Pomme cythère	<i>Spondias dulcis</i>	<i>Anacardiaceae</i>	
Pomme canelle	<i>Annona squamosa</i>	<i>Annonaceae</i>	*
Sapotille	<i>Manilkara zapota</i>	<i>Sapotaceae</i>	*
Surelle	<i>Phyllanthus acidus</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	
Tamarin	<i>Tamarindus indica</i>	<i>Cesalpiniaceae</i>	

* dati non disponibili o non aggiornati
◆ produzione destinata all'esportazione

uno sciroppo tradizionale dell'isola di Marie Galante, che si ottiene dalla cottura del succo di canna (Tab. 4).

BEVANDE A BASE DI SUCCO DI CANNA DA ZUCCHERO

L'utilizzazione della canna da zucchero a scala industriale è rimasta limitata alla produzione di zucchero e di rhum, prodotti a basso valore aggiunto.

Si sono sperimentate preparazioni di bevande rinfrescanti a base di succo di canna da zucchero.

Il suo potenziale di trasformazione è tuttavia immenso. Ricerche effettuate dall'INRA in Guadalupa hanno adottato una tecnologia di ultrafiltrazione che permette di stabilizzare il succo di canna al fine di renderlo adatto a ogni tipo di trasformazione. Queste ricerche hanno dato luogo a brevetti ed alla creazione di un'impresa, la JUCANN' Tech che svilupperà nuovi prodotti a base di canna portatori dell'identità caraibica.

Il progetto JUCANN' Tech è stato premiato al concorso nazionale di creazione d'impresa delle tecnologie innovatrici organizzate dal Ministero della Ricerca.

Il processo messo a punto all'INRA permette di risolvere i due maggiori problemi del succo di canna grezzo: la forte presenza di microbi e la sua torbidità di natura colloidale.

L'ultrafiltrazione è una tecnica che rispetta le qualità del succo e facilita la sua trasformazione e la sua ulteriore conservazione.

Il succo di canna tradizionale, bevanda localmente molto apprezzata, si conserva solo poche ore. Con questo nuovo processo lo si può conservare più settimane o addirittura mesi conservando il suo gusto originario. Questo succo stabilizzato sarà il primo prodotto immesso sul mercato da JUCANN'Tech.

TABELLA 3

Spezie coltivate in Guadalupa.
Cultivated spices of the Guadeloupe.

Nome volgare	Nome scientifico	Famiglia	Produzione tonn (1999)
Bois d'inde	<i>Pimenta racemosa</i>	<i>Myrtaceae</i>	*
Café	<i>Coffea arabica</i>	<i>Rubiaceae</i>	
Céleri	<i>Apium graveolens</i>	<i>Umbelliferae</i>	88
Cive	<i>Allium fistulosum</i>	<i>Liliaceae</i>	580
Persil	<i>Petroselinum crispum</i>	<i>Umbelliferae</i>	60
Piment	<i>Capsicum</i> spp.	<i>Solanaceae</i>	180
Piment cayenne	<i>Capsicum annuum</i>	<i>Solanaceae</i>	*
Canelle	<i>Cinnamomum verum</i>	<i>Lauraceae</i>	*
Gingembre	<i>Zingiber officinale</i>	<i>Zingiberaceae</i>	
Muscade	<i>Myristica fragrans</i>	<i>Myristicaceae</i>	
Roucou	<i>Bixa orellana</i>	<i>Bixaceae</i>	◆
Safran	<i>Cucurma longa</i>	<i>Zingiberaceae</i>	
Thym	<i>Thymus vulgaris</i>	<i>Lamiaceae</i>	65
Vanille	<i>Vanilla planifolia</i>	<i>Orchidaceae</i>	*

* dati non disponibili o non aggiornati

◆ produzione destinata all'esportazione

TABELLA 4

Principali risorser vegetali per la trasformazione industriale in Guadalupa.
Main vegetable resources for industrial processing in Guadeloupe.

Risorsa vegetale	Nome botanico	Trasformazione industriale		
		<i>Alimentare</i>	<i>Farmaceutica / Cosmetica</i>	<i>Industria</i>
Canna da zucchero	<i>Saccharum officinarum</i>	Zucchero, Rhum, Succo		
Banana	<i>Musa</i> spp.	Succo, Chips		
Maracujà/Barbadine	<i>Passiflora</i> spp.	Succhi		
Guava	<i>Psidium guajava</i>	Succhi	Olio	Abrasivo
Ananas	<i>Ananas comosus</i>	Succhi		
Lima	<i>Citrus aurantifolia</i>	Succo/Olio essenziale		
Avocado	<i>Persea americana</i>		Olio	
Gombo	<i>Hibiscus esculentus</i>	Bevande fermentate		
Pomme Cythère	<i>Spondias dulcis</i>	Bevande a basso tenore di alcool		
Annona (Corossol)	<i>Annona muricata</i>	Bevande a basso tenore di alcool		
Pomme canelle	<i>Annona squamosa</i>			
Manioca	<i>Manihot esculenta</i>	Cassava		
Legno rosso carapaté	<i>Amanoa caribaea</i>			Legname pregiato
Bois bande o Marbri	<i>Richeria grandis</i>			da carpenteria,
Gommifero bianco	<i>Dacryodes excelsa</i>			arredamento,
Mogano	<i>Swietenia macrophylla</i> <i>Swietenia mahogany</i>			ebanisteria

Altre famiglie di prodotti potranno svilupparsi sulla base del processo tecnologico brevettato. Bevande festive spumanti o del vino dolce di canna, delle bevande gassate concorrenti alle bevande a base di cola, un ingrediente zuccherino naturale per la fabbricazione dei gelati, dessert e bevande alla frutta, dei prodotti nutraceutici o funzionali grazie alla ricchezza del succo

di canna in sali minerali, vitamine ed energia. Questa stessa ricchezza nutrizionale può essere valorizzata nei prodotti destinati alla lotta alla malnutrizione. Oltre ad un transfert di tecnologia ai produttori (distillatori, zuccherifici, produttori di succhi di frutta), vi sarà un obiettivo internazionale data l'im-

mensa diffusione della canna da zucchero nel Mondo.

Recentemente si è mostrato interesse ai polialcoli (policosanoli) presenti nella cera della canna da zucchero. Lo stocco, infatti, è rivestito di uno strato pruinoso costituito per oltre il 50% di alcoli a 28 e più atomi di C.

Questi composti sono in grado di competere con il metabolismo del colesterolo e di ridurre la suscettibilità all'ossidazione delle lipoproteine del sangue. Inoltre questi polialcoli si utilizzano come precursori per l'emisintesi di fitosteroli di interesse farmaceutico. Si apre quindi un nuovo capitolo sull'interesse nutrizionale e fitofarmaceutico dei sottoprodotti della lavorazione della canna da zucchero.

Da 1000 kg di canna si ottiene 1 kg circa di cera, che come tale ha usi industriali, ma da cui si può isolare, previa estrazione e purificazione, la miscela di policosanoli (Tab. 4).

PIANTE MEDICINALI

Una risorsa vegetale di enorme importanza per la Guadalupa, come per tutte le zone tropicali, è costituita dalla ricchissima flora medicinale presente, che può costituire la base per una valorizzazione economica di eccezionale rilevanza (RASTOGI *et al.*, 1998). Esiste, infatti, in Guadalupa una gran tradizione nell'uso delle piante per la cura di disturbi e malattie, espressione della farmacopea popolare creola profondamente legata alla storia e alla cultura pan Caraibica (Martinica, Guadalupa, Haiti, Guyana).

Questo ricco patrimonio di conoscenze tradizionali va perdendosi, mancando una trasmissione orale alle nuove generazioni. A tal fine opera l'Associazione per la valorizzazione delle piante medicinali dei Caraibi - AVMPG, per documentare e valutare queste conoscenze di pratiche terapeutiche.

Per esempio in Martinica sono state identificate 251 specie vegetali usate nella medicina popolare tradizionale, nella Repubblica Dominicana, solo per il loro utilizzo nelle sindromi mestruali della donna, sono state identificate 87 piante ed in Guadalupa sono state censite 163 specie di piante medicamentose.

L'herbe-mal-tête (*Kalanchoe pinnata* Pers., *Crassulaceae*) è comune nelle Antille, dove la si coltiva come pianta ornamentale o medicinale. Come appare dal nome, la si utilizza contro le cefalee. La foglia ha la particolarità di dare facilmente nascita a nuove piante se interrata.

Uno dei prodotti più curiosi è il bois bandé o marbri (*Richeria grandis* Vahl) abbondante nella foresta densa. È albero eliofilo, utilizzato in ebanisteria, in arredamento d'interni, per la realizzazione di tramezzi, carpenteria e parquet. Questo albero è ricercato dalla popolazione perché lo si ritiene dotato di virtù afrodisiache, per un principio attivo contenuto nella scorza. Se ne prepara, infatti, un infuso di corteccia nel rum.

Occorre potenziare l'utilizzazione della diversità floristica per lo studio e l'isolamento di composti dota-

ti di attività biologica. Per esempio sono stati recentemente isolati dei composti naturali dalla flora tipica della Guadalupa molto interessanti contro le affezioni tubercolari, una malattia opportunistica emersa negli ammalati di AIDS (Tab. 4) (LANGUEFOSSE *et al.*, 1996).

COSMETICI

Circa le risorse presenti in Guadalupa per gli usi cosmetici, appare interessante la produzione dell'olio di avocado (GUYOT, 1971).

Il frutto fresco va esportato in condizioni particolari di bassa temperatura (6-8 °C); questo pone problemi tecnologici e quindi costituisce impedimento ad un'esportazione del frutto, perciò si è tentata la trasformazione industriale per l'ottenimento dell'olio.

La tecnologia prevede la snocciolatura del frutto maturo, l'aggiunta alla polpa di un volume di sabbia fine di lavata e della cottura e poi dell'estrazione per pressione. Si recupera l'olio per centrifugazione. La resa in olio varia dal 4 al 5%.

L'albero corallo o Flamboyant [*Delonix regia* (Bojer) Raf.], largamente presente dappertutto nell'isola, al momento della fioritura sfoggia tutto il suo caratteristico splendore e ne caratterizza il paesaggio. La corteccia fornisce del pigmento e della resina, così anche dai fiori si ottengono dei pigmenti rossi, probabilmente antociani. Si può preconizzare un utilizzo cosmetico dei pigmenti del flamboyant (Tab. 4).

LETTERATURA CITATA

- ABAU J., BOURGEOIS P., BESSIÈRE J.M., 1995a - *Chemical composition of the essential oils of chemotypes of Pimenta racemosa var. racemosa (P. Miller) J.N. Moore (Bois d'Inde) of Guadeloupe (F.W.I.)* Flavour Fragr. J., 10(5): 319-321.
- ABAU J., UDINO L., BOURGEOIS P., BESSIÈRE J.M., 1995b - *Composition of the essentials oils of Cartella winteriana (L) Gaertn. J. Ess. Oil Res.*, 7(6): 681-683.
- AUORE G.S., ABAUL J., BOURGEOIS P., LUE J., 1998 - *Antibacterial and antifungal activities of the essential oils of Pimenta racemosa var. racemosa P. Miller (J.W. Moore) (Myrtaceae)*, J. Ess. Oil Res., 10(2): 161-164.
- BALLADIN D.A., HEADLEY O., 1999 - *Liquid chromatographic analysis of the main pungent principles of solar dried West Indian ginger (Zingiber officinalis Roscoe)*. Renew. Ener., 18: 257-261.
- BESSIÈRE J.M., MENUT C., LAMATY G., JOSEPH H., 1994 - *Variations in the volatile constituents of Peperonia rotundifolia Schlecht. S Cham grown on different host-trees in Guadeloupe*. Flavour Fragr. J., (3): 131-133.
- BOURGEOIS P., AUORE G.S., ABAUL J., JOSEPH H., 1998 - *Processing of Guava seeds: kernel oil and abrasive shell powder*. Cahiers Agricult., 7(2): 105-109.
- CALENDARIO ATLANTICO DE AGOSTINI, 1999 - Istituto Geografico De Agostini, Novara: 456-457.
- CAPARROS-LEFEBVRE D., ELBAZ A., 1999 - *Possible relation of atypical parkinsonism in the French West Indies with consumption of tropical plants: a case-control study*. Lancet, 354(9175): 281-286.
- EHLERS D., PFISTER M., 1997 - *Compounds of vanillons (Vanilla pompona Schiede)*. J. Ess. Oil Res., 9(4): 427-431.
- FAHRASMANE L., GANOU-PARFAIT B., BAZILE F., BOURGEOIS P., 1996 - *Technologie et éléments de typi-*

- cité des rhums des Antilles françaises*. Cahier Agricult., 5: 83-88.
- FAHRASMANE L., GANOU-PARFAIT B., 1998 - *De la Canne au Rhum*, Editions INRA. 112 pp.
- GUIDES VOIR, 1998 - *Guadeloupe*. Hachette, Paris.
- GUYOT H., 1971 - *L'évolution de la production et de la technologie fruitières en Guadeloupe*. Fruits, 26(2): 115-126.
- LANGUEFOSSE J.L., NOSSIN E., 1996 - *Medical ethnobotany survey in Martinique*. J. Ethnopharmacol., 53: 117-142.
- LANNUZEL A., MICHEL P.P., CAPARROS-LEVEVRE D., ABAUL J., HOCQUEMILLER R., RUBERG M., 2002 - *Toxicity of Annonaceae for dopaminergic neurons: potential role in atypical parkinsonism in Guadeloupe*. Movem. Disord., 17(1): 84-90.
- MARCHAL J., 1993 - *The quality of dessert banana and plantain*. Fruits (Paris), 48(1): 40-44.
- MARTE R. (coordonnateur), 1992 - IICA 2nd Regional Workshop Tropical Fruit Crops. *Papaya, Pineapple and Mango. Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos*. N. 92-03. 130 pp.
- RASTOGI N., ABAUL J., GOH K.S., DEVALLOIS A., PHILOGENE E., BOURGEOIS P., 1998 - *Antimycobacterial activity of chemically defined natural substances from the Caribbean flora in Guadalupe*. FEMS - Immunol. Medical Microbiol., 20(4): 267-273.
- SINHA D.P., 1995 - *Changing patterns of food, nutrition and health in the Caribbean*. Nutrition Res., 15(6): 899-938.
- SYLVESTRE M., ABAUL J., PHILOGENE E., BOURGEOIS P., BESSIÈRE J.M., 2002 - *Chemical composition of essential oils of Licaria salicifolia (Sw.) Kosterm. of Guadeloupe (FWI) - Existence of chemotype species*. J. Ess. Oil Res., 14(1): 25-28.
- VENDRAMINI A., TRUGO L.C., 2000 - *Chemical composition of acerola fruit (Malpighia punicifolia L.) at three stages of maturity*. Food Chem., 71: 194-198.

RIASSUNTO - L'isola caraibica francese della Guadalupa, per le sue caratteristiche climatiche è sede di una ricchissima e abbondante produzione agricola ed alimentare tipicamente tropicale. Oltre ad una copiosa varietà di frutta (ananas, banana, annona, maracujà, guava, agrumi, ecc.), verdure (igname, patata dolce, cetriolo, ecc.), legumi, spezie (pepe di Cayenna, vaniglia, zenzero e molte altre), si caratterizza per la coltivazione della canna da zucchero la maggior parte della quale è destinata alla trasformazione in "rum agricolo", distillato locale tipico di alta qualità ottenuto per distillazione del succo fermentato. Di grande rilievo è anche la produzione di specie legnose (mogano) per l'ebanisteria.

AUTORI

Enrico Miniati, Dipartimento di Scienze Economico-estimative e degli Alimenti (DSEEA), Università di Perugia, Via San Costanzo 1, 06126 Perugia, Italia, e-mail: eminiati@unipg.it
 Louis Fahrasmane, Institut Nationale de la Recherche Agronomique (INRA), Section de Technologie des Produits Végétaux, Domaine Duclos, Petit Bourq, Guadeloupe, Antille francesi, France

Problematica tassonomica in *Oenanthe* sottogenere *Stephanorossia* (Chiovenda) Townsend, un sottogenere endemico dell'Africa orientale

A. PAPINI e M. RAFFAELLI

ABSTRACT - *Taxonomic aspects in Oenanthe subgenus Stephanorossia (Chiovenda) Townsend, a subgenus endemic of Eastern Africa* - The systematic and nomenclatural aspects of two species of East Africa attributed to genus *Oenanthe* is here discussed. The different number of vittae and ridges with respect to all other species of *Oenanthe* deserves a separation of these two species in a *taxon* at the specific or subspecific level. An analysis of the herbarium specimens and literature has indicated that in genus *Oenanthe* three different groups of species are present on the basis of mericarp section. These three different groups only partially overlap with existing nomenclature within the internal genus.

Key word: Africa, *Oenanthe*, *Stephanorossia*

Oenanthe L. è un genere di una quarantina di specie dell'Eurasia temperata; alcune di queste raggiungono anche l'area pacifica (HEYWOOD, 1971), poche altre si ritrovano ai tropici ad altitudini elevate (TOWNSEND, 1989). Fino ad oggi tre specie di *Oenanthe* sono note per l'Africa tropicale (TOWNSEND, 1983; LEBRUN, STORK, 1992), due appartenenti al sottogenere *Stephanorossia* (Chiovenda) Townsend ed una al sottogenere *Phellandrium* (L.) Reichb. Tale attribuzione è fondata sulla morfologia del frutto, in particolare sul numero delle costolature e sulla disposizione delle vitte (TOWNSEND, 1989).

O. mildbraedii Wolff è l'unica specie del sottogenere *Phellandrium* presente in Africa tropicale; essa si caratterizza per avere il frutto con 3 coste dorsali e 2 laterali/commissurali in ogni mericarpo, 8 vitte, di cui 4 nelle vallecole e 2 sotto ogni costa laterale/commissurale. Questa disposizione è quella normale nel genere *Oenanthe* (CERCEAU-LARRIVAL, 1962).

Le due specie africane del sottogenere *Stephanorossia* (Chiovenda) Townsend sono *Oenanthe palustris* (Chiovenda) Norman e *O. procumbens* (Wolff) Norman; esse hanno mericarpi con 4 coste dorsali e 2 laterali/commissurali; le 6 vitte sono posizionate una sotto ogni costa.

La storia tassonomica di queste specie è molto interessante: nel 1911 Chiovenda istituisce il genere *Stephanorossia* con la specie *S. palustris* (CHIOVENDA, 1911) sulla base di materiale dell'Etiopia. Nel 1912, WOLFF istituisce il genere *Volkensiella* con la specie *V. procumbens* sulla base di materiale del Ruwenzori.

Nel 1913, CLARK aggiunge la specie *Stephanorossia elliotii*, rinvenuta in Kenya.

Nel 1932, NORMAN sinonimizza *Volkensiella* con *Oenanthe* e, successivamente, nel 1933 *Stephanorossia* con *Oenanthe*, affermando che "*Stephanorossia* non si distingue in alcun modo da *Oenanthe*". Nella stessa nota egli sinonimizza anche *Stephanorossia elliotii* con *Oenanthe procumbens*.

Nel 1983, TOWNSEND ribadisce invece le nette differenze del frutto delle due specie *Oenanthe palustris* e *Oenanthe procumbens* rispetto a *O. mildbraedii* e al resto di *Oenanthe* riunendo le prime due nel sottogenere *Stephanorossia* (Chiovenda) Townsend.

In effetti, come riconosciuto da Townsend e trascurato da Norman, Chiovenda aveva già descritto nel 1911 le peculiarità del frutto di *Stephanorossia palustris* creando appositamente il genere *Stephanorossia*. Fra gli appunti manoscritti di Chiovenda è stato possibile rinvenire il disegno inedito sulla particolare conformazione del frutto di questa specie (Fig. 1).

Secondo HEYWOOD (1971) in *Oenanthe palustris* e *O. procumbens* le costolature primarie del frutto sono vestigiali mentre le 6 costolature evidenti nel frutto maturo sono da considerarsi secondarie, a differenza delle 5 costolature di *Oenanthe mildbraedii* (interpretate come primarie). Tutto ciò rinforza l'idea di una chiara separazione dei *taxa* di *Stephanorossia* dal resto di *Oenanthe*, incluso *Phellandrium*.

Per quanto riguarda la distribuzione, *O. mildbraedii* non si rinviene molto lontano dai laghi posti al confine tra Uganda, Rwanda e Zaire (TOWNSEND,

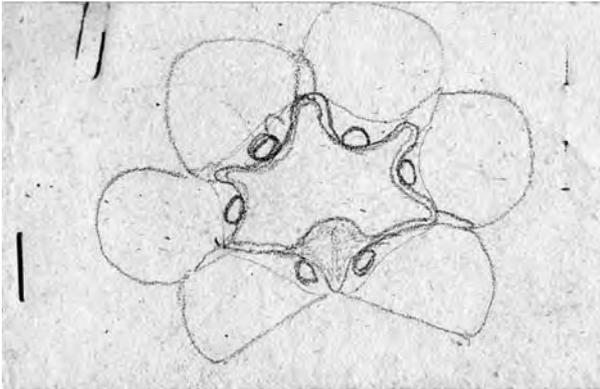


Fig. 1

Disegno originale (autore Chiovenda) di *Oenanthe (Stephanorossia) palustris*.

Draw original (author Chiovenda) of *Oenanthe (Stephanorossia) palustris*.

1983), mentre le due specie appartenenti a *Stephanorossia* hanno un areale più ampio: l'areale di *O. procumbens* si estende da Uganda e Zaire attraverso vari distretti di Tanzania e Kenya, mentre quello di *O. palustris*, oltre che queste aree, comprende anche l'Etiopia (regione dove è situato il suo *locus classicus*). Sulla base della distribuzione e della morfologia del mericarpo *O. mildbraedii* potrebbe rappresentare il ceppo ancestrale da cui si sarebbero differenziate *O. palustris* e *O. procumbens* in cui anche il frutto presenta caratteri più derivati (costolature secondarie) che lo rendono maggiormente idoneo alla dispersione idrica permettendogli di colonizzare aree situate a Sud e a Est rispetto ai grandi laghi dell'Africa Centrale.

La conclusione di questa nota è che l'attuale sottogenere *Stephanorossia* di *Oenanthe* rappresenta sicuramente un gruppo naturale monofiletico sulla base della morfologia del frutto. Potrebbe essere quindi interessante verificare attraverso analisi macro e micromorfologiche, seguendo le tecniche già impiegate nelle *Umbelliferae* sul polline (CERCEAU-LARRIVAL, 1962, 1971), sui semi (HEYWOOD, DAKSHIN, 1971) e con tecniche molecolari (anche su qualche rappresentante del genere *Oenanthe* in DOWNIE *et al.*, 1999 e HARDWAY *et al.*, 2004), la possibilità di confermare l'autonomia di *Stephanorossia* da *Oenanthe* a livello di genere, come già aveva proposto CHIOVENDA (1911) e ripreso HIROE (1979). È interessante osservare che *Oenanthe palustris* (e probabilmente anche l'affine *O. procumbens*) sono ben note alla medicina veterinaria popolare in Etiopia e in Kenya (BEKALO *et al.*, 1996) come lassativi per ovini e bovini e per la potenziale tossicità sugli animali domestici (MEKONNEN, 1994; appunti di Chiovenda, non pubblicato) e in quanto tale facilmente distinte dalle specie appartenenti a *Oenanthe* s. s. come *O. mildbraedii*.

Da un'osservazione preliminare della sezione del mericarpo in varie specie di *Oenanthe* e dall'analisi

precedente di TOWNSEND (1983) sullo stesso tema, emerge che su questa base sono identificabili tre tipologie separate: a) quella riferibile a *O. palustris* e *O. procumbens* con 6 costolature totali suberificate (secondarie secondo Townsend); b) una riferibile a *O. mildbraedii* e altre specie come *O. javanica* e *O. sarmentosa*, con 5 costolature ispessite suberificate (primarie secondo Townsend); c) un ultimo gruppo riferibile a *O. fistulosa*, *O. crocata* e *O. lachenalii* con due sole costolature ispessite suberificate laterali sul lato commissurale del mericarpo. Tale separazione non trova però grande corrispondenza con la classificazione intragenerica in *Oenanthe*.

Emerge quindi la necessità di un'analisi cladistica per chiarire la struttura delle relazioni filogenetiche interne al genere *Oenanthe* e tra questo e i generi affini.

LETTERATURA CITATA

- BEKALO I., KEENGWE M., MATHIAS E., MUNDI P., 1996 - *Ethnoveterinary medicine in Kenya. A field manual of traditional animal health care practice*. Intermediate Technology Development Group.
- CERCEAU-LARRIVAL M.-TH., 1962 - *Plantules et pollens d'Ombellifères leur intérêt, systématique et phylogénétique. Morphologie pollinique et corrélations phylogénétique*. Mem. Mus. Nat. His. Nat. (Paris) ser. B, 14: 1-164.
- , 1971 - *Morphologie pollinique et corrélations phylogénétique chez les Ombellifères*. In: HEYWOOD V.H.H. (Ed.), *The biology and chemistry of the Umbelliferae*. Academic Press, London.
- CHIOVENDA E., 1911 - *Plantae novae vel minus notae e regione aethiopica*. Ann. Bot. (Roma), 9: 50-85.
- CLARK J.J., 1913 - *Diagnoses Africanae*: 52. Kew Bull., 1913: 77.
- DOWNIE S.R., KATZ-DOWNIE D.S., 1999 - *Phylogenetic analysis of chloroplast rps16 intron sequences reveals relationships within the woody southern African Apiaceae subfamily Apioideae*. Can. J. Bot., 77: 1120-1135.
- HARDWAY T.M., SPALIK K., WATSON M.F., KATZ-DOWNIE D.S., DOWNIE S.R., 2004 - *Circumscription of Apiaceae tribe Oenantheae*. S. Afr. J. Bot., 70(3): 393-406.
- HEYWOOD V.H., 1971 - *Systematic survey of the Old World Umbelliferae*. In: HEYWOOD V.H.H. (Ed.), *The biology and chemistry of the Umbelliferae*. Academic Press, London.
- HEYWOOD V.H., DAKSHIN K.M.M., 1971 - *Fruit structure in the Umbelliferae-Caucalideae*. In: HEYWOOD V.H.H. (Ed.), *The biology and chemistry of the Umbelliferae*. Academic Press, London.
- HIROE M., 1979 - *Umbelliferae of World*. Tokyo, Japan. Ariake Book Company.
- LEBRUN J.-P., STORK A.L., 1992 - *Enumeration des plantes a fleurs d'Afrique tropicale. Vol. 2 Chrysobalanaceae a Apiaceae*. Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève (CH).
- MEKONNEN Y., 1994 - *A survey of plants (potentially) toxic to livestock in the Ethiopian flora*. Sinet, Ethiopian J. Sci., 17(1): 9-32.
- NORMAN C., 1932 - *Notes on tropical african Umbelliferae*. J. Bot. (London), 70: 137-141.
- , 1933 - *A second note on Oenanthe in tropical Africa*. J. Bot. (London), 71: 134-135.
- TOWNSEND C.C., 1983 - *Notes on east african Umbelliferae*.

rae: *Oenanthe*, and a genus new for Tanzania. Kew Bull., 38(2): 311-315.
—, 1989 - Umbelliferae. In: POLHILL R.M. (Ed.), *Flora of tropical East Africa*. A. A. Balkema/Rotterdam/Brookfield.
WOLFF H., 1912 - Umbelliferae *africanae*. Engl. Jahrb., XLVIII, 265.

RIASSUNTO – Viene descritta la problematica sistematica e nomenclaturale relativa a due specie attribuite al gene-

re *Oenanthe* endemiche dell’Africa Orientale. Il diverso numero di vitte e di costolature secondarie diverso dalle altre specie di *Oenanthe* induce la separazione di queste due specie in un *taxon* a sè, a livello specifico o sottospecifico. Da analisi di campioni di erbario e letteratura si evince la presenza nel genere *Oenanthe* di tre gruppi diversi sulla base della sezione dei mericarpi, solo in parte sovrapponibile con la nomenclatura esistente infragenerica.

AUTORI

Alessio Papini, Mauro Raffaelli, Dipartimento Biologia Vegetale, Università di Firenze, Via La Pira 4, 50121 Firenze, e-mail: alessio.papini@tin.it

Biorisorse tropicali da valorizzare: recupero di antiossidanti naturali dalla pula di riso (*Oryza sativa* L.)

G. PERRETTI, E. MINIATI, L. MONTANARI e P. FANTOZZI

ABSTRACT - *Improving tropical bioresources: recovery of natural antioxidants from rice bran (Oryza sativa L.)* - Rice is an excellent source of complex carbohydrates, fibre (brown rice), protein and vitamins. The bran layers of brown rice contain protein rich in eight of the essential amino acids, in addition to calcium, phosphorus, potassium, niacin, fibre, B vitamins, vitamin E and a natural oil, which in recent studies appears to have a cholesterol lowering effect. Rice oil contains three different kinds of natural antioxidants, tocopherols and tocotrienols (tocochromanols) and oryzanols (feruloylsteroltype), and industry recognises the oxidative stability of rice oil. The aim of this research was to evaluate the use of SFE technology for recovery of by-products and developmental research in novel conversion processes to manufacture value-added food products. Conditions were studied to extract oil from products and by-products of rice processing chains, and to increase the concentration of antioxidants (tocochromanols and oryzanols) in oil. High pressure and temperature, compatible with natural products, enable high yield and efficacious CO₂ usage. The extraction conducted at 10.000 psi and 80 °C gave the highest extraction yield, and the initial analyses indicated that the oil quality is as suitable for human consumption as the traditionally extracted one. By-products may be valuable sources of antioxidants, and preliminary results indicate that it is possible to improve extraction conditions for their enrichment.

Key words: antioxidants, extraction, *Oryza sativa*, oryzanol, rice, tocopherol

INTRODUZIONE

Il riso (*Oryza sativa* L.), oltre a costituire un fondamentale cereale per l'alimentazione umana, fornisce una serie di sottoprodotti della lavorazione contenenti numerosi micronutrienti come acidi grassi essenziali, vitamine A ed E (tocoferoli e altri tocochromanoli), e il g-orizanol, uno steroide fenolico dotato d'effetto antiossidante ed anticolesterolemico. Sono in corso ricerche volte all'estrazione, al frazionamento ed alla purificazione, con appropriate tecnologie, di questi micronutrienti.

ASPETTO ECONOMICO E TECNOLOGICO

L'orizanol è contenuto nell'orzo e nel mais, ma il riso è la sua fonte più interessante. La pula, in particolare, ne è ricca e da essa si ottiene per estrazione l'olio di riso, molto usato nell'alimentazione dai giapponesi.

Quest'olio, per il suo contenuto di orizanol (XU *et al.*, 1999), una miscela di steroidi isomeri (stigma-sterolo, campesterolo, ecc.) cui è legata una molecola di acido ferulico, un acido fenolico e per la presenza di vitamine liposolubili possiede interessanti proprietà nutrizionali.

L'orizanol ha la capacità di abbassare il livello del colesterolo serico (SASAKI *et al.*, 1990; RONG *et al.*,

1997), di influenzare l'ormone luteinizzante, ormone chiave della menopausa (SUGANO *et al.*, 1997). Inoltre favorisce la produzione di endorfine e influenza i livelli di testosterone, col risultato di aumentare la massa muscolare di atleti e sportivi (BUCCI *et al.*, 1990).

Lo scopo di questo lavoro è stato quello di analizzare il contenuto di tocoferolo e di orizanol di alcuni estratti mediante SC-CO₂ da campioni di lolla, grana verde, risetti, pula vergine, farinaccio, rottura, corpetto e gessato, cioè tutti i residui della lavorazione del cereale.

MATERIALI E METODI

La composizione media della pula di riso è riportata in Tab. 1.

Le analisi sono state effettuate sugli estratti ottenuti con SC-CO₂ dalle varie frazioni della lavorazione del riso, rappresentata in Fig. 1.

ESTRAZIONE

L'estrazione della frazione lipidica della pula di riso è stata effettuata con CO₂ supercritica alla pressione di 10.000 psi ed alla temperatura di 80°C secondo la metodica messa punto nel nostro laboratorio e pub-

TABELLA 1
Componenti principali della pula di riso.
Main composition of rice bran.

Proteine	14-16%
Lipidi	14-21%
Fibra	8-10%
Ceneri	8-12%
Componenti non azotati	33-50%
Umidità	11-14%

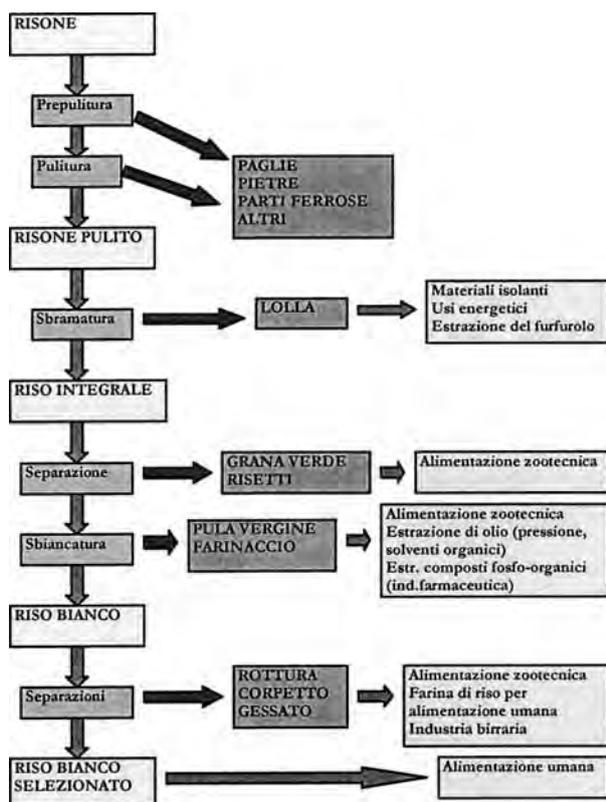


Fig. 1
Diagramma di lavorazione del riso.
Flow-sheet of rice manufacturing.

blicata in altra nota (PERRETTI *et al.*, 2003)

COMPOSIZIONE IN ACIDI GRASSI

La composizione in acidi grassi dell'olio di riso è nota dalla letteratura ed è riportata in Tab. 2 (FREGA *et al.*, 1990).

RISULTATI

Dosaggio dei Tocoferoli

Il dosaggio dei tocoferoli era effettuato per HPLC secondo la procedura di CARPENTER (1979) ed i risultati sono riportati nella Tab. 3.

Dosaggio del g-Orizanolo totale

Il dosaggio del g-orizanolo totale (in realtà una miscela di isomeri) è stato effettuato per spettrofotometria a 315 nm sciogliendo l'estratto in isoottano (1 mg/mL).

TABELLA 2
Composizione in acidi grassi.
Fatty acid composition.

N°	RRT	Trigliceride	%
1		PPO	3.04
2		PPL	6.07
3		POS	0.08
4		POO	9.02
5		PLS	1.04
6		PLO	18.09
7		PLL	11.06
8		PLLn	0.00
9		SSO	0.00
10		SOO	1.03
11	1.00	OOO	9.01
12		SLO	2.01
13		OOL	14.09
14		SLL	0.00
15		OLL	15.01
16		LLL	5.05
17		LLLn	0.00

TABELLA 3
Composizione in tocoferoli
Tocopherols composition

Campione	mg alfa-Tocoferolo/g (n=3)
1 (risone pulito)	117
3 (riso integrale)	14
4 (grana verde)	246
6 (pula vergine)	393
7 (riso bianco)	106
8 (rottura)	105
9 (corpetto)	470
11 (gessato)	427

La retta di calibrazione era ottenuta da concentrazioni note (range di concentrazioni 0-20 mg/Litro) di g-orizanolo (99.9%) puro calcolato come b-sitosteril-ferulato [p.m. 591.5 (e 35.5), TSUNO, Japan]. I risultati delle determinazioni sono esposti nella Tab. 4.

CONCLUSIONI

In Giappone si producono circa 7500 tonnellate/anno di orizanolo, destinato per la gran parte come integratore alimentare e come nutraceutico. Esso è consumato sia come componente naturale dell'olio di riso, che isolato puro, recuperato dai sottoprodotti della lavorazione del riso con appropriate tecnologie di estrazione (LLOYD *et al.*, 1999).

L'Italia è il principale produttore di riso a livello europeo e pertanto fortemente interessata a questa problematica dello sfruttamento dei sottoprodotti dell'industria risiera.

TABELLA 4

Dosaggio dell'Orizanolo da SC-CO₂
Dosage of the SC-CO₂ extracted Oryzanol

Campione	Estratto in isoottano 1 mg/mL		
	Abs 315*	mg/Litro	mg/gr
1 (risone pulito)	0,703	19,5	19,5
3 (riso integrale)	0,449	12,5	12,5
4 (grana verde)	0,636	17,7	17,7
6 (pula vergine)	0,649	18,0	18,0
7 (riso bianco)	0,468	13,0	13,0
8 (rottura)	0,305	8,5	8,5
9 (corpetto)	0,294	8,2	8,2
11 (gessato)	0,408	11,3	11,3

* equazione della retta $y = 0.0367x + 0.0047$ ($R^2 = 0.9997$)

Di recente, in particolare, l'estrazione con fluidi supercritici (CO₂) si è dimostrata promettente come tecnologia di valorizzazione e ricerche si stanno compiendo in questa direzione (PERRETTI *et al.*, 2003).

LETTERATURA CITATA

- BUCCI L.R., BLACKMAN G., DEFOYD E., 1990 - *Effect of ferulate on strength and body composition of weightlifters*. J. Appl. Sports Sci. Res., 4: 110.
- CARPENTER A.P. JR, 1979 - *Determination of tocopherols in vegetable oils*. J. Am. Oil Chem. Soc., 56: 688-689.
- FREGA N., BOCCI F., LERCKER G., 1990 - *The HGRC determination of triglycerides*. Ital. J Food Sci., 2(4): 257-264.
- LLOYD B.J., SIEHENMORGEN T.J., BABCOCK R.E., BEERS K.E., 1999 - *Antioxidant levels in rice bran as influenced by commercial milling and processing and extraction method*. Student J. Dale Bumpers Coll. Agric. Food Life Sci., 2: 53.
- PERRETTI G., MINIATI E., MONTANARI L., FANTOZZI P., 2003 - *Improving the value of rice by-products by SFE*.

J. Supercritical Fluids, 26: 63-71.

- RONG N., AUSMAN L.M., NICOLOSI R.J., 1997 - *Oryzanol decreases cholesterol adsorption and aortic fatty streaks in hamsters*. Lipids, 32: 303-309.
- SASAKI J., TAJADA Y., HANDA K., 1990 - *Effects of g-oryzanol on serum lipids and apolipoproteins in dislipidemic schizophrenics receiving major tranquilizers*. Clin. Ther., 12: 263-268.
- SUGANO M., TSUJI E., 1997 - *Rice bran oil and cholesterol metabolism*. J. Nutrition, 127: 512-524.
- XU Z., GOLBER J.S., 1999 - *Purification and identification of components of g-oryzanol in rice bran oil*. J. Agric. Food Chem., 47: 2724-2728.

RIASSUNTO - Il riso è una fonte eccellente di carboidrati, fibra (riso sbramato), proteine e vitamine. La crusca di riso sbramato è ricca in proteine con otto degli amminoacidi essenziali, oltre che di calcio, fosforo, potassio, niacina, fibra, vitamine B, E ed un olio naturale, che da studi recenti sembra avere un effetto ipocolesterolemizzante. L'olio di riso contiene tre differenti tipi di antiossidanti naturali, i tocoferoli, i tocotrienoli (tococromanoli) e l'orizanolo (feruloilsterolo) e l'industria apprezza la stabilità ossidativa dell'olio del riso. Lo scopo di questa ricerca è stato quello di valutare l'uso della tecnologia di SFE (Supercritical Fluid Extraction) per il recupero dei sottoprodotti e della ricerca inerente allo sviluppo nei processi di conversione del romanzo produrre i prodotti alimentari a valore aggiunto. Le circostanze sono state studiate per estrarre l'olio dai prodotti e dai sottoprodotti di riso che procedono la catena e per aumentare la concentrazione degli antiossidanti (tococromanoli ed orizanolo) dell'olio. L'alta pressione e la temperatura, compatibili con i prodotti naturali, permettono l'alto rendimento e l'uso efficace del CO₂. L'estrazione condotta a 10.000 PSI e 80 °C ha dato il più alto rendimento d'estrazione e le analisi iniziali hanno indicato che la qualità dell'olio è adatta al consumo umano come quello estratto tradizionalmente. I sottoprodotti possono essere fonti importanti di antiossidanti ed i risultati preliminari indicano che è possibile migliorare i termini dell'estrazione per il loro arricchimento.

AUTORI

Giuseppe Perretti, Enrico Miniati, Luigi Montanari, Paolo Fantozzi, DSEEA - Dipartimento di Scienze Economico-Estimative e degli Alimenti, Università di Perugia, Via San Costanzo 1, 06126 Perugia, e-mail: eminiati@unipg.it

La vegetazione antica e l'attuale situazione floristica dell'Isola di Pasqua

L. PIACENZA, A. RANFA e M.R. CAGIOTTI

ABSTRACT - *The old vegetation and the current floristic situation of Easter Island* - Various floristic and paleobotanic considerations on the current and previous state of Easter Island are reported, based on two archaeological excavations, in 1993 and 2001, organized by the Centro Studi e Ricerche Archeologiche Precolombiane di Brescia (Italy). The researches confirmed the presence of some endemic species while others were disappearing due to the stark anthropical actions in the recent past. Nowadays the increase in the invasive species is due to tourism and to the increasing exploitation of natural resources. Moreover the allochthonous species of the new re-forestations and the local unsuitable agrarian practices, have upset the original floristic composition and not many parts of the Island have remained uncontaminated.

Key words: Easter Island, floristic, paleobotany, vegetation

INTRODUZIONE

Nel gennaio 1993 ebbe luogo la prima partecipazione alle campagne di scavo sull'Isola di Pasqua che si è svolta nell'ambito del "Progetto Rapa Nui 1991-1994", realizzate dal Centro Studi e Ricerche Ligabue di Venezia, e la seconda, nel febbraio del 2001, con Missione Archeologica del Centro Italiano Studi e Ricerche Archeologiche Precolombiane C.I.S.R.A.P. Entrambe le missioni erano dirette dal Dott. Giuseppe Orefici, direttore del C.I.S.R.A.P. (Brescia).

Una delle finalità della ricerca era la possibilità di recuperare dagli scavi i resti botanici testimoni dell'agricoltura e dell'alimentazione dei nativi.

Durante le varie escursioni è stato possibile osservare l'attuale ambiente naturale, la flora e notare le eventuali modifiche avvenute, sulla base delle descrizioni dei primi navigatori e naturalisti.

INFORMAZIONI GEO-CLIMATICHE

L'isola di Pasqua, l'enigmatica Rapa Nui, è una delle terre più remote d'origine vulcanica ubicata nel Pacifico meridionale ed è situata a 27° 10' di latitudine sud e a 109° 23' di longitudine ovest. Le regioni abitate più vicine sono, ad ovest l'arcipelago delle isole Tuamotu a ca. 3.500 km, in direzione est lontane ca. 3.800 km dalle coste del Cile.

L'isola ha una forma triangolare, ai cui vertici sono situati i tre maggiori vulcani: il Poike, il Terevaka ed il Rano Kau; i suoi lati sono di 27, 17 e 16 km che racchiudono una superficie di ca. 180 km², formata dall'attività vulcanica in differenti epoche.

La formazione geologica dell'isola iniziò ca. 2,5 milioni di anni fa con l'emersione del Poike, attualmente alto 370 m s.l.m., la fase formativa continuò dopo 1,5 milioni di anni con l'affioramento di un altro vulcano: il Rano Kau, alto 307 m s.l.m.; cui ha seguito, 300.000 anni dopo, la formazione del Maunga Terevaka, alto 507 m s.l.m., le cui colate laviche si unirono ai conii preesistenti dando all'isola l'assetto attuale. Le coste, formate generalmente da rocce basaltiche, sono frastagliate e si elevano sul mare con altezze che variano da pochi metri fino ai 150-200 dei rilievi di Orongo e del Poike. Esistono solo due zone con una piccola spiaggia: Anakena e Ovahe. La natura vulcanica dell'isola condiziona la formazione del suolo, di composizione limo-argillosa e con presenza di residui di origine eruttiva solidificati: lava, ceneri e tufo.

La temperatura media è di ca. 20 °C con punte massime di 34 °C. Le piogge, di tipo stagionale e influenzate dagli alisei, hanno valori medi annuali intorno ai 1.300 mm. La porosità del suolo fa sì che l'acqua piovana, anche se torrenziale, sia presto assorbita dal terreno operando un'intensa erosione e impoverimento delle sostanze organiche ivi contenute. Le principali risorse idriche sono rappresentate dai depositi di acqua pluviale raccolta nei crateri vulcanici spenti, principalmente nel Rano Kau, il cui diametro supera i 1.200 m e nel cratere del Rano Raraku di 600 m ca. di diametro.

La flora dell'isola è composta da specie tipiche dell'areale polinesiano con un numero di generi e di spe-

cie abbastanza limitato per un'area sub-tropicale. Probabilmente le grandi distanze che separano l'isola dal continente americano e dalla Polinesia hanno limitato grandemente la possibilità d'immigrazione di un vasto numero di specie; sono state favorite solo quelle disperse con l'aiuto degli uccelli o per via marina. Ciò non è stata sempre facile anche per il fatto che esistono solo tre insenature la cui composizione del suolo può favorire la germinazione di eventuali semi e frutti che vi approdassero. Inoltre la natura fisica dell'isola, che si presenta collinosa e con declivi pianeggianti, aperta ai venti marini, con temperature e umidità abbastanza uniformi, non ha favorito il differenziarsi della flora, che risulta endemica solo per alcune specie. Va considerato che la prolungata presenza umana ha modificato profondamente l'ambiente in tempi antichi con lo sfruttamento intenso della vegetazione autoctona, fino a provocare l'estinzione di alcune specie ed in tempi moderni con l'introduzione e la coltivazione di nuove specie eduli e ornamentali.

LE ANTICHE PIANTE ALIMENTARI

Intorno al 700 d.C. il leggendario capo Hotu Matua alla guida di alcune imbarcazioni approda sull'isola che denomina "Te Pito o Te Henua" ovvero "Ombelico del mondo", in altre parole l'attuale isola di Pasqua. Proveniva probabilmente dalle isole Marchesi e sulle lunghe piroghe Hotu Matua, alla ricerca di nuove terre da colonizzare, aveva imbarcato gli uomini e le donne e le proprie piante eduli da coltivare nella nuova terra, essenziali per la loro sopravvivenza.

Secondo la tradizione, le piante importate e coltivate dal gruppo di Hotu Matua, sono:

Colocasia esculenta (L.) Schott: nome vernacolo Taro
Dioscorea alata L. (Igname): nome vernacolo Uhi (Fig. 1)

Ipomoea batatas (L.) Lam.: nome vernacolo Kumara
Lagenaria siceraria (Molina) Standl.: nome vernacolo Kaha

Musa L. spp.: nome vernacolo Maika
Saccharum L. spp.: nome vernacolo Toa

LE PIANTE UTILITARIE

Con le piante alimentari già indicate, sono enumerate dalla tradizione locale altre di uso utilitario, introdotte dal gruppo guidato da Hotu Matua. Le principali sono:

- *Sophora toromiro* Skottsbl., nome vernacolo Toromiro.

È la specie più famosa, una fabacea appartenente al genere *Sophora*. *Sophora toromiro* è un arbusto o piccolo albero di lento accrescimento, è specie endemica dell'isola di Pasqua, il suo nome locale è "Totomiro". Il polline trovato nei carotaggi della ricerca palinologica (FLENLEY, KING, 1984) conferma l'esistenza del Toromiro sull'isola da più di 30.000 anni.



Fig. 1

Dioscorea alata. Pianta dell'igname.
Dioscorea alata. Igame's plant.

Nel passato, il legno rosso scuro e compatto del Toromiro era il preferito per l'intaglio di statuette "moai kava-kava" e "moai-miro" ed anche per la realizzazione di oggetti di uso quotidiano. L'intenso impiego portò alla diminuzione delle piante d'una certa dimensione; in seguito contribuirono fortemente all'estinzione del Toromiro le pecore "merinos" allevate liberamente sull'isola da una compagnia di allevatori nel 1868. L'allevamento proseguì nei decenni successivi fino agli anni '40. Durante questo periodo le pecore si moltiplicarono, arrivando a 25-30.000 capi. Gli ovini brucando le foglie e la corteccia degli alberi del Toromiro ne provocarono l'essiccazione. Questa specie è attualmente estinta sull'isola, uno dei pochi esemplari ancora viventi nel 1935, un arbusto di circa due metri, fu fotografato da Alfred Metraux all'interno del Rano Kau, e l'ultimo sopravvissuto si essiccò nel 1955.

- *Thespesia populnea* (L.) Correa, nome vernacolo Makoi.

Questa malvacea pantropicale, dai fiori molto appariscenti, può raggiungere i 10-15 m di altezza, e fornisce un ottimo legno per le varie necessità, compreso l'intaglio di statuette. È in via di estinzione.

- *Broussonetia papyrifera* (L.) Ven., nome vernacolo Mahute (Fig. 2).



Fig. 2

Broussonetia papyrifera. Rami e foglie.
Broussonetia papyrifera. Branches and leaves.

Arbusto o piccolo albero appartenente alle *Moraceae*, dalla cui corteccia si ricavano fibre per confezionare indumenti. Nelle zone d'origine, sud-est asiatico, era impiegato per simili finalità.

- *Sapindus saponaria* L., nome vernacolo Marikuru. Specie arborea pantropicale appartenente alle *Sapindaceae* che attualmente sopravvive con pochi esemplari sull'isola è oggetto di intensa raccolta per i frutti e per i neri e lucidi semi per farne collane.

- *Triumfetta semitriloba* Jacq., nome vernacolo Hau-Hau.

Arbusto o piccolo albero pantropicale appartenente alle *Tiliaceae*. Le fibre della corteccia, flessibili e consistenti, costituivano il materiale ideale per realizzare cordami e funicelle, utili sia per farne legacci sia per farne reti da pesca ed attualmente molto rara sull'isola.

- *Scirpus californicus* (C.A. Mey.) Steud., nome vernacolo Nga-Atu.

Questa ciperacea erbacea, fa parte della vegetazione acquatica, a larga distribuzione, prevalentemente in zone tropicali e sub-tropicali. I culmi triangolari dello *Scirpus* possono raggiungere i 5 m di altezza, il loro impiego principale era quello di ricoprire le abitazioni e farne delle stuoie.

LE FELCI

Nell'isola di Pasqua le *Pteridophyta* sono rappresentate da una ventina di specie e la maggior parte di esse crescono nell'area più piovosa, attorno al cratere del Rano Kau, altrove lungo i bordi di pozze con acqua stagnante o nell'intrico del sottobosco umido al fondo del cratere.

Alcune specie vivono lungo le coste, come *Asplenium obtusatum* Forst. che vegeta negli anfratti rocciosi lambiti dal mare. Sparsa su tutta l'isola, *Microlepia strigosa* (Thunb.) C. Presl prospera tra le rocce ed in cavità talvolta in associazione con arbusti (LOOSER, 1958).

PRIME DESCRIZIONI BOTANICHE

Le prime descrizioni della vegetazione dell'isola di Pasqua furono effettuate da G. Foster, naturalista che accompagnò James Cook nel suo viaggio del 1774. Durante la spedizione dell'Albatross, nel 1904, fu realizzato uno dei primi erbari con le specie raccolte sull'isola (AGASSIZ, 1906). In seguito si realizzarono altri scritti completi sulla flora, per merito di FUENTES (1913) e SKOTTSBERG (1927); questi revisionò la collezione di Agassiz e presentò negli anni successivi, fino agli anni '50, una ricca serie di saggi botanici. Altri studi furono presentati da GUILLAUMIN *et al.*, (1936) e da OLALQUIAGA (1947). Successivamente anche la missione archeologica di HEYERDAHL (1961) mostrò un certo interesse per la vegetazione dell'isola ed i suoi mutamenti; costui fece eseguire il primo prelevamento di sedimenti all'interno del Rano Raraku per un'analisi palinologica.

In seguito le pubblicazioni si fecero sempre più numerose sotto lo stimolo dell'interesse provocato da opere con argomenti archeologici, storici e culturali, come ad esempio i libri di METRAUX (1940, 1941).

LE CONFERME PALINOLOGICHE

L'isola di Pasqua è stata descritta dai primi viaggiatori europei desertica e con scarsa vegetazione arborea ed arbustiva

Il naturalista SKOTTSBERG (1922, 1927) pubblicò uno studio approfondito sulla vegetazione delle isole Juan Fernandez e Pasqua, descrivendone la povertà delle specie botaniche e l'accentuato endemismo. Tra le specie endemiche vi era *Sophora toromiro*, che considerava realmente in via di estinzione. Inoltre, egli era "indotto a credere che qualche tipo di bosco formato dalla *Sophora* fosse esistito sull'isola assieme, probabilmente, ad altre specie ormai estinte da tempo" (SKOTTSBERG, 1927).

Tra le specie estinte egli supponeva anche la palma, pianta tipica dell'areale polinesiano, non descritta come presente dai primi visitatori dell'isola di Pasqua.

Effettivamente dai primi pollini analizzati da O. Selling di Stoccolma, sui campioni raccolti da T.

Heyerdahl nei sedimenti del Rano Raraku, si potevano ipotizzare "boschi composti da varie specie legnose e molto probabilmente anche da palme." I pollini furono provvisoriamente attribuiti da SELLING (1948) al genere *Pritchardia* Seem. & Wendl. (*Cocosoideae*). La conferma venne molti anni dopo ad opera di FLENLEY, KING (1984). Nella più recente relazione scientifica del 1991 (FLENLEY *et al.*), sono presentati i risultati delle analisi del polline prelevato nei sedimenti degli stagni formatisi all'interno dei tre principali vulcani spenti. Dal materiale del sottosuolo, datato con il sistema C¹⁴, risultava che i primi depositi iniziarono a formarsi ca. 37.000 anni fa.

L'analisi dei pollini ha confermato non solo l'esistenza di una specie di palma, ma ha rivelato anche la presenza di altre specie legnose tra le quali *Sophora toromiro*, una rubiaceo, *Coprosma* J.R.Forst. & G.Forst. sp. ed una tiliacea, *Triumfetta semitriloba*; inoltre è stata confermata la presenza di una specie affine a *Jubaea chilensis* Baill., palma che fornisce piccoli cocchi eduli. Tali specie hanno avuto alterne vicende di dominanza tra loro in funzione dei periodi di siccità o di intensa piovosità. Nei boschetti alla base delle piante, cresceva un tappeto erboso di felci o di poacee, a seconda del periodo climatico. Attorno ai laghetti formatisi all'interno dei vulcani spenti vegetavano rigogliose le piante acquatiche come *Scirpus californicus* (C.A. Mey.) Steud. e *Polygonum acuminatum* H.B. & K. (Fig. 3).

L'analisi dei pollini aggiunge un altro elemento utile alla conoscenza della flora e della sua dinamica: la conferma che a partire dal 1.200 d.C. avvenne la scomparsa delle palme ed un impoverimento delle specie legnose.

Questo periodo è legato ad un'intensa attività umana i cui inizi risalgono al 400 d.C., supposto periodo dell'arrivo dei primi uomini al seguito di Hotu Matua, capo leggendario ed eroe culturale.

Nel 1983 gli speleologi Groult e Gautier (GAULTIER *et al.*, 1983 s.n: in ZIZKA, 1991), rinvennero all'interno di una caverna in Ana O Keke, sul monte Poike, delle piccole noci che furono sottoposte all'osservazione di John Dransfield a Kew Garden. Egli (DRANSFIELD, HARKNESS, 1984) le identificò come appartenenti ad una palma estinta affine alla *Jubaea chilensis*, palma i cui frutti eduli non superano i 4 cm di diametro. Georg Zizka, dopo aver analizzato i frutti, li attribuì ad una specie estinta, da lui denominata *Paschalococos disperta* Dransfield, (Nota 1) introducendo così una nuova denominazione per il genere tuttora valido (Zizka, lett. pers. 09/07/2001). Egli ritenne che non era corretto assimilarla alla *Jubaea* per implicita ubicazione della pianta in un ambiente naturale non corrispondente e per la differente collocazione dei pori vegetativi nella zona equatoriale dei frutti antichi (ZIZKA, 1991) (Fig. 4).

L'estinzione di questa palma rimane tuttavia uno degli enigmi ecologici più appassionanti.

Dalle analisi polliniche di FLENLEY *et al.* (1984) risul-



Fig. 3

Associazione di *Scirpus californicus* con *Polygonum acuminatum* nel Rano Raraku.

Scirpus californicus and *Polygonum acuminatum* in association on the Rano Raraku.

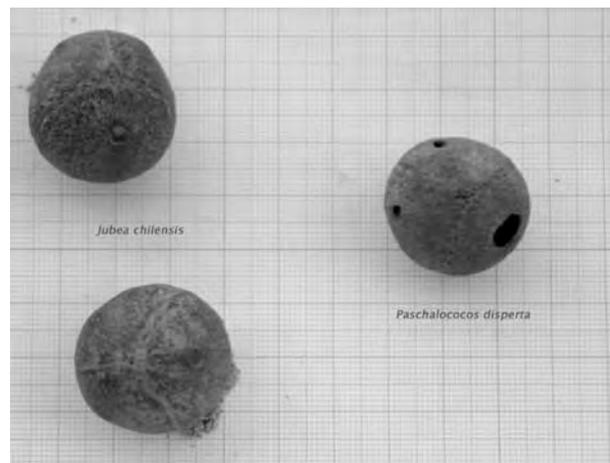


Fig. 4

Comparazione dei frutti di *Jubaea chilensis*, attuale, con un frutto antico della palma *Paschalococos disperta*.

Comparison of the actual *Jubaea chilensis* fruits, with an ancient fruit of the *Paschalococos disperta* palm.

tava che il polline della palma sconosciuta era abbon-

dante e la sua presenza iniziò 37.000 anni fa e continuò nel tempo sino al 1.000-1.200 d.C.; per altri autori, tra questi ARNOLDS *et al.* (1990), fino al 1.600 d.C.

La caratteristica fisica della palma estinta non dovrebbe essere molto dissimile, data l'affinità botanica, da quella di *Jubaea chilensis* (Fig. 5) che si presenta imponente: il tronco, che presenta il tipico ingrossamento nella parte centrale, è molto duro e consistente, può raggiungere i 15-18 m di altezza e 1,50-1,80 m di diametro, bene adatto a realizzare il lavoro di innalzamento e trasporto dei Moai, ipotizzato dal MULLOY (1970). La conseguenza dell'intensa deforestazione, considerando la limitata superficie dell'isola, il grande uso che se ne fece tagliando i boschi, che non erano poi così vasti considerando la superficie dell'isola, portò ad un impoverimento delle risorse boschive; a questa si possono aggiungere i grandi incendi dei boschi provocati da gruppi tribali in guerra tra loro. Possono esistere altre concause che portarono all'estinzione delle palme: le importanti fluttuazioni climatiche e, non meno importante, la raccolta intensa dei frutti commestibili durante il periodo di carestia provocato dalle guerre tra i clan dell'isola.



Fig. 5
Portamento della palma *Jubaea chilensis*.
Aspect of the *Jubaea chilensis* palm.

LA FLORA E L'AMBIENTE ATTUALI

In tempi moderni, maggiormente nella seconda metà dell'ottocento, ad opera anche di religiosi provenienti da Tahiti, furono introdotte sull'isola altre specie quali il mais, la manioca, i fagioli, l'ananas, il fico, la vite, il tabacco ed altre.

Agli inizi del secolo, sull'isola di Pasqua, crescevano specie arboree introdotte da diverse aree climatiche: *Eucalyptus* L'Her. spp., *Grevillea robusta* A. Cunn., *Pinus* L. spp., *Melia azederach* L., *Araucaria* Juss. spp., alcune specie di *Acacia* L. ed altre, localizzate per lo più nel parco di Mataverì e nei dintorni di Hanga Roa, sovente introdotte per l'abbellimento dei giardini privati e per soddisfare la curiosità floristica.

Attualmente gran parte della vegetazione arborea dell'isola è il risultato delle opere di rimboschimento che le autorità preposte hanno avviato negli anni '50. La messa a dimora di specie ad alto fusto soddisfaceva allo stesso tempo le necessità di controllo dell'erosione del suolo e appagava le esigenze economiche; di fatto le aree boschive dovevano fornire il legname necessario agli artigiani locali per realizzare le loro opere lignee per il mercato turistico.

La vegetazione erbacea si sviluppa maggiormente nella parte nord-occidentale, che comprende l'insieme collinare del Maunga Terevaka che supera i 500 m s.l.m. La zona risulta essere la più piovosa dell'isola; le collinette, ricche di vegetazione arborea ed arbustiva, favoriscono la condensazione delle nubi provenienti dall'Oceano che avanzano sovente a bassa quota. Il manto erboso in quest'area è composto da *Poaceae* e da *Cyperaceae*, quest'ultima famiglia tipica dei terreni umidi.

La parte orientale dell'isola ha la caratteristica di savana pietrosa con la sporadica presenza di macchie arboree di recente costituzione; nel passato sul Monte Poike furono realizzate cortine frangivento con gruppi di *Eucalyptus* spp. In questa zona, per prevenire l'erosione del suolo, si è ricorso nel 1975 alla diffusione di *Crotalaria grahamiana* Wight & Arn., una fabacea arbustiva che intensifica l'azione di un'altra fabacea erbacea preesistente, *Crotalaria pallida* Aiton; ambedue si stanno espandendo su gran parte dell'isola. Lungo i bordi della strada della costa Sud si incontra sovente *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb., fabacea introdotta da pochi anni per ovviare alla carenza di leguminose.

La specie dominante, tra gli arbusti, è *Psidium guajava* L. pianta da frutto importata negli anni '30, dispersa progressivamente dai cavalli allevati allo stato brado, disseminandola anche nelle zone più impervie. La pianta della Guajava, che si associa bene alle varie specie erbacee, sta dando un valido contributo sia all'arricchimento organico del suolo sia contro l'erosione.

Lo strato erbaceo dell'isola è composto in prevalenza da specie appartenenti alle *Poaceae* ed alle *Cyperaceae*. Tra le *Poaceae* esistono tre specie endemiche: *Axonopus paschalis* Pilg., *Danthonia paschalis* Pilg. e *Paspalum forsterianum* Fluegge.

Axonopus paschalis è abbastanza diffuso nella parte nord-occidentale dell'isola dove in generale occupa la parte media ed alta dei rilievi, associato spesso con un'altra poacea indigena, *Agrostis avenacea* J.F. Gmel. *Danthonia paschalis*: è alquanto rara ed è in via di estinzione, cresce solo sui declivi del cratere Rano Kau. *Paspalum forsterianum* è abbastanza comune sui terreni della costa Sud ed in generale ai bassi livelli. Tra le *Poaceae* indigene troviamo *Sporobolus africanus* (Poir.) Robyns & Tournay, diffuso su gran parte dell'isola, spesso in associazione con *Paspalum scobriculatum* L. in zone di media altezza. *Sporobolus* risulta però la specie dominante sul Poike situato nella parte orientale dell'isola.

Quando gran parte dell'isola era adibita all'allevamento degli ovini furono disseminate alcune specie erbacee per arricchire il pascolo, tra queste figura *Sorghum halepense* (L.) Pers., che si è disperso su tutta l'isola, favorito dal fatto che non esistono più le greggi che limitavano la dispersione brucando i culmi. In tempi più recenti furono diffuse altre specie per lo stesso fine, con la differenza che non sono più gli ovini a pascolare, ma equini e bovini a cui necessitano erbe più appetibili, perciò disseminarono le sementi di *Melinis minutiflora* P. Beauv. (Fig. 6) e di *Setaria sphacelata* (Schum.) Stapf & C.E. Hubb.

Le *Cyperaceae* indigene sono localizzate maggiormente nella parte nord-occidentale, sono presenti negli avvallamenti e dove più ristagna l'umidità, nei quali siti la specie *Kyllinga brevifolia* Rottb. compone macchie monospecifiche; altrove, sui declivi del Maunga Terevaka è comune trovarla in associazione con *Cyperus polystachyus* Rottb.; ai livelli più bassi vegetano *Cyperus cyperoides* (L.) Kuntze e *Cyperus eragrostis* Lam. che è diffuso su tutta l'isola; nelle zone più aride non è raro trovarlo negli anfratti o in piccoli avvallamenti che mantengono più a lungo l'umidità. All'interno dei crateri vulcanici, dove ristagna l'acqua piovana, crescono specie acquatiche, quali *Scirpus californicus* e *Polygonum acuminatum* H.B. & K., specie indigene probabilmente disseminate dagli uccelli. Compongono i prati accidentati anche altre specie erbacee che spesso risaltano sul verde del prato con i loro fiori multicolori, tra queste la più diffusa è *Oenothera rosea* Aiton che nel settore Hotu Iti talvolta compone macchie monospecifiche.

In alcune località della costa, sulle sassose scogliere, vegetano e si allungano strisciando i rami di una convolvulacea dai fiori viola-rosacei: è *Ipomoea pes-caprae* (L.) R.Br. specie erbacea pantropicale dal nome locale di Tanoa.

Menzione speciale merita la vegetazione all'interno dei crateri del Rano Raraku e del Rano Kau. Il Rano Raraku ubicato quasi all'estremo Est della isola, area quasi sprovvista di vegetazione arborea, ha al suo interno un laghetto formato dalle acque piovane, ai cui bordi crescono *Scirpus californicus* (C.A. Mey.) Steud. (Totora) e *Polygonum acuminatum* H.B. & K.; sui declivi interni ed esterni cresce solamente un manto erbaceo, rotto qua e là dai cespugli di *Psidium*



Fig. 6

Un Moai semicoperto da *Melinis minutiflora*.
An Moai partially covered by *Melinis minutiflora*.

guajava, sempre più infestante.

Nel settore opposto, ad Ovest, il largo e profondo cratere del Rano Kau, dove la presenza dell'acqua permette lo sviluppo della vegetazione arborea, nel passato è stato usato dagli indigeni per coltivare piante alimentari ed anche alberi ad alto fusto, di cui ne sopravvivono alcuni esemplari, tra i quali *Persea americana* Mill. (avocado) e *Ficus carica* L. Attualmente si assiste alla colonizzazione delle nuove specie che si sostituiscono sempre più a quelle indigene: *Arundo donax* L., poacea, che cresce ai margini dell'acqua, sta invadendo e soffocando le autoctone *Scirpus* e *Polygonum*; *Acacia pseudoacacia* L. o Robinia che sta colonizzando vasti spazi ai margini dei boschetti. A queste si è aggiunta da pochi anni *Lantana camara* L. che sta invadendo la parte interna medio alta del cratere del Rano Kau, considerato fino a pochi anni fa l'ultima riserva della flora autoctona.

RESTI BOTANICI

Nell'ambito della ricerca archeologica sull'isola di Pasqua, i reperti vegetali, quali resti delle attività quotidiane dell'antica popolazione, sono alquanto scarsi; le difficoltà di reperimento dei semi, tuberi o

frutti derivano in gran parte dalla natura del suolo limo-argilloso e dalle condizioni climatiche che non favoriscono la conservazione di materiale organico, che può essere favorita da ambienti protetti quali una grotta o un riparo roccioso.

Gli scavi effettuati nel 1993 dalla nostra Missione in Togariki, hanno permesso di reperire piccoli esemplari di carboni vegetali, un seme e dei piccoli frammenti di tessuto vegetale, in discreto stato di conservazione, non sufficienti però ad una loro determinazione.

Durante la campagna effettuata nel 2001 nella zona del Ahu Runga, si è notato che l'area descritta da ETIENNE *et al.* (1982) e definita "formazione erbacea", attualmente si può definire, usando la stessa nomenclatura, "formazione bassa-legnosa ed erbacea", data la presenza della papilionacea *Crotalaria pallida*, divenuta specie dominante sopra le specie erbacee, di *Melinis minutiflora*, *Agrostis avenacea*, *Eragrostis spartinooides* e *Sporobolus indicus*. Pochi altri arbusti di differente grandezza appartengono a *Melia azederach*, *Psidium guajava* e *Thespesia populnea*.

Gli scavi effettuati sotto la piattaforma del Ahu hanno portato alla luce pochi frammenti di carboni vegetali. Misurano tra 4 e 8 mm di lunghezza, appartengono ad una monocotiledone, probabilmente a *Scirpus californicus* (Totora). Tra i resti botanici figura anche un frammento di cordicella di fibra vegetale, lungo 11 mm e 3,8 di diametro, composto da due refoli avvolti su se stessi del diametro di 0,03 mm.

La piccola dimensione e la fragilità dell'artefatto non ha permesso di acquisire altre informazioni in merito. L'osservazione è stata eseguita con microscopio Zeiss mod. STEMI 2000c messo a disposizione dal Direttore, Dr. Francisco Torres, del Museo "P. Sebastiano Englert", nei cui locali sono conservati assieme al rimanente materiale archeologico.

ERBARIO PASQUENSE

È composto da esemplari raccolti nell'isola di Pasqua durante i mesi di Dicembre 1992-Gennaio 1993. L'identificazione e comparazione sono state effettuate con l'aiuto del materiale dell'erbario realizzato da Michel Etienne G., il quale assieme a Luis Faundez ha curato anche l'ordinamento tassonomico. L'erbario si trova depositato nel Centro de Estudios Isla de Pascua de la Universidad de Chile, Hanga Roa, Isla de Pascua (ETIENNE *et al.*, 1982). La tassonomia e sistematica adottate seguono prevalentemente quella di ZIZKA (1991) con alcuni riferimenti alla nomenclatura ufficiale in I.P.N.I. (AA.VV., 2004).

Nome vernacolo

DICOTYLEDONEAE

ASTERACEAE

Ageratum conyzoides L.

Bidens pilosa L.

Conyza bonariensis (L.) Cronquist

Gamochaeta americana (Mill.) Wedd.

BRASSICACEAE

Coronopus didymus (L.) Smith

Lepidium bonariense L.

EUPHORBIACEAE

Euphorbia hirta L.

Euphorbia serpens Kunth

Euphorbia L. spp.

FABACEAE

Acacia macracantha Humb. & Bonpl.

Crotalaria grahamiana Wight & Arn.

Macroptilium lathyroides (L.) Urb.

MALVACEAE

Malvastrum coromandelianum (L.) Garcke

Sida rhombifolia L.

Thespesia populnea (L.) Correa

MORACEAE

Broussonetia papyrifera (L.) Ven.

MYRTACEAE

Psidium guajava L.

ONAGRACEAE

Oenothera rosea Aiton

Oenothera stricta Ledeb.

POLYGONACEAE

Polygonum acuminatum H.B. & K.

SAPINDACEAE

Sapindus saponaria L.

SOLANACEAE

Physalis viscosa L.

VERBENACEAE

Verbena litoralis Kunth

MONOCOTYLEDONEAE

CYPERACEAE

Cyperus cyperoides (L.) Kuntze

Cyperus eragrostis Lam.

Kyllinga brevifolia Rottb.

Pycnus polystachyos (Rottboell) Beauvois

Scirpus californicus (C.A. Mey.) Steud.

JUNCACEAE

Juncus homalocaulis F.Muell.

POACEAE

Agrostis avenacea Gmelin

Te
Puringa

Pato nui
Pato

Makoi

Mahute

Tuaba

Tavari

Marikuru

Hikukio'e

Hikukio'e

Hikukio'e

Tuere heu

- Avena fatua* L.
Axonopus paschalis Pilg. Heriki hare
Bothriochloa ischaemum (L.) Keng
Briza minor L.
Bromus catharticus Vahl
Cenchrus echinatus L.
Chloris gayana Kunth
Danthonia paschalis Pilg.
Dichelacne micrantha (Cav.) Domin
Digitaria sanguinalis (L.) Scop.
Digitaria Haller spp.
Eleusine indica L.
Eragrostis spartinoides Steudel
Melinis minutiflora P. Beauv.
Melinis repens (Willd.) Zizka
Panicum maximum Jacq.
Paspalum forsterianum Flugge Heriki hare
Paspalum scrobiculatum L. Heriki hare
Setaria parviflora (Poir.) Kerguelén
Setaria sphacelata (Schum.) Stapf & C.E. Hubb.
Sorghum halepense (L.) Pers. Toroco
Sporobolus africanus (Poir.) Robyns & Tournay Here hoi
Stipa scabra Lindl.
Stipa L. spp.

PTERIDOPHYTES

ASPLENIACEAE

Asplenium obtusatum Forst.

ASPIDIACEAE

Dryopteris parasitica (L.) Kuntze
Dryopteris Adanson sp.

DENNSTAEDTIACEAE

Microlepia strigosa (Thunb.) C. Presl. Nehe nehe

POLYPODIACEAE

Polypodium phymatodes L. Nehe nehe

VITTARIACEAE

Vittaria elongata Swartz Atua

Nota 1:

Paschalococos dispersa Dransfield

gen. et sp. nov.*

Palma ad subtribuum Butiinearum tribuum Cocoeorum subfamiglia Arecoidearum pertinet, endocarpium tantum cognita *Jubaea chilensis* (MOLINA) BAILLON verosimiliter affinissima, habitu ignota; endocarpium laeve oblatum vel subsphericum, 2-3 mm crassum, 25-34 mm diametro, 3 oculis parum infra medium dispositis.

Typus:

Easter Island, Groult et Gautier s.n. (holotypus K)

* Sole Autor of description and comments: Dr. J. DRANSFIELD, RGB Kew. (ZIZKA 1991: 64)

Ringraziamenti - Un particolare ringraziamento va al Dott. Luigi Aita, dell'Istituto di Botanica dell'Università di Genova, e al Dott. Georg Zizka, Palmengarten Frankfurt, per il loro valido aiuto datomi nella verifica delle varie specie componenti l'erbario personale.

LETTERATURA CITATA

- AA.VV., 2004 - *International Plants Name Index*. Index kewensis, Royal Botanic Gardens (Kew - IK); Gray Card Index, Harvard University Herbaria (USA); Australian National Herbarium (Australia).
- AGASSIZ A., 1906 - *Reports on the scientific results of the expedition to the eastern tropical Pacific*. Mem. Mus. Comp. Zool. Harvard, 33: 53-62.
- ARNOLDS M., ORLIAC M., VALLADAS H., 1990 - *Donnée Nouvelles sur la disparition du Palmier (cf. Jubaea) de l'Île de Pâque*. Cour. Forsch. Inst. Senckenberg. 125: 217-219.
- DRANSFIELD K., HARKNESS R., 1984 - *A recently extinct palm from Easter Island*. Nature, 312: 750-752.
- ETIENNE M.G., DIAZ G., DIAZ E., 1982 - *Flora, vegetación y potencial pastural de la Isla de Pascua*. Bol. Tecn. Univ. Chile. Fac. Agr., 47.
- FLENLEY J., KING A.S.M., 1984 - *Late Quarternary pollen records from Easter Islands*. Nature, 307: 47-50.
- FLENLEY J., KING A.S.M., JACKSON A., CHEW J., TELLER C., PRENTICE J.M., 1991 - *The late Quaternary vegetational and climatic history of Easter Island*. J. Quatern. Sci., 6(2): 85-115. John Wiley & Sons, London.
- FUENTES F., 1913 - *Reseña botánica sobre la Isla de Pascua*. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat., 5: 320-337.
- GAULTIER A., CARLIER P., 1983 - *Les cavernes de l'Île de Pâques*. Archeologia, 221: 34-47
- GUILLAUMIN A., CAMUS A., TARDIEU-BLOT M., 1936 - *Plantes vasculaires récoltées a l'Île de Paques par la Mission franco-belge*. Bull. Mus. Hist. Nat., 2 ser. 8(6): 552-556.
- HEYERDAHL T., 1961 - *An introduction to Eastern Island*. In: HEYERDAHL T., FERDON E., (Eds.), *Reports of the Norwegian Arch. Exp. To Easter Island and the East Pacific*. 559 pp. Stockholm.
- LOOSER G., 1958 - *Los helechos de la Isla de Pascua*. Revista Univer. A., XLIII: 39-64.
- MÉTRAUX A., 1940 - *Ethnology of Easter Island*. Bernice P. Bishop Mus. Bull., 160: 1-432.
- , 1941 - *L'Île de Pâques*. Ed. Gallimard, Paris.
- MULLOY W.T., 1970 - *Preliminary report of the restoration of Abu Vai Uri, Easter Island*. In: *Easter Island Committee, International fund for Monuments Bulletin* 2. New York.
- OLALQUIAGA F., 1947 - *Reportaje Agronómico sobre la Isla de Pascua*. Rev. Simiento, XVII: 133-143. Univ. de Chile.
- SELLING O.H., 1948 - *Studies in Hawaiian Pollen Statistics. Part III. On the Late Quaternary History of the Hawaiian Vegetation*. Bernice P. Bishop Mus. Special Publication, 39.
- SKOTTSBERG C. (ED.), 1922 - *The Phanerogams of Easter Island*. In: SKOTTSBERG C., *The Natural History of Juan Fernández and Easter Island*, 2: 61-64.
- , 1927 - *The vegetation of Easter Island*. In: SKOTTSBERG C., *The Natural History of Juan Fernández and Easter Island*, 2: 487-502
- ZIZKA G., 1991 - *Flowering Plants of Easter Island* - P.H.F. Frankfurt am Main, 3: 3-108.

RIASSUNTO - Sono state effettuate considerazioni floristiche e paleobotaniche sullo stato attuale e passato dell'Isola di Pasqua, basate su scavi archeologici, del 1993 e del 2001, organizzate dal Centro Studi e Ricerche Archeologiche Precolombiane di Brescia (Italia). Le ricerche hanno confermato ancora la presenza di numerose

specie endemiche, ma tante altre stanno scomparendo per effetti antropici di grave entità realizzate in epoche passate e/o più o meno recenti. Attualmente si registra un aumento delle specie invasive legato al turismo di massa e all'eccessivo sfruttamento delle risorse naturali. Inoltre le

specie alloctone dei nuovi rimboschimenti e la gestione agricola dei nuovi proprietari terrieri hanno contribuito a variare la composizione floristica originaria deturpando le zone dell'Isola di Pasqua ancora incontaminate.

AUTORI

Luigi Piacenza, Centro Italiano Studi e Ricerche Archeologiche Precolombiane (C.I.S.R.A.P.) Brescia, Via Oreste de Gaspari 3/11c, 16146 Genova

Aldo Ranfa, Mauro Roberto Cagiotti, Dipartimento di Biologia Vegetale e Biotecnologie Agroambientali e Zootecniche, Università di Perugia, Borgo XX Giugno 74, 06121 Perugia, e-mail: ranfa@unipg.i.; labgeob@unipg.it

Comparazione ecofisiologica tra *Helianthus argophyllus* Torr. & A.Gray ed *Helianthus annuus* L. in condizioni controllate

A. RANFA, M.R. CAGIOTTI, N. POCESCHI e A.M. OLIVIERI

ABSTRACT - *Ecophysiological comparison between Helianthus argophyllus Torr. & A.Gray and Helianthus annuus L. on kept conditions.* - Research has been conducted to characterize two species of the *Helianthus* genus from the phytochemical and ecophysiological viewpoint. In particular the data concerning the photosynthetic parameters (photosynthetic activity and pigments) in *Helianthus annuus* L. as regards *Helianthus argophyllus* Torr. & A.Gray consider how the response of the "silverleaf sunflower" in extreme temperatures and light is superior compared to the cultivated sunflower. Potentially the *H. argophyllus* can transfer its resistance characteristics to excessive light and heat to the *H. annuus*, thus enabling the latter to withstand the sudden changes of temperatures and light present subtropical environments. However production targets remain unsatisfactory.

Key words: ecophysiology, *Helianthus argophyllus*, *Helianthus annuus*, phytochemistry

INTRODUZIONE

Da alcuni anni sono iniziate, presso il nostro Dipartimento di Biologia Vegetale e Biotecnologie Agroambientali e Zootecniche, ricerche in Mozambico rivolte all'individuazione di specie spontanee da cui attingere per aumentare i livelli di resistenza allo stress idrico e salino delle specie coltivate. In Mozambico è stata segnalata (CAGIOTTI *et al.*, 1999; POCESCHI *et al.*, 1987) la presenza di *Helianthus argophyllus* Torr. & A.Gray (silverleaf sunflower, girassol de areja). Tale composita è prevalentemente distribuita lungo le spiagge ed in minor misura nelle aree interne del centro-sud del Mozambico. Essa si presenta con *habitus* vario, comportandosi prevalentemente come specie annuale tendente, però, alla perennità a seconda delle condizioni microambientali in cui si insedia (suolo-clima). In condizioni favorevoli, *Helianthus argophyllus* raggiunge ragguardevoli dimensioni mentre, in aree povere, il suo *habitus* risulta ridotto; è verosimile ipotizzare che i suoi caratteri di resistenza, anche se ancora non ben definiti, possano essere trasferiti al girasole coltivato (*Helianthus annuus* L.). Tale specie talvolta in queste aree subtropicali risente dei drastici e repentini cambiamenti delle condizioni ambientali. La ricerca quindi è stata rivolta alla caratterizzazione fitochimica di *H. argophyllus* con l'intento di verificarne comparativamente i limiti di adattabilità rispetto al girasole comune.

MATERIALI E METODI

Il materiale di partenza è costituito da accessioni di *H. argophyllus* spontaneo della Costa do Sol (Maputo) e di *H. annuus* proveniente da seme commerciale. Entrambe le specie sono state allevate in condizioni controllate con temperatura che oscillava tra 18 e 24 °C ed l'intensità luminosa compresa tra 600 e 800 µE/m²s, ottenuta mediante l'impiego di lampade (VENANZI *et al.*, 1988).

Per la determinazione del peso secco, il materiale fresco dei campioni di *H. argophyllus* ed *H. annuus*, è stato mantenuto in stufa a 105 °C fino a peso costante. Il materiale così ottenuto veniva tritato (mesh) e predisposto per l'analisi. I risultati ottenuti sono riportati come valori medi.

Per il dosaggio delle proteine solubili si è fatto uso del metodo di LOWRY *et al.* (1951) da noi modificato (FERRANTI *et al.*, 1987).

I carotenoidi sono stati estratti e dosati secondo il metodo elaborato da POCESCHI *et al.* (1988).

L'estrazione e il dosaggio delle clorofille è stato effettuato con il metodo di ARNON (1949).

Sia i carotenoidi che le clorofille sono stati determinati su estratti ottenuti omogenando tessuti freschi con una soluzione di acetone-acqua (80/20); l'estratto è stato poi filtrato con filtro millipore 0,2 mm e portato ad un volume noto sotto corrente di azoto. Le misure qualitative e quantitative di ogni pigmento sono state effettuate poi mediante il confronto con standard puri già noti ottenuti per cromatografia su

strato sottile (TLC).

Per la determinazione dell'attività fotosintetica si è fatto uso di un sistema aperto portatile (A.D.C.-Ltd) dotato di una camera di assimilazione (PLC-N) equipaggiata di sensori per le misurazioni di: temperatura, umidità ed intensità luminosa (VENANZI *et al.*, 1989).

La misurazione degli scambi gassosi, durante le analisi sono state misurate con un Infrared Gas Analyser (IRGA LCA-2), collegato con un Data Logger (DL-1) che integrando i diversi valori forniti dai sensori, fornisce diversi parametri quali: assimilazione della CO₂, traspirazione, conduttanza stomatica (gw) e concentrazione intercellulare (Ci) (VENANZI *et al.*, 1988).

Le misure sono state effettuate su foglie intere, in condizioni naturali ad intensità luminose massime di 1800-2000 µE/m²s.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Per quanto riguarda i risultati ottenuti relativamente alle proteine solubili e al peso secco (Tab. 1) si evidenzia come ad una maggiore percentuale di peso secco in *H. argophyllus* corrisponda una minore concentrazione in proteine rispetto ad *H. annuus*.

TABELLA 1

Peso secco e dosaggio delle proteine solubili.
Dry weight and soluble proteins content.

	Proteine ⁽¹⁾	Peso secco ⁽²⁾
<i>H. annuus</i>	94	16,43
<i>H. argophyllus</i>	72	18,49

⁽¹⁾ - Valori medi espressi in mg/g di peso secco

⁽²⁾ - Peso secco espresso in % del peso fresco

Per quanto riguarda il contenuto in carotenoidi totali (Tab. 2) si evidenzia un valore maggiore in *H. annuus* che vale anche per i singoli pigmenti escluse Anteroxantina e Zeaxantina le cui concentrazioni sono invece maggiori in *H. argophyllus*.

TABELLA 2

Concentrazioni dei pigmenti carotenoidi.
Content of carotenoids pigments.

	<i>H. annuus</i>	<i>H. argophyllus</i>
Neoxantina	4,91	4,37
Violaxantina	24,83	21,83
Anteroxantina	2,67	4,04
Luteina	18,56	17,29
Zeaxantina	3,1	3,25
β-carotene	22,9	18,58
TOTALI	76,97	69,36

Valori medi espressi in µg/g di peso fresco

Relativamente alle concentrazioni delle clorofille (Tab. 3) si può evidenziare una generale superiorità in *H. annuus* rispetto ad *H. argophyllus*. Infatti, si va da un valore di 505 µg/g per la specie coltivata ad un valore di 475 µg/g per la specie spontanea.

TABELLA 3

Concentrazioni dei pigmenti clorofilliani.
Content of chlorophylls pigments.

	<i>H. annuus</i>	<i>H. argophyllus</i>
Clorofilla a	337	325
Clorofilla b	168	150
Clorofilla totale	505	475

Valori medi espressi in µg/g di peso fresco

Per quanto riguarda l'attività fotosintetica (Tab. 4) si può notare come i valori dell'*H. annuus* siano superiori a quelli dell'*H. argophyllus* soprattutto ad alte intensità di luce. Questo in accordo con il contenuto dei pigmenti come sopra rilevato; infatti, a maggior contenuto in pigmenti fotosintetici, corrisponde una più elevata attività fotosintetica.

TABELLA 4

Attività fotosintetica a varie condizioni di luce.
Photosynthetic activity under different light intensity.

Intensità di luce	<i>H. annuus</i>	<i>H. argophyllus</i>
1400	7,47	6,80
960	6,78	6,47
500	3,43	3,03
300	1,09	1,24
150	0,06	0,44
80	-1,16	-1,28
50	-1,91	-1,61
20	-2,68	-2,04
10	-3,25	-2,82
0	-3,74	-3,14

Valori medi espressi in µmoli di CO₂/m² x s

Per quanto concerne i valori degli scambi gassosi si può notare come tutti i parametri studiati presentino valori superiori per *H. annuus*, ad eccezione che per la concentrazione intercellulare di CO₂ (Ca) e la concentrazione di CO₂ interna (Ci) che sono maggiori in *H. argophyllus* (Tab. 5). Il valore più alto di Ca in *H. argophyllus* si giustifica con il suo minor valore di attività fotosintetica.

CONCLUSIONI

Alla luce di quanto emerso dai dati ecofisiologici, ottenuti in condizioni controllate, è possibile affermare che la strategia adattativa di *H. argophyllus* è orientata

TABELLA 5

Assimilazione fotosintetica.
Photosynthetic assimilation.

	<i>H. annuus</i>	<i>H. argophyllus</i>
A max (μmoli di CO ₂ /m ² x s)	7,47	6,80
E (mmoli di H ₂ O/m ² x s)	4,5	4,10
Gw (mmoli di H ₂ O/m ² x s)	3,73	3,48
Ci (Conc. intercellul. di CO ₂ -ppm)	266	283
Ca (Conc. ambiente. di CO ₂ -ppm)	0,73	0,78
Rb (Respir. al buio. μmoli di CO ₂ /m ² x s)	3,74	3,04
WUE (μmoli di CO ₂ /mmoli di H ₂ O)	1,66	1,65

ad ottimizzare la risposta alle condizioni di stress che non verso quella di aumentare le rese produttive. Ciò è in accordo con quello già osservato da CAGIOTTI *et al.* (1999) su base morfo-anatomica.

Ringraziamenti – Si ringrazia il tecnico Sig. Antonio Zacarias per la disponibilità nella raccolta e preparazione del materiale vegetale di origine mozambicana.

LETTERATURA CITATA

- ARNON D.I., 1949 - *Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta vulgaris*. Plant Physiol., 24(1): 1-15.
- CAGIOTTI M.R., FERRANTI E., OLIVIERI A., RANFA A., 1999 - *Xeric characteristics of Helianthus argophyllus in comparison to Helianthus annuus* – Proc. Symp. "Sunflower and Other Oilseed Crops in Developing Countries (Maputo)": 212-219. Maputo (Mozambique), 9-12 February 1999.
- FERRANTI E., POCESCHI N., FRENGUELLI G., ROMANO B., 1987 - *Contenuto in pigmenti e proteine nelle foglie di tre cultivars di Brassica napus L. durante la prima*

parte del ciclo ontogenetico. - Ann. Fac. Agr. Univ. Perugia, *XLI*: 863-873.

- LOWRY O.H., ROSEBROUGH J.N., FARR A.L., RANDALL R.J., 1951 - *Protein measurements with the Folin phenol reagent*. J. Biol. Chem., 193: 265-275.
- POCCESCHI N., LUPATELLI M., CAGIOTTI M.R., CASTELLANI C., VENANZI G., 1987 - *Studio di alcuni parametri in piante di Zea mays L. cv Asgrow 66, allo stadio di maturazione lattezza del seme: contributo dei vari organi epigei* - Ann. Fac. Agr. Univ. Perugia, *XLI*: 593-601.
- POCCESCHI N., VENANZI G., BENCIVENGA M., MENGHINI A., 1988 - *Scambi gassosi e pigmenti in Zea mays L. cv neva: relazione fra posizione ed età delle foglie* - Ann. Fac. Agr. Univ. Perugia, *XLII*: 761-769.
- VENANZI G., POCESCHI N., FRENGUELLI G., RANFA A., 1989 - *Efficienza fotosintetica di Solanum tuberosum L. coltivato in differenti condizioni* - Ann. Fac. Agr. Univ. Perugia, *XLIII*: 329-336.
- VENANZI G., POCESCHI N., ROMANO B., MENGHINI A., 1988 - *Effetti della CO₂, O₂ ed intensità luminosa sugli scambi gassosi di tre diverse varietà di Helianthus annuus (L.) Merr.: osservazioni preliminari* - Ann. Fac. Agr. Univ. Perugia, *XLII*: 748-753.

RIASSUNTO - Sono state condotte delle ricerche volte a caratterizzare, dal punto di vista fitochimico ed ecofisiologico, due specie del genere *Helianthus* L. di varia provenienza (Italia-Mozambico). In particolare i dati relativi ai parametri fotosintetici (attività fotosintetica e pigmenti) in *Helianthus annuus* L. rispetto ad *Helianthus argophyllus* Torr. & A.Gray portano a considerare come la risposta dell'argofillo, in termini estremi di temperatura e luce, sia superiore rispetto al girasole coltivato. Ciò porta ad ipotizzare la possibilità di trasferimento delle caratteristiche di resistenza alla luce eccessiva e quindi al calore proprie di *H. annuus*, permettendo così di superare le repentine variazioni di temperatura e luce che si possono verificare in particolare modo negli ambienti subtropicali. Rimangono non superate le finalità produttive.

AUTORI

Aldo Ranfa, Mauro Roberto Cagiotti, Novello Poceschi, Dipartimento di Biologia Vegetale e Biotecnologie Agroambientali e Zootecniche, Università di Perugia, Borgo XX Giugno 74, 06121 Perugia, e-mail: labgeob@unipg.it; ranfa@unipg.it
Angelo Maria Olivieri, Dipartimento di Produzione Vegetale e Tecnologie Agrarie, Università di Udine, Via delle Scienze 208, 33100 Udine, e-mail: olivieri@dpuva.uniud.it

Antonio Raimondi scopre sulle Ande una pianta straordinaria: *Puya raimondii* Harms

S. SGORBATI

ABSTRACT - *Antonio Raimondi discovers the most wonderful plant of the Andes: Puya raimondii Harms* - The discovery of the giant Andean bromeliad *Puya raimondii* by the Italian naturalist Antonio Raimondi is reported. In addition to the information here reported, obtained by Peruvian scientists and the Author, a better knowledge of the ecology, physiology, reproductive biology and population genetics of *Puya raimondii* is needed to conserve this endangered species and its peculiar ecosystem.

Key words: Andes, giant rosette plants, *Puya raimondii*

INTRODUZIONE

Il naturalista milanese Antonio Raimondi, arrivato in Perù a 24 anni nel 1850, passò tutti i restanti 40 anni della sua vita a viaggiare e descrivere un paese allora in gran parte sconosciuto. Le sue esplorazioni coprivano tutti i settori delle scienze naturali, dalla geografia, alla chimica e mineralogia, alla geologia, alla botanica, alla zoologia, ai quali aggiunse importanti scoperte archeologiche sulle antiche civiltà preincastiche e un vivo interesse verso le etnie indigene. Raimondi può essere considerato il vero padre delle Scienze naturali peruviane. Il legame con il suo paese adottivo si fece così forte (non fece più ritorno in Italia) da spingerlo a lasciare al Perù tutta l'enorme quantità di materiale raccolto nei suoi lunghi viaggi così come la monumentale opera (incompiuta), scritta in lingua spagnola, che descrive le scoperte da lui effettuate. È sorprendente costatare come l'amore dimostrato dal naturalista milanese per il Perù sia stato pienamente corrisposto dal paese sudamericano che lo ha posto fra i cinque "grandi saggi" del paese, intitolandogli vie e piazze anche nei più remoti villaggi. Di contro, la sua figura e la sua opera rimangono praticamente sconosciute in Italia, anche nel campo delle scienze naturali e della botanica in particolare, che ha rappresentato uno dei suoi interessi più vivi.

Antonio Raimondi incontrò per la prima volta la spettacolare pianta andina che porta il suo nome, *Puya raimondii* Harms, verso la fine di ottobre dell'anno 1867. A quest'epoca il nostro naturalista aveva

già percorso in lungo e in largo il Perù per quasi vent'anni, transitando numerose volte per passi andini di oltre 4.000 metri, quota alla quale si trova abitualmente *Puya raimondii*. Eppure, pur passando più di una volta vicino alle località dove oggi sappiamo che la specie è ancora presente, Raimondi non ebbe mai occasione di incontrarla prima di quell'anno. La ragione più plausibile di questo fatto è che i popolamenti di *Puya raimondii*, denominati localmente "rodales", fossero numericamente assai limitati già nell' '800, oltre al fatto che gli individui di questa specie attirano da una certa distanza l'attenzione del viaggiatore solo quando sono presenti, in fiore o in frutto, i giganteschi steli riproduttivi, destinati a cascare a terra dopo la morte della pianta. *Puya raimondii* è una specie monocarpica, si riproduce cioè una sola volta alla fine di una vita che può essere molto lunga, forse anche più di un secolo (DE MACEDO, 1978). Alla fine della loro vita, queste piante utilizzano tutte le sostanze di riserva accumulate per produrre una grande quantità di fiori e di semi.

Ci sembra opportuno descrivere la specie vegetale più famosa scoperta da Raimondi commentando a passo a passo l'escursione botanica da lui compiuta verso la fine di ottobre del 1867 e riportata nella sua opera enciclopedica, *El Perú* (RAIMONDI, 1874).

"Estando de paso en Utcuyaco, el Señor San Martín, arrendatario de la hacienda, me habló de una extraña planta que crece en la quebrada de Cashapampa y que los habitantes del lugar llaman Junco. Por la descrip-

cifin que me hacían en la hacienda, vi luego que no podía ser lo que realmente se llama junco. Pero al saber que tenía hojas espinosas y una talla de mas de ocho à diez varas (metros 7 à 8) no podía atinar qué planta fuese, lo que despertó mi curiosidad y me decidí á ir al lugar para verla. Salí de Utcuyaco con un guía, y despues de haber pasado á vado el rio principal, entramos en la quebrada de Cashapampa, siguiendo el camino que conduce á Huallanca. Casi á unas tres leguas distante de Utcuyaco, cerca de una chozas de pastores que forman la estancia de Cashapampa, atravesamos el rio que baña la quebrada y llegamos al punto deseado.”

La località citata da Raimondi, Utcuyaco, si trova lungo la valle del Rio Santa presso Catac, Dipartimento di Ancash, nel Parco Nazionale Huascarán (Cordillera Blanca), a 3700 metri di quota. La quebrada Cashapampa non è oggi rintracciabile sulla carta 1: 100,000 dell'Istituto Geografico Militar (hoja 20-i, Recuay). È però molto verosimile che il rodal visitato da Raimondi corrisponda a quello che oggi si incontra risalendo la valle del rio Pachacoto, affluente di destra del Santa, lungo la carrozzabile sterrata che porta al Nevado Pastoruri e che, dopo aver valicato un passo di quasi 5000 metri, discende l'altro versante fino a Huallanca (direzione citata da Raimondi) e La Union. Dopo una dozzina di chilometri (tre leghe) dal bivio di Catac, si arriva in una zona pianeggiante e paludosa, costeggiata dal rio Pumapampa (attraversato da Raimondi), dove oggi si incontra la stazione di sorveglianza del Parco (sector Carpa) che ha il compito di proteggere il biotopo di *Puya raimondii*. Abbiamo avuto modo di vedere il rodal di Carpa nel 1998, provando la stessa emozione di Raimondi nel contemplare un grande numero di esemplari in piena fioritura, fenomeno che si ripete solo a intervalli di tempo di parecchi anni. Arriva il momento in cui le piante mature, potenzialmente in grado di fiorire, vengono stimolate da particolari condizioni climatiche a formare in pochi mesi il loro gigantesco stelo fiorifero (Fig. 1).

En la falda de los cerros, en la banda izquierda de la quebrada, se observan, en un terreno casi desnudo de vegetacion, unas grandes matas con hojas espinosas en los bordes, en medio de las cuales se levanta un gigantesco tallo cubierto en casi toda su longitud de apiñadas espigas de flores. Dificil es dar una idea de la sensacion que causa la presencia de esta planta en un lugar tan elevado y frio (metros 3,800 sobre el nivel del mar).“

Questo rodal si estende alla sinistra della valle con individui sparsi per qualche chilometro fra i 4200 e 4400 metri, altitudine quindi superiore a quella determinata da Raimondi, lungo le falde (quebradas Pumapampa e Huicso) del versante nord del Cerro Puyhuan che sovrasta il fondovalle del rio Pachacoto. Questa stazione di *Puya raimondii* è oggi di gran lunga la più conosciuta e comoda da raggiungere fra quelle presenti nella zona e pertanto è anche la più visitata e fotografata dai turisti che raggiungono il Parco della Cordillera Blanca. Il rodal viene protetto con molta attenzione dal posto di sorveglianza del

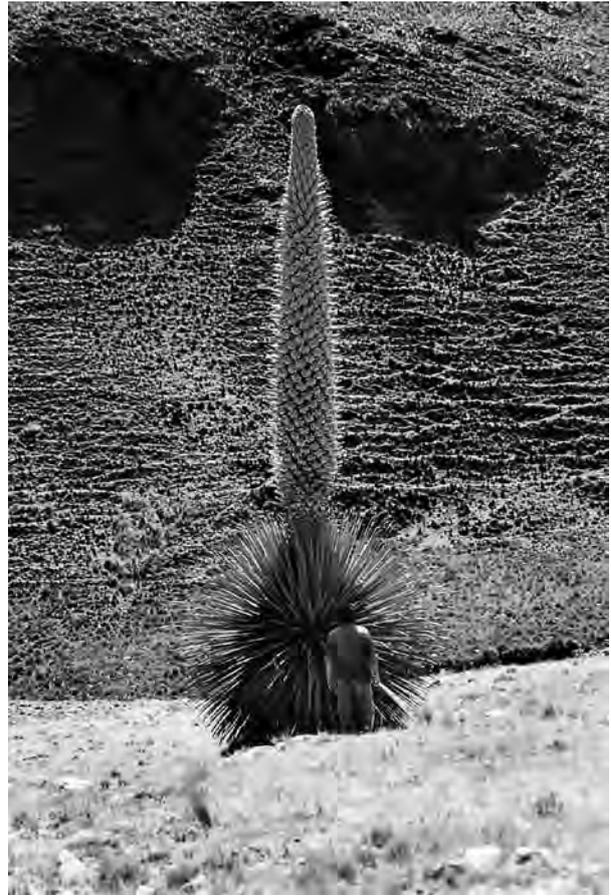


Fig. 1

Gigantesco esemplare di *Puya raimondii*, fotografato nel luglio del 1998 sulla Cordillera Blanca a 4200 m di quota. Si notano i numerosissimi rametti conici dell'infiorescenza, ognuno dei quali può portare fino a 50 fiori, per un totale di circa 20000 su un singolo scapo.

Giant individual of *Puya raimondii* photographed in July 1998 in Cordillera Blanca (Ancash) at 4200 m about sea level. Each of the conic spikelets of the inflorescence can hold up to 50 flowers, for a total number of about 20000 in a single scape.

Parco, per cui gli individui si presentano integri fino alla base del fusto, a differenza di quanto succede in altre località, dove le piante sono sottoposte a frequenti incendi appiccati dai pastori (Fig. 2).

“Allí la naturaleza se presenta monfítona y muerta; el suelo se halla apenas cubierto de unas raquiticas y secas gramas; las peñas se muestran áridas y descarnadas; y la vida, esa fuerza que anima todas las escenas de la naturaleza, parece sofocada por la baja temperatura. Sin embargo, allí se levantan estas vigorosas y robustas plantas, ostentando á la vista en un solo tallo millares de vistosas flores que ofrecen, segun su estado de madurez, todos los matices desde el blanco al rosado y morado, produciendo esta exuberancia de vida y variedad de colores el mas sorprendente contraste con la tristeza y aridez de los alrededores.”

Con la sua acuta capacità di osservazione, Raimondi



Fig. 2

Rodal di Carpa (Ancash), visitato da Raimondi nel 1867. Oggi questa stazione conta circa 30000 individui che coprono una superficie di più di mille ettari sul versante sinistro della valle del rio Pachacoto. In questo rodal, efficacemente protetto all'interno del Parco dell'Huascarán, le rosette di foglie basali degli individui appaiono integre. Carpa rodal (Ancash), visited by Raimondi in 1867. Nowadays, in this locality there are about 30000 individuals that cover a surface of more than one thousand hectares on the left slope of the rio Pachacoto valley. This rodal is efficiently protected inside the Huascarán National Park and the giant leaf rosettes appear to be untouched.

ritrae molto bene l'aspetto della puna altoandina, ambiente in cui crescono i rodales di *Puya raimondii*. Essa costituisce una delle undici ecoregioni descritte per il Perù da BRACK EGG (1993). La puna si estende al di sopra dei 3.800 metri fino al limite delle nevi a oltre 5000 metri ed è caratterizzata da associazioni vegetali adattate a un clima freddo e a una lunga stagione arida. È costituita prevalentemente da graminacee, appartenenti ai generi *Stipa* (ichu), *Festuca* e *Calamagrostis*, che le conferiscono un aspetto giallobrunastro durante la stagione secca e che forniscono un magro pascolo alle greggi di pecore, capre, lama, alpaca, oltre che alla selvatica vicuña. (*Vicugna vicugna*) e alla taruca (cervo andino, *Hippocamelus antisensis*). La puna si estende in Perù prevalentemente negli altipiani centrali e meridionali, come per esempio nella zona di Junin e nella vasta regione attorno al lago Titicaca, per proseguire in Bolivia, Cile e Argentina, via via a quote più basse. Più a nord nel Perù, al di là del basso passo di Porculla (m 2145), la maggior umidità favorisce una formazione a bassi cespugli e alberelli, chiamata paramo. In Perù il paramo è limitato alle montagne di Cajamarca e Piura, mentre si estende attraverso l'Ecuador e la Colombia fino al Venezuela.

Probabilmente, migliaia di anni fa, prima dell'arrivo dell'uomo sulle Ande, anche nella puna dovevano essere assai più diffusi cespugli e alberelli appartenenti a poche specie adattate a vivere a queste altezze, come il quinal (*Polylepis* sp.), il quishuar (*Buddleja* sp.), il chachacomo (*Escallonia resinosa*) che capita tal-

volta di ritrovare qua e là sotto forma di radi boschetti. Secoli di tagli, fortemente intensificatisi dopo la conquista, per ottenere pascoli e materiale da costruzione per le abitazioni e le miniere, per il riscaldamento e la cucina, hanno accentuato l'aspetto di uniformità e desolazione del paesaggio altoandino.

Anche i rodales di *Puya raimondii* devono essere stati in passato assai più diffusi nella puna, come testimoniano i nomi vernacoli di numerose località, dove la specie non è più presente. I pastori incendiano con frequenza i rodales, non solo per ripulire il terreno e favorire il ricaccio dei germogli appetiti dagli animali al pascolo, ma anche con l'intenzione di eliminare le foglie basali delle gigantesche rosette ed evitare che gli animali vi possano finire impigliati (Fig. 3).

Anche se la pianta adulta non muore, gli effetti del fuoco riducono e modificano il suo sviluppo e le sue capacità riproduttive.

Gli individui giovani vengono invece eliminati dal fuoco, diminuendo le possibilità di un rodale di sopravvivere nel tempo.

La pianta fornisce materiale variamente utilizzato dalle popolazioni locali. Il midollo carnoso dei fusti viene consumato come alimento, soprattutto in occasioni di ricorrenze festive (VENERO, HOSTNIG, 1986). Talvolta questa porzione midollare viene bruciata e la cenere, mescolata con zucchero e anice in polvere, costituisce la "toqra" o "llipta", complemento solido utilizzato dai masticatori di coca (VENERO, DE MACEDO, 1983).

I fusti caduti a terra vengono fatti asciugare e impiegati come combustibile o materiale da costruzione nelle abitazioni private e pubbliche; possono essere sezionati in porzioni per essere utilizzati come sgabelli o banchi scolastici (CERRATE, 1957; VILLIGER, 1986). Il lattice della pianta, disciolto in acqua calda,



Fig. 3

Rodal di *Puya raimondii* presso Lampa (Puno) che ha subito un incendio. I pastori sono soliti incendiare i rodales di *Puya raimondii* allo scopo di ripulire il terreno per il pascolo. Alcuni esemplari erano in fioritura o fruttificanti al momento dell'incendio.

Puya raimondii rodal near Lampa (Puno) that has been burnt by local shepherds to clean the ground for grazing. Some individuals were in bloom or fruit-bearing when burnt.

viene assunto come medicinale nelle affezioni delle vie respiratorie (BRACK EGG, 1999).

Raimondi è colpito dall'imponenza dell'infiorescenza di questa specie. In effetti, pur non possedendo *Puya raimondii* un habitus arboreo (è una pianta erbacea, con le foglie disposte a formare una gigantesca rosetta, appartenente alla famiglia delle *Bromeliaceae*), sviluppa una delle infiorescenze più grandi che si conoscano. Nella recente flora di Kubitzky, alla famiglia delle *Bromeliaceae* vengono assegnate più di 2600 specie di piante, appartenenti a 56 generi, in gran parte epifite sugli alberi delle foreste tropicali americane (SMITH, TILL, 1998). Il nome generico *Puya* deriva dal termine "puuya" degli indiani Mapuche del Cile che significa "a punta", forse riferendosi alla forma dell'infiorescenza o, più probabilmente, alle terribili spine di cui sono dotate gran parte delle specie di questo genere. Il genere *Puya* annovera circa 168 specie di piante terrestri, non epifite, diffuse prevalentemente sulle montagne dall'America centrale all'Argentina (SMITH, DOWNS, 1974). Poche di queste specie, però, vivono ad altezze così elevate come *Puya raimondii* e, soprattutto, nessuna è a essa comparabile per dimensioni. I fiori hanno la struttura tipica delle *Bromeliaceae*: un calice di tre sepalì che avvolge una corolla di tre petali di colore che va dal bianco al verde-giallognolo, racchiudente 6 stami e un pistillo formato da tre carpelli, ognuno dei quali contiene numerosi ovuli (Fig. 4).



Fig. 4

Spighetta laterale a forma di rametto conico. Dopo la fecondazione, in ciascun frutto a capsula maturano fino a 800 piccoli semi dotati di una piccola ala membranacea che ne favorisce la dispersione a opera del vento.

Lateral cone-shaped spikelet. After pollination, up to 800 tiny winged seeds ripen in each capsule and are dispersed by wind.

"El viajero botánico que tiene la felicidad de sorprender estas extrañas y admirables plantas en la época de su floración, no puede menos que detener su marcha, y contemplar extático por algún tiempo tan bello espectáculo. Una infinidad de ideas se agolpan en su imaginación, no pudiendo explicar cómo esta planta crece con tanta fuerza y lozanía en un lugar donde otras no pueden levantar su humilde tallo algunas pulgadas sobre la superficie del suelo, sin peligro de que la baja temperatura desorganice en pocas horas sus delicados tejidos. Uno se pregunta a sí mismo: ¿No tiene esta planta el mismo tejido celular que las otras? ¿Por qué esta resiste los fuertes hielos de tan frígida región y las demás quedan destruidas en una sola noche? Mas un poco de atención hará ver que la naturaleza siempre solícita en proveer a las necesidades de sus producciones, ha cubierto las hojas de esta admirable planta de un velo resinoso poco conductor del calórico, que impide la acción del hielo; y ha revestido todo el tallo y espigas de flores de una materia algodonosa que le sirve de abrigo contra la crudeza del clima".

Le domande che Raimondi si poneva, a proposito della capacità di questa gigantesca bromeliacea di sopravvivere al rigido clima della puna, sono le stesse che molti studiosi si pongono quando effettuano ricerche sugli stress ambientali ai quali alcune specie vegetali sono in grado di resistere, grazie a particolari adattamenti messi a punto durante la loro storia evolutiva. Le piante che devono vivere in un ambiente alpino tropicale come quello della puna, dove le escursioni termiche giornaliere possono essere dell'ordine di trenta e più gradi centigradi, hanno sviluppato numerosi adattamenti, sia di tipo morfologico (disposizione a rosetta delle foglie a protezione dell'apice vegetativo, sostanze di rivestimento resinose e cerose, peli e lanugini, come già notato da Raimondi), sia di tipo fisiologico.

Già Humboldt aveva osservato che la vegetazione delle alte montagne tropicali presentava caratteristiche particolari rispetto alla corrispondente vegetazione alpina delle montagne temperate. La mancanza di stagionalità della temperatura, cui corrisponde però una fortissima escursione termica giornaliera, è la caratteristica climatica più saliente che distingue le zone tropicali alpine da quelle temperate. Alcune forme vegetali si ripresentano simili su molte montagne tropicali, come le piante con rosetta gigante che vivono a lungo, con foglie persistenti, coriacee, supportate da corti fusti poco o per niente ramificati. È l'effetto di una lunga evoluzione convergente che ha portato queste specie, appartenenti a famiglie molto diverse, a rispondere conseguentemente ad analoghe condizioni ecologiche (SMITH, YOUNG, 1987).

Oltre al genere *Puya*, sulle Ande si incontrano piante a rosetta gigante appartenenti ai generi *Espeletia* (*Asteraceae*) e *Lupinus* (*Leguminosae*), sulle montagne africane i generi *Lobelia* (*Campanulaceae*) e *Senecio* (*Asteraceae*), mentre altre piante assumono lo stesso aspetto sulle alte montagne della Nuova Guinea e delle Hawaii (SMITH, 1994).

I non molti studi ecofisiologici riguardanti la flora alpina delle alte montagne tropicali sono stati com-

piuti soprattutto in Africa e in Venezuela. In alcuni di questi studi, tra l'altro, è stato messo in evidenza un particolare curioso, tuttora largamente inspiegato: a differenza degli alberi, che diminuiscono di statura a mano a mano che si sale di altitudine, le specie di piante erbacee con rosette giganti sulle Ande e sulle montagne africane tendono invece ad aumentare di dimensioni con la quota (SMITH, 1980). Non a caso, *Puya raimondii*, la specie più grande del suo genere, è anche quella che vive a maggiore altitudine.

Sulle Ande sono state investigate le formazioni vegetali del paramo di Ecuador e Venezuela, con particolare riguardo al genere con rosette giganti *Espeletia* (MEINZER *et al.*, 1994). Gli studi compiuti sulle specie di *Espeletia* che vivono a varie altitudini hanno messo in evidenza i meccanismi di resistenza di queste piante alle basse temperature. Tali meccanismi potrebbero essere utilizzati anche da *Puya raimondii*. La disposizione delle foglie interne della rosetta e la loro eventuale pelosità svolgono la funzione di attenuare la velocità del vento e di riflettere la luce solare al loro interno, verso l'apice vegetativo. Questo delicato organo, responsabile della crescita della pianta, finisce per trovarsi, all'interno della rosetta di foglie, circondato da aria la cui temperatura arriva a essere di parecchi gradi centigradi superiore a quella esterna. A questo riguardo, in una specie di *Espeletia* distribuita lungo un gradiente altitudinale, è stata osservata una stretta correlazione fra l'aumento di spessore della pelosità delle foglie e l'altitudine (MEINZER *et al.*, 1985). Uno studio simile, l'unico finora condotto nel paramo dell'Ecuador su alcune specie di *Puya* che crescono a diverse altitudini fra 2000 e 4000 metri, conferma un notevole aumento della pelosità dell'infiorescenza in relazione all'aumento dell'altitudine (MILLER, 1986).

I fiori sono organi molto delicati che possono essere danneggiati da drastiche variazioni diurne di temperatura, con conseguente riduzione della produzione di semi. La "*materia algodonosa*", citata da Raimondi, corrisponde appunto alla spessa pubescenza che avvolge le spighe dei fiori di *Puya raimondii*, difendendoli dalle basse temperature notturne e dalla forte intensità del vento cui sono sottoposte le delicate strutture fiorali poste sui giganteschi fusti che svettano fino a 10-12 metri di altezza.

Vi sono altri meccanismi, molto diffusi in specie vegetali che vivono sulle alte montagne tropicali, in grado di evitare il congelamento dei tessuti a causa delle basse temperature notturne. Le foglie delle piante a rosetta posseggono movimenti nictinastici che le portano di notte ad avvicinarsi per proteggere dal freddo l'apice vegetativo posto al loro interno. I tessuti delle foglie di alcune piante sono in grado di resistere anche a temperature di parecchi gradi centigradi (6-8) sotto zero, senza congelare. Viene evitata la formazione dei cristalli di ghiaccio che distruggerebbero le delicate membrane cellulari, sia grazie all'abbassamento osmotico del punto di congelamento, sia mediante il fenomeno denominato "supercooling". Ciò è dovuto alla particolare struttura dei tessuti fogliari di queste piante con forte lignificazione

delle pareti cellulari che riduce gli spazi intercellulari e quindi la possibilità che si formino i nuclei di condensazione dei cristalli di ghiaccio e la loro propagazione fra le cellule. Il "supercooling" è in grado di difendere i tessuti vegetali dal congelamento solo per poche ore e quindi è diffuso soprattutto fra le specie alpine che vivono sulle alte montagne tropicali, dove le temperature possono scendere di parecchi gradi sotto zero, ma solo nelle ore notturne. Il "supercooling" è stato accertato in piante andine a rosetta del genere *Espeletia*, (GOLDSTEIN *et al.*, 1985) ed anche nel quinal (*Pohlylepis sericea*, GOLDSTEIN *et al.*, 1994). È perciò assai probabile che anche *Puya raimondii* adotti lo stesso meccanismo per difendersi dalle rigide temperature notturne della puna.

"*La vista del lugar pedregoso donde nace esta planta aumenta todavía la admiración, pareciendo imposible cómo esta gigantesca reina de la Puna pueda absorber suficientes jugos del terreno para alimentar tan elevado tallo, cuyo diámetro llega a veces a ser mayor de un pié, y poder desarrollar tal multitud de flores, que en un solo individuo pasan a veces de ocho mil; fenómeno que sólo se comprende al saber que el tallo que lleva tan numerosas flores, empieza a desarrollarse en los meses de Abril y Mayo, después de la estación de aguas, época en el terreno se halla bien remojado y la circulación de la savia en las plantas es muy activa*".

Le osservazioni di Raimondi sono pertinenti nel riferirsi alla località rocciosa in cui ha osservato *Puya raimondii*. La nostra esperienza diretta (SGORBATI *et al.*, 2004) e quella di diversi colleghi peruviani (RIVERA, 1985; VILLIGER, 1986) ci dicono che i rodali di questa specie si trovano in luoghi particolarmente riparati, come i pendii rocciosi ben inclinati ed esposti al sole. A queste altitudini, solo in particolari ambienti si creano microclimi favorevoli, con ridotte escursioni termiche giornaliere, che permettono ai semi di germinare e alle delicate pianticelle di crescere e svilupparsi. Il fatto che, come riferisce Raimondi, a partire da aprile-maggio e cioè alla fine della stagione piovosa, comincino a svilupparsi gli scapi fiorali, destinati in pochi mesi a divenire gigantesche spighe cariche di migliaia di fiori, è dovuto alla capacità delle foglie e dello stesso fusto di immagazzinare grandi quantità di acqua quando questa è disponibile. Studi sulle piante a rosetta giganti nel paramo venezuelano (GOLDSTEIN *et al.*, 1984) hanno dimostrato che la capacità di conservare grandi quantità di acqua permette a queste piante di superare i momenti in cui essa scarseggia, sia durante il giorno (al mattino le radici non riescono ad assorbirne sufficienti quantità a causa della bassa temperatura del suolo), sia nella stagione secca. Benché un accurato studio del genere non sia stato compiuto su *Puya raimondii*, è verosimile che la nostra pianta sia un'eccezionale conservatrice di acqua. Prova ne è il fatto che sia le foglie, sia in particolare modo il fusto, che in piedi risulta pesantissimo, dopo la morte e il disseccamento della pianta diventano leggerissimi, in quanto gli ampi spazi acquiferi, presenti nei tessuti viventi, appaiono ora vuoti e riempiti di aria (Fig. 5).

Pero lo que mas sorprende en el estudio de tan admira-



Fig. 5

Fusto riproduttivo crollato a terra dopo la morte della pianta. Al centro del fusto si nota il tessuto midollare, in grado di conservare una grande quantità di acqua, per garantire la crescita e la riproduzione della pianta nei periodi con scarse precipitazioni.

Reproductive scape crushed to the ground after plant death. In the center, a parenchymatic tissue can conserve a large amount of water necessary to the vegetative and reproductive growth during the dry season.

ble vegetal, es el infinito numero de semillas que puede producir un solo pié, y del que cada mata lleva un tallo que sostiene unas doscientas espigas parciales; cada una de las cuales tiene poco mas ó ménos una quaranta flores, lo que da un total de ocho mil flores ó frutos. Ahora bien, los frutos tienen tres celdillas, y en cada una dos placentas, que sostienen una série de pequeñas semillas, cuyo número contado en un ejemplar ha sido de ciento treinta y cinco, y que multiplicado por seis (número de las placentas), da el de ochocientos diez, que será el de la cantidades de semillas contenidas en un solo fruto. Y multiplicando ochocientos diez por ocho mil (número de frutos que lleva el tallo), dará seis millones cuatrocientos ochenta mil, cifra asombrosa que ripresenta el total de semillas que puede suministrar un solo pié.

Raimondi ha compiuto sul posto un'analisi il più possibile dettagliata dell'enorme numero di semi presenti in un solo frutto (circa ottocento). Avendo stimato che in media un esemplare può portare sul suo

fusto fiorifero circa 8000 fiori, e quindi frutti, calcola che un singolo individuo potenzialmente può produrre più di sei milioni di semi. Accurate analisi, effettuate in seguito con l'ausilio di apparecchiature fotografiche (HARTMANN, 1981), hanno sostanzialmente confermato i calcoli di Raimondi, aumentando addirittura a 400-500 il numero di rami conici dell'infiorescenza (le 200 spighe parziali di Raimondi), ognuno composto da circa 50 (invece che 40) fiori. Hartmann conclude che gli esemplari più sviluppati possono portare fino a 15,000-20,000 fiori e quindi produrre più di dieci milioni di semi.

A pesar de tan elevado número de semillas, este vegetal es muy escaso contándose á los mas en el lugar unos quinientos individuos. La próvida naturaleza que tiende continuamente á la perpetuacion de la especie en todos los seres, tanto animales quanto vegetales, queriendo evitar la destruccion ó desaparicion de algunas del ellas, cuya existencia está sujeta á mil eventualidades, ha multiplicado el número de las semillas en proporcion con las probabilidades que tienen estas últimas de desarrollarse. Tendiendo que germinar las diminutas semillas de esta planta en un clima muy frio, cuya accion, aunque no es tan enérgica sobre la planta ya desarrollada, puede con mucha facilidad destruir tiernos tejidos de las plantas en germinación; era indispensable que se aumentase considerablemente en numero de semillas, para aumentar tambien las probabilidades de que algunas escapen á la accion destructora de la baja temperatura: de este modo la naturaleza llena su fin principal, qual es la perpetuacion de la especie.

Come altri autori hanno già fatto (RIVERA, 1985), abbiamo verificato l'ottima germinabilità dei semi nelle condizioni ottimali di laboratorio. Naturalmente, nella puna le condizioni ambientali sono talmente rigide da ridurre drasticamente la percentuale di germinazione. Le gelate, inoltre, falcidiano inesorabilmente le giovani pianticelle che non hanno avuto la fortuna di crescere in microambienti più che riparati (spazi fra le rocce, fessure del terreno, cuscinetti di piccole piante che offrono protezione, etc.). La produzione di un enorme numero di semi risulta estremamente dispendiosa per la pianta che dà fondo a tutte le riserve accumulate per decenni, compiendo prima di morire l'unico atto riproduttivo della sua vita, ma è la sola strategia possibile perché la specie possa lasciare una discendenza in un ambiente tanto difficile.

La stima effettuata da Raimondi di 500 individui presenti nel rodal di Carpa richiede una considerazione a parte. Noi concordiamo con VILLIGER (1986) sul fatto che oggi gli individui di *Puya raimondii* nel rodal di Carpa siano molto più numerosi, più di 30,000. È probabile che, col tempo, la pressione antropica su questo rodal si sia molto attenuata, fino a scomparire del tutto dopo la creazione del Parco dell'Huascarán. Le piante hanno avuto modo di riprodursi e di diffondersi su più di mille ettari di superficie. La buona salute di questa popolazione di *Puya raimondii* è testimoniata dalle ripetute fioriture che sono state registrate nel sector Carpa a partire dagli anni '50 del secolo passato (HARTMAN, 1981).

La situazione è ben diversa nel restante areale di distribuzione della specie dal nord del Perù (rodal di Calipuy) alle Ande boliviane (rodal di Cochabamba). Sono state censite alcune decine di rodales, per i quali esiste una carta di distribuzione, alla quale andrebbero aggiunti alcuni rodales di piccole dimensioni, confinati in località remote (VENERO, HOSTNIG, 1986) (Fig. 6).

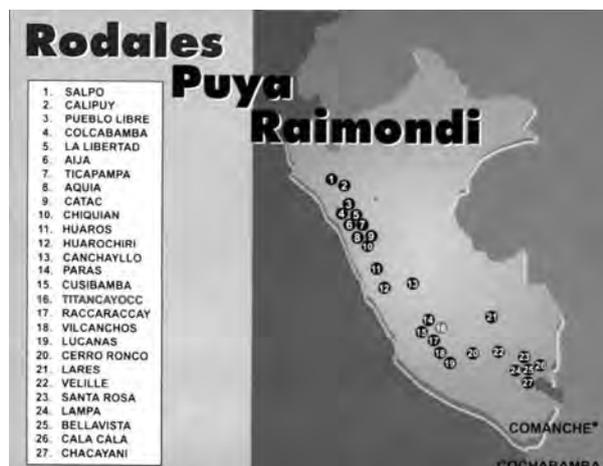


Fig.6

Distribuzione dei rodales di *Puya raimondii* in Perù e nel nord della Bolivia. In rosso il più grande rodal conosciuto, il Titancayoc presso Vischongo (Ayacucho).
Distribution of *Puya raimondii* rodales in Peru and in North Bolivia. The largest known rodal, Titancayoc near Vischongo (Ayacucho), is shown in red.

Nell'anno 2000, nell'ambito di una collaborazione fra Università peruviane (Universidad Mayor San Marcos di Lima) e italiane (Università di Milano-Bicocca), abbiamo effettuato uno studio sulla variabilità genetica esistente fra gli individui di *Puya raimondii*, sia all'interno dei rodales, sia fra i vari rodales (SGORBATI *et al.*, 2004). Lo scopo di questa ricerca era di stabilire quale fosse lo stato di salute delle popolazioni rimaste di *Puya raimondii* per trarne indicazioni utili alla conservazione di questa specie. Abbiamo visitato otto rodales, lungo un tratto di 1000 Km di catena andina, da Huinchos (Dipartimento di Ancash) a Lampa (Dipartimento di Puno). Oltre al rodal di Carpa precedentemente descritto, abbiamo visitato il rodal del Titancayoc (Ayacucho), il più grande esistente, potendo contare su una popolazione di alcune centinaia di migliaia di individui (Fig. 7).

Soprattutto negli anni di fioritura, questo rodal è sicuramente in grado di offrire uno degli spettacoli più straordinari della vita vegetale che si possano osservare al mondo, dove la contemporanea, lussureggiante esplosione di milioni di fiori viene esaltata dal contrasto con il severo ambiente circostante. In accordo con la popolazione locale, vi sono iniziative in atto del nostro paese (es. il "Millennium Parks



Fig. 7

Rodal di Titancayoc, presso Vischongo, nel Dipartimento di Ayacucho. Centinaia di migliaia di esemplari di *Puya raimondii* sono disseminati su una superficie vastissima a più di 4000 metri di quota. Questo rodal potrebbe diventare una notevole attrazione per i turisti provenienti dalla vicina Ayacucho. La foto mostra come molti individui fossero in fiore durante i ripetuti incendi di cui sono visibili le conseguenze sui tronchi carbonizzati. Il rodal dovrebbe essere dichiarato Riserva Naturale per conservare non solo *Puya raimondii*, ma anche il particolare e prezioso ecosistema di piante e animali rari associato a questa specie.

The Titancayoc rodal, near Vischongo, in the Ayacucho Department. Hundreds of thousands of *Puya raimondii* individuals are scattered over a vast territory at more than 4000 m about sea level. This rodal could become a real attraction for tourists coming from the near Ayacucho. The picture shows that numerous individuals were in bloom during repeated fires that left their scapes carbonized. The rodal should be declared Natural Reserve to conserve not only *Puya raimondii*, but also the particular ecosystem with rare plant and animal species which depends on it.

Synergy Project" 2001-2003, promosso dal Comitato Parchi Nazionali d'Italia) per la protezione di questo rodal che potrebbe costituire un notevole richiamo turistico, essendo abbastanza facilmente accessibile dalla non lontana città di Ayacucho. Al contrario dei rodales di Carpa e di Titancayoc, gli altri sei rodales da noi visitati appaiono assai piccoli, essendo composti da poche centinaia di individui. Come già osservato nel Titancayoc, in tutti gli altri rodales le piante appaiono soggette a ripetuti incendi da parte dei pastori. In alcuni casi la gente del posto non ricorda di aver visto fioriture di piante a memoria d'uomo, il che fa tristemente prevedere una prossima scomparsa di questi piccoli rodales.

Abbiamo analizzato il DNA di almeno 160 individui (una ventina per ciascuno degli otto rodales visitati). I risultati che abbiamo ottenuto sono stati assolutamente inattesi e in un certo senso preoccupanti per la futura sopravvivenza della specie (SGORBATI *et al.*, 2004). La variabilità genetica esistente fra gli individui di *Puya raimondii* in tutti i rodales campionati è bassissima, praticamente nulla. In assenza di riproduzione vegetativa e avendo dimostrato la mancanza di apomissia nella specie, abbiamo dedotto che questa

manca di variabilità genetica può essere spiegata solo con un'alta tendenza degli individui all'autofecondazione. Una bassa variabilità genetica, specialmente in popolazioni costituite da un ridotto numero di individui, mette a rischio la sopravvivenza della popolazione, specialmente di fronte a cambiamenti dell'ambiente (molto probabili in futuro forti cambiamenti climatici, soprattutto alle alte quote), ai quali la specie non sarà in grado di adattarsi.

D'altra parte, la notevole uniformità genetica riscontrata anche fra popolazioni distanti fra loro centinaia di chilometri, può facilitare le iniziative di conservazione della specie "in situ". Non essendovi in pratica particolari genotipi locali (sottospecie, razze, varietà) da preservare, per ricostituire i rodali di *Puya raimondii* nelle località in cui questi sono scomparsi, è lecito operare utilizzando germoplasma (semi) proveniente da altri rodali. Data la facile germinabilità dei semi, è possibile coltivare "ex-situ" in condizioni controllate un grande numero di pianticelle che possono essere impiantate nella località prescelta per la rinaturazione dopo 2-3 anni di coltura, quando le pianticelle possono meglio resistere alla rigidità del clima della puna.

A questo proposito, è assolutamente necessario proteggere un certo numero di rodali come donatori di germoplasma. Oltre al rodal di Carpa, è necessario proteggere il Titancayoc e qualche altro rodal (per es. quello di Lampa, Puno) fra i non molti rimasti che appaiono ancora in grado di fiorire e fruttificare con una certa regolarità.

Bisogna sottolineare come la protezione dei rodali di *Puya raimondii* assume un'importanza che va ben al di là della conservazione di una singola specie, per quanto spettacolare e significativa dal punto di vista naturalistico e storico. Diversi studiosi hanno accertato che i superstiti rodali di questa gigantesca bromeliacea andina creano un ambiente del tutto particolare che ospita un ecosistema veramente unico, con specie di piante e animali che altrimenti non sarebbero in grado di sopravvivere nella puna (VENERO, DE MACEDO, 1983). Numerose specie di mammiferi, rettili e soprattutto uccelli trovano rifugio contro l'inclemenza del clima, nutrimento e protezione dai predatori fra le spinosissime foglie della pianta (DORST, 1957). Anche alcune specie di colibrì, fra cui la specie di maggiori dimensioni in Perù, *Patagona gigas*, visitano con regolarità i rodali in fiore (Fig. 8).

Del exámen de esta admirable planta hecha en el mismo lugar deduje luego que era una nueva especie de Pourretia; y atendiendo á su elevada talla, que llega hasta nueve metros, le di su bautismo científico, llamándola Pourretia gigantea, con cuyo nombre será conocida

Il nome del genere *Pourretia*, istituito da RUIZ, PAVON (1794), era stato dedicato dai botanici spagnoli all'Abate Pourret che, raccogliendo piante da tutto il mondo, aveva realizzato nel 1770 un favoloso orto botanico nella città francese di Narbonne. Il nome utilizzato da Raimondi è oggi considerato valido solo come sinonimo del genere



Fig. 8

I colibrì sono i principali visitatori dei fiori di *Puya raimondii*.

Humming-birds are the main pollinators of *Puya raimondii* flowers.

Puya (MOLINA, 1782).

Il botanico tedesco HARMS (1928) riclassificò la pianta scoperta e descritta da Raimondi, collocandola nel genere *Puya* e dedicandola, con l'aggiunta del termine specifico *raimondii*, al nostro grande naturalista. Nei suoi lunghi viaggi in Perù, Raimondi raccolse almeno 20,000 esemplari di piante, alcune delle quali sconosciute alla scienza, che egli inviava ai migliori botanici del tempo per una corretta identificazione e classificazione. Fu così che, oltre a *Puya raimondii*, altre venti di queste specie gli sono state dedicate dai sistematici e portano perciò il suo nome accanto a quello del genere cui appartengono.

Hecha esta pequeña excursión botánica, volví á Utcuyaco y de allí á Huaraz.

Ciò che colpisce nella frase di chiusura di questa "piccola" escursione botanica è la modestia con cui Raimondi considera le sue eccezionali imprese. Una parte importante della fama e ammirazione che accompagnano il ricordo di Raimondi in Perù è dovuta al suo grande amore per la natura peruviana e al rispetto che ha saputo portare alla gente delle più svariate etnie incontrata durante i suoi viaggi in questo straordinario paese (GRUGNI, 1995).

Concludiamo questa saggio sulla *Puya raimondi* sottolineando che la protezione di questa stupenda specie assume una particolare valenza, di tipo naturalistico, celebrativo e simbolico:

- alla sopravvivenza della specie è legata quella di un complesso e peculiare ecosistema, in grado di caratterizzare l'ambiente della puna andina e che può esistere solo in relazione alla presenza di questa pianta;

- la conservazione della più bella pianta delle Ande costituisce il miglior omaggio alla memoria di Antonio Raimondi;

- *Puya raimondi* potrebbe costituire un esempio molto suggestivo per stimolare lo studio, la protezione e la conservazione della montagna andina e delle tradizioni delle genti che la abitano, in un ambiente così fragile e minacciato nella sopravvivenza di alcune fra le più straordinarie e rare specie di piante e animali del nostro pianeta.

LETTERATURA CITATA

- BRACK EGG A., 1993 - *Ecología de un País complejo*. In: *Gran Geografía del Perú*, vol. II, Cap. XVII: 293-298. Juan Mejía Baca, Barcelona.
- , 1999 - *Diccionario enciclopédico de las plantas útiles del Perú*. CBC, Cuzco
- CERRATE E., 1957 - *Notas sobre la vegetación de la provincia de Chiquián*. Folia Biológica Andina. Pars I-Botánica 1: 9-39.
- DE MACEDO H., 1978 - *A propósito de la mayor de las Bromeliaceas*. Bol. Soc. Geog. Lima, 97: 35-41.
- DORST J., 1957 - *The Puya stands of the peruvian high plateaux as a bird habitat*. IBIS, 99: 594-599.
- GOLDSTEIN G., MEINZER F.C., MONASTERIO M., 1984 - *The role of capacitance in the water balance of Andean giant rosette species*. Plant, Cell Environm., 7: 179-186.
- GOLDSTEIN G., MEINZER F.C., RADA F., 1994 - *Environmental biology of a tropical treeline species, Polylepis sericea*. In: RUNDEL P.W., SMITH A.P., MEINZER F.C. (Eds.), *Tropical alpine environments*: 129-149. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- GOLDSTEIN G., RADA F., AZÓCAR A., 1985 - *Cold hardiness and supercooling along an altitudinal gradient in Andean giant rosette species*. Oecologia, 68: 147-152.
- GRUGNI E., 1995 - *Antonio Raimondi, un genio italiano tra le Ande*. Ligabue Magaz., 27: 62-67.
- HARMS H., 1928 - *Puya*. Bot. Gart., 10: 213, Berlin-Dahlem.
- HARTMAN O., 1981 - *Puya raimondii, cada vez son menos*. Bol. Lima, 10: 79-83.
- MEINZER F.C., GOLDSTEIN G., RADA F., 1994 - *Paramo microclimate and leaf thermal balance of Andean giant rosette plants*. In: RUNDEL P.W., SMITH A.P., MEINZER F.C. (Eds.), *Tropical alpine environments*: 45-59. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- MEINZER F.C., GOLDSTEIN G.H., RUNDEL P.W., 1985 - *Morphological changes along an altitudinal gradient and their consequences for an Andean giant rosette plant*. Oecologia, 65: 278-283.
- MILLER G.A., 1986 - *Pubescence, floral temperature and fecundity in species of Puya (Bromeliaceae) in the Ecuadorian Andes*. Oecologia, 70: 155-160.
- MOLINA, 1782 - *Sag. Stor. Nat. Chili*, 160: 351.
- RAIMONDI A., 1874 - *El Perú*. Tomo I (XIV): 295-297. Imprenta del Estado, Lima.
- RIVERA C.A., 1985 - *Puya raimondii* Harms. Bol. Lima, 38: 85-91.
- RUIZ H., PAVON J., 1794 - *Flora peruviana Prodrómo*, 46.
- SGORBATI S., LABRA M., GRUGNI E., BARCACCIA G., GALASSO G., BONI U., MUCCIARELLI M., CITTERIO S., BENAVIDES IRAMÁTEGUI A., VENERO GONZALES L., SCANNERINI S., 2004 - *A survey of genetic diversity and reproductive biology of Puya raimondii (Bromeliaceae), the endangered Queen of the Andes*. Plant Biol., 6: 222-230.
- SMITH A.P., 1980 - *The paradox of plant eight in Andean giant rosette species*. J. Ecol., 68: 63-73.
- , 1994 - *Introduction to tropical alpine vegetation*. In: RUNDEL P.W., SMITH A.P., MEINZER F.C. (Eds.), *Tropical alpine environments*: 1-19. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- SMITH A.P., YOUNG T., 1987 - *Tropical alpine plant ecology*. Annu. Rev. Ecol. Syst., 18: 137-158.
- SMITH L.B., DOWNS R.J., 1974 - *Flora Neotropica*. Hafner Press, New York.
- SMITH L.B., TILL W., 1998 - In: KUBITZKI K. (Ed.), *The families and genera of vascular plants*, 3: 74-99. Springer-Verlag, Berlin.
- VENERO J.L., DE MACEDO H., 1983 - *Relictos de Bosques en la Puna del Perú*. Bol. Lima, 30: 19-26.
- VENERO J.L., HOSTNIG R., 1986 - *Las "Titancas" de Aymaraes*. Bol. Lima, 48: 83-88.
- VILLIGER F., 1986 - *Rodales de Puya raimondii y su protección*. Bol. Lima, 10: 84-91.

RIASSUNTO – Viene commentata la scoperta da parte del naturalista Antonio Raimondi della gigantesca bromeliacea andina *Puya raimondii*. Oltre alle informazioni fornite dagli studiosi peruviani e dalle ricerche dell'Autore, sono necessari ulteriori studi di ecologia, fisiologia, biologia della riproduzione, genetica di popolazione per proteggere efficacemente questa eccezionale pianta andina minacciata di estinzione assieme al suo peculiare ecosistema.

AUTORI

Sergio Sgorbati, Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Università di Milano, Piazza della Scienza 1, 20126 Milano

Il Cocco di Babassù, una risorsa rinnovabile

B. TIRILLINI e P. BRIGATTI

ABSTRACT- *The babassù coconut, a renewable resource* - The babassù is the popular name of the *Orbignya phalerata* Martius, a palm of the *Ceroxylinaceae* sub-family. This palm is native of the southern Amazon. Currently the natives draw some money from the marketing of the kernels contained in the coconut endocarp. Recent studies have focused on the medicinal properties of the mesocarp and this coconut by-product would be an interesting nutrient. With suitable know-how, million of natives would have a renewable resource with the market of the mesocarp meal.

Key words: mesocarp meal, *Orbignya phalerata*, renewable resource

INTRODUZIONE

Il babassù appartiene alla famiglia *Palmaceae*, sottofamiglia *Ceroxylinaceae* ed alla specie *Orbignya phalerata* Martius. Il suo nome popolare è "Babaçu" (dalla lingua Tupi-Guarani: ba = frutto; açu = largo). Questa pianta è ampiamente distribuita lungo i bordi meridionali dell'Amazzonia, dall'Oceano Atlantico fino alla Bolivia. La si trova anche nell'Amazzonia orientale e centrale in direzione Nord verso le Guaiane. La zona di maggiore diffusione è situata lungo i bordi del bacino amazzonico, negli Stati brasiliani del Maranhão, Piauí e Tocantins (su un'estensione di circa 150.000 km²), dove la foresta umida lascia il posto alla vegetazione tipica del "cerrado" (savana semi-forestale). Il babassù tollera un'ampia varietà di condizioni ecologiche, però le zone "a babassù" si concentrano per lo più in suoli acidi con accumulo illuviale di argilla ("luvisuoli" e "acrisuoli"), tipici dei climi tropicali caldi (ASSEMA, 2002).

Nel "cerrado" il clima è caratterizzato da un periodo di piogge con piovosità media annua di circa 1200 mm, seguita da una stagione secca di sei mesi o più. Invece, nella zona di foresta primaria, questa palma cresce con una piovosità media annua tra 1500 e 2500 mm e con una stagione secca più corta (meno di sei mesi). Nella foresta primaria si possono trovare fino a 10.000 palme per ettaro, ma la maggior parte è costituita da giovani getti fogliari; rare sono le piante da frutto, perché l'albero ha bisogno di spazio per giungere a sufficiente altezza e ricevere luce. La diffusione di questa palma è stata favorita dall'agricoltura itinerante delle popolazioni locali, che ha degradato la foresta primaria. Il babassù è un vigoroso colonizzatore dei siti disturbati perché la sua noce

non ha predatori ed il fuoco e l'ombra stimolano la sua germinazione. Inoltre, l'incendio di zone di foresta praticato dagli indigeni per le loro colture di sussistenza, distrugge le specie vegetali competitive ed apre così lo spazio allo sviluppo del babassù.

La germinazione del seme è di tipo "tubolare remota" e cioè è una germinazione ipogea dal momento che il cotiledone non emerge dal seme. L'asse ipocotile si allunga sottoterra per 20-60 cm portando con sé la plumula e la radichetta; la radichetta (che precede la plumula) persiste per un periodo limitato fino a raggiungere 20-40 cm di lunghezza per essere rimpiazzata da radici avventizie. La prima foglia esce da un'apertura della guaina. Il meristema apicale resta sepolto nel suolo fino a raggiungere un certo diametro di larghezza e richiede vari anni per produrre sufficienti foglie che daranno origine ad un fusto abbastanza grosso per cominciare la crescita vera e propria del tronco. La palma forma un ampio sistema radicale che può estendersi per vari metri in profondità e per più di una dozzina di metri attorno al tronco.

Il babassù si sviluppa rapidamente quando è esposto a forte insolazione e incomincia, a partire dall'ottavo anno, a portare frutti. La quantità di palme che arrivano a fruttificare variano da 50 a 100 per ettaro, con una produttività media di 1700 kg di cocco per anno e per ettaro.

Il babassù è una palma a tronco unico dal diametro che varia da 20 a 40 cm ed ha un'altezza che raggiunge i 20 m. La corona contiene da 10 a 25 archi eretti di foglie pinnate il cui rachide ha una lunghezza che varia da 550 a 850 cm; lungo il rachide ci sono 300 a 400 foglie secondarie, ciascuna delle quali va

da 20 a 185 cm di lunghezza e da 1 a 6 cm di larghezza (le misure variano a secondo dell'esposizione e dell'età dell'albero).

Le infiorescenze possono essere o esclusivamente staminate o androgine (staminate e pistillate insieme) e nascono dalle ascelle di ogni rachide fogliare, però non tutte giungono a maturazione. Sono di color crema-giallastro e fioriscono da gennaio ad aprile. Ogni palma può portare fino a 6 caschi di fiori che daranno origine a dei frutti ovali allungati di color scuro-castano che maturano nel periodo da agosto a gennaio. I frutti sono di forma ellittica: da 8 a 15 cm di lunghezza e da 5 a 9 cm di larghezza e ciascuno dal peso variante da 50 a 400 gr. L'epicarpo è fibroso ed è spesso da 1 a 5 mm. Il mesocarpo dallo spessore che varia da 2 a 12 mm è pastoso e secco. L'endocarpo è legnoso, con un diametro da 35 a 75 mm, e contiene da 3 a 4 semi (comunemente chiamati "mandorle") di forma ellittica e lunghi circa 3-6 cm, con un endosperma bianco oleaginoso.

La nascita delle nuove foglie e la fioritura avvengono durante la stagione delle piogge, seguite circa nove mesi dopo dalla maturazione dei frutti e dalla senescenza e caduta delle foglie. (CLAY, CLEMENT, 1993). Il babassù è considerato "l'albero della vita" perché garantisce la sussistenza di molte centinaia di migliaia di persone che vivono in queste aree di foresta secondaria. Solo nella regione del Nord-Est del Brasile, negli Stati del Maranhão e Piauí, circa 420.000 famiglie rurali dipendono quasi totalmente dalle attività legate all'utilizzazione di questa palma. Con l'apertura della rete stradale trans-amazzonica e con la concessione dei terreni alle grandi aziende di allevamento di bestiame è iniziata la distruzione sistematica della foresta; soltanto tra il 1967 e il 1984, ben 1.350.000 ha di foresta di babassù sono stati occupati da queste nuove aziende. L'espansione degli allevamenti è sovente accompagnata dal taglio degli alberi. Ne è derivato non soltanto la distruzione di un sistema ecologico, ma anche il peggioramento delle condizioni di vita delle popolazioni indigene la cui sussistenza è legata all'utilizzo dei prodotti della foresta. (MAY, 1999; FAO/UNESCO, 1988) L'estrazione razionale dei prodotti rinnovabili della foresta permette non soltanto di mantenerla in vita, ma anche di garantire un equilibrio dei sistemi ecologici e climatologici regionali e globali.

Gli abitanti che derivano la loro sussistenza dal cocco di babassù sono prevalentemente dei meticci, discendenti dagli indios originali della foresta e dagli africani, che, importati come schiavi dall'Africa in Brasile, si sono rifugiati in queste zone sperdute per sfuggire alla schiavitù. A questa popolazione si sono aggiunti, a varie ondate, i "caboclos" reduci dalle crisi di carestia che si succedono periodicamente nel poligono della siccità del Nord-Est brasiliano.

Il principale prodotto estratto dal babassù e che possiede un valore commerciale e industriale è costituito dalle mandorle contenute nell'endocarpo del frutto. La mandorla contiene il 60-70% di un olio vegetale ricco in acido laurico ed ha una composizione simile a quella dell'olio della noce della palma *Cocos*

nucifera L. Purtroppo, siccome le mandorle costituiscono solo il 10% del peso del frutto fresco, la resa in olio è bassa (da 90 a 150 kg/ha/anno) e quindi economicamente poco vantaggiosa per i raccoglitori (KASS *et al.*, 1993).

Nelle comunità la maggior parte del lavoro di raccolta e di rottura del cocco di babassù è fatta principalmente dalle donne e dai bambini. Per la raccolta ed il trasporto, le "quebradeiras" (così sono chiamate le donne che spaccano le noci di cocco) si recano a piedi (fino a 10 km di distanza) nella foresta per raccogliere le noci cadute spontaneamente dall'albero. La maggior parte delle donne caricano sulla testa un cesto pieno di cocchi per portarli al luogo dove effettuano la spaccatura. Quando il luogo di raccolta è lontano da casa le lavoratrici passano l'intera giornata rompendo le noci sul luogo stesso di raccolta. Le fortunate che possiedono un mulo possono trasportare una buona quantità di cocchi direttamente a casa per effettuare il lavoro di rottura.

La rottura del cocco è un lavoro manuale molto faticoso: le donne si inginocchiano per terra, tenendo la scure bloccata tra le ginocchia, con la lama rivolta verso l'alto; appoggiano il cocco intero sul filo della lama e con un martello di legno lo colpiscono ripetutamente fino a quando si apre per estrarne da tre a quattro mandorle. In un giorno di lavoro, una "quebradeira" abile arriva a spaccare 100 kg di cocco per ottenere una media di 7 kg di mandorle. Nel periodo culminante del raccolto (da ottobre a dicembre), la raccolta e l'estrazione delle mandorle occupano circa l'80% del tempo del lavoro totale delle donne e 65% di quello dei bambini.

La produzione familiare è venduta (o barattata con altri beni di consumo) a degli intermediari che circolano in zona e che a loro volta la trasportano e la vendono alle industrie di fabbricazione di olio e sapone situate nelle grandi città (PINHEIRO CUB FRAZAO, 1995).

Una piccola quantità del raccolto è riservata all'uso domestico per l'estrazione dell'olio per cucinare e per la fabbricazione di sapone.

La vendita di 7 kg di mandorle dà un guadagno giornaliero di meno di 1 dollaro. Questa attività prosegue durante sei mesi e rappresenta un'entrata che va dal 30 al 50% del totale reddito familiare. Le altre entrate derivano dalla vendita degli eccedenti delle colture del riso, mais e manioca. In un sistema di coltivazione agro-forestale, con una densità di 80 palme all'ettaro, questi prodotti sono coltivati negli spazi tra gli alberi, durante un ciclo di 4/5 anni; ogni quinto anno le foglie delle palme sono tagliate e bruciate e con le loro ceneri si ricostituiscono le sostanze nutrienti del suolo messo a riposo durante un anno. Le palme ricuperano e continuano a produrre frutti per sostenere la famiglia fino al prossimo ciclo agricolo.

Le mandorle sono vendute agli oleifici che producono olio commestibile (in seguito trasformato in margarina), sapone e glicerina ed il panello di estrazione viene utilizzato nella produzione di mangimi animali. L'uso del babassù è di fondamentale importanza per la sopravvivenza delle

famiglie rurali e di questa pianta si utilizza praticamente tutto.

Il meristema centrale della pianta giovane viene usato come alimento e le foglie cadute producono un concime usato negli orti. Dalle foglie si ricavano fibre per confezionare cesti, stuoie, ventagli, setacci, corde, fruste, gabbie per uccelli e trappole per animali. Gli archi fogliari interi sono utilizzati per la copertura dei tetti; bruciati servono per fertilizzare il terreno o per eliminare gli insetti ed i parassiti delle piante. I piccioli sono impiegati per l'intelaiatura delle finestre e l'intreccio delle pareti in fango seccato, per steccati di recinzioni e sostegni di piante. Dal rachide si estrae un liquido che è utilizzato come antisettico. Il fusto fornisce materiale da costruzione per costruire ponti, fondamenta di abitazioni e per fare banchi. La linfa è raccolta e fermentata per produrre una bevanda alcolica. Le mandorle sono consumate crude come noccioline, grattugiate e spremute per ottenere un "latte" utilizzato come bevanda in sostituzione del latte animale o per le preparazioni culinarie; frantumate e pressate per produrre olio da cucina, olio per illuminazione e per fabbricare sapone. I residui sono usati come mangime per gli animali e per farne delle esche per pesci e gamberetti. La farina del mesocarpo è usata in sostituzione della manioca o per fare una bevanda simile alla cioccolata ed è soprattutto usata contro tutta una serie di malanni. L'endocarpo è usato per fare carbone da legna che è la principale fonte di combustibile per cucinare; il fumo emesso dalla combustione del legno è un ottimo repellente per gli insetti; il guscio è pure utilizzato per fabbricare oggetti d'artigianato. (ASSEMA, 2002).

Nonostante le numerose utilizzazioni della pianta, solo le mandorle hanno un reale valore commerciale, tutto il resto è considerato alla stregua di sottoprodotti e sono considerati solo una risorsa marginale che ha valore soltanto in quanto parte integrante del sistema tradizionale di sussistenza delle popolazioni indigene locali. Però, tra questi sottoprodotti, la farina del mesocarpo, per il suo valore come alimento-integratore, potrebbe raggiungere un buon valore di mercato se fossero ricercate opportune tecnologie e nuovi sbocchi commerciali (GARROS ROSA, 1986).

La ricerca tecnologica per il miglioramento dei metodi di estrazione dei prodotti del cocco di babassù si è sviluppata a livello industriale, nei centri urbani, provocando come risultato l'impoverimento delle famiglie dei raccoglitori che si sono viste sottrarre lavoro (per la parte della lavorazione trasferita all'industria) e risorse (provenienti dai sottoprodotti).

Attualmente per migliorare le condizioni economiche e sociali delle comunità rurali sono in corso delle ricerche per introdurre delle tecnologie alternative che permettono di decentralizzare il processo di trattamento del cocco di babassù. La decentralizzazione, permettendo di trattare il prodotto direttamente sul posto di raccolta, favorisce la riduzione dei costi di trasporto, elimina gli intermediari e riduce lo sperpero dei sottoprodotti. Questa strategia favorisce l'aumento del reddito dei piccoli produttori nelle stesse

aree di crescita del babassù; in tal modo viene accresciuto il valore della foresta secondaria con delle attività basate sull'estrazione di prodotti forestali rinnovabili; attività che diventano competitive rispetto ad altri possibili usi di questi terreni. Queste nuove tecnologie sono state adottate in alcune comunità rurali, dove i raccoglitori e le donne "quebradeiras" si sono organizzati in cooperative con lo scopo di avere un'attività redditizia e un lavoro meno estenuante per le donne ed i bambini. (CLAY, CLEMENT, 1993).

USO DEL MESOCARPO DEL COCCO DI BABASSÙ NELL'ETNOMEDICINA E NELLE RICERCHE FARMACOLOGICHE

Per le popolazioni indigene la farina del mesocarpo è utilizzata anzitutto nella zona di produzione come complemento alimentare a livello familiare (particolarmente indicata, mescolata al latte, come ricostituente per bambini inappetenti) ed è usata per il trattamento delle coliche mestruali, dei reumatismi, delle ulcere gastriche e duodenali, delle coliti, della stipsi, delle emorroidi, dell'epatite, delle prostatiti e della leucemia (EMBRAPA, 2001).

Studi scientifici hanno messo in evidenza un'azione anti-infiammatoria dall'estratto cloroformico del mesocarpo del cocco di babassù almeno pari a quella del fenilbutazone. (MAIA, RAO, 1989) La ricerca, fatta su Wistar rats e Swiss mice, si riferiva a tre modelli sperimentali in vivo: l'infiammazione acuta indotta da carragenina nelle zampe di ratti; la lesione granulomatosa indotta da palline di cotone inserite nella sottocute e nella regione dorsale dei ratti; l'artrite indotta nei ratti iniettando formaldeide.

Sono state effettuate varie prove su animali per verificare eventuali effetti collaterali causati dall'assunzione della farina del mesocarpo e si è visto ad esempio che, a differenza del fenilbutazone, i ratti trattati con la farina del mesocarpo non presentavano alcuna ulcerazione nello stomaco e mentre il fenilbutazone aumentava notevolmente il tempo di sanguinamento, la farina del mesocarpo lo manteneva a livelli normali. La farina del mesocarpo non modificava i tempi di sonno, non induceva sonnolenza e non prolungava i tempi di reazione agli stimoli esterni.

La farina del mesocarpo sembra possedere un blando effetto analgesico periferico, come è stato evidenziato dalla sua azione antagonista negli spasmi indotti nei ratti con acido acetico; tuttavia, a differenza della morfina, la farina si era mostrata senza effetto sul sistema nervoso centrale, mentre si aveva un'azione a livello periferico (MAIA, RAO, 1989).

La farina del mesocarpo non mostrava sintomi di tossicità quando questa veniva assunta per via orale anche in altissime dosi. Per via intra-peritoneale (come da test effettuato sui ratti), il DL₅₀ corrispondeva ad una somministrazione venti volte superiore alla dose terapeuticamente efficace (ROSENTHAL, ESPINDOLA, 1975).

La convinzione popolare che attribuisce alla farina del mesocarpo del cocco di babassù anche delle proprietà anti-cancerogene, è stata in parte confermata da una ricerca farmacologica (MORAES, MACHADO,

1997) che ha dimostrato l'esistenza di proprietà inibitorie nei confronti di certi tipi di carcinomi (il sarcoma di Yoshida, il carcinoma di Ehrlich e il carcinosarcoma di Walker).

CONCLUSIONI

Tra le proprietà attribuite alla farina del mesocarpo dalla tradizione popolare sono state confermate, dalla ricerca scientifica, quelle anti-infiammatorie ed anti-reumatiche: il prodotto agisce a livello della riduzione delle infiltrazioni edematose e la sua azione anti-infiammatoria ne riduce il dolore.

Di conseguenza l'assunzione di questo prodotto è particolarmente consigliata alle persone anziane, come complemento alimentare, perchè ha il vantaggio di non presentare effetti collaterali anche quando l'assunzione è protratta nel tempo.

Il prodotto non presenta tossicità alle normali quantità impiegate, anche se a dosi sostenute aumenta sensibilmente la velocità di transito intestinale, per l'alto tenore in fibre vegetali sia solubili (come emicellulosa e pectina) che insolubili (come cellulosa e lignina). Per questo motivo il prodotto è efficace anche in caso di stipsi cronica per la sua azione come blando lassativo ed ha il vantaggio, essendo una fibra vegetale ricavata dal frutto di una palmacea, di non presentare l'inconveniente dell'azione dei fitati come per esempio nel caso della crusca dei cereali.

La farina del mesocarpo del cocco di babassù è anche indicata per le infiammazioni dell'apparato gastro-intestinale, come ulcere gastriche e duodenali, coliti ed emorroidi e non presenta l'inconveniente dei farmaci anti-infiammatori tradizionali che provocano lesioni alle mucose gastro-intestinali. Un'altra proprietà importante di questa farina, dovuta probabilmente all'alto contenuto di colina, è la sua azione epato-protettiva.

La farina ottenuta dal mesocarpo del cocco di babassù, quindi, anche secondo le ultime ricerche scientifiche, sembra avere delle reali proprietà medicinali che fanno di questo prodotto un interessante integratore alimentare con una potenzialità commerciale, ben superiore a quella degli altri prodotti ottenibili dal cocco di babassù. Qualora adeguatamente supportate, le popolazioni dell'area "a babassù" potrebbero avere una soddisfacente fonte di sostentamento rinnovabile, e si eviterebbe un urbanesimo verso le grandi città con la prospettiva di un degrado

ed una perdita di identità culturale che tale fenomeno porta sempre alle popolazioni più povere.

LETTERATURA CITATA

- ASSEMA, 2002 - *Associação em Areas de Assentamento no Estado do Maranhão*. In: *Minha terra tem palmeiras e gente de muita fibra*. Ed. ASSEMA - Janeiro 2002.
- CLAY J., CLEMENT C., 1993 - *Selected species and strategies to enhance income generation from Amazonia Forests*. F.A.O. Roma - May 1993: 177-188.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), 2001 - *Composição química e valor calorico da farinha do mesocarpo de babaçu*. In: *Agroindustria de alimentos*. Rio de Janeiro, Maio.
- FAO/UNESCO, 1988 - *Soil map of the world*. Vol. IV: *South America*.
- GARROS ROSA I., 1986 - *Estudo químico, qualitativo e quantitativo do residuo amiláceo do coco babaçu*. Riv. Quim. Indust., 10(3): 23-26.
- KASS D.C.L., FOLETTI C., SZOTT L.T., LANDAVERDE R., NOLASCO R., 1993 - *Traditional fallow systems of the America*. Agrofor. Systems, 23: 207-218.
- MAIA M.B.S., RAO V.S., 1989 - *Anti-inflammatory activity of Orbignya phalerata in rats*. Phytother. Res., 3(5): 56-58.
- MAY P.H., 1999 - *A tragedy of the non-common recent development in the babaçu palm based industries in Maranhão, Brazil*. F.A.O. Forests, trees and people. Newsletters, 11.
- MORAES M.O., MACHADO M.I.L., 1997 - *Screening for anticancer activity of plants from the Northeast Brazil*. Fitoterapia, 68: 224-229.
- PINHEIRO CUB FRAZAO J.M.F., 1995 - *Integral processing of babassu palm (Orbignya phalerata, Arecaceae) fruits - Village level production in Maranhão, Brazil*. Econ. Bot., 49: 31-39.
- ROSENTHAL F.R.T., ESPINDOLA A.M.C., 1975 - *O amido do coco babaçu - Algumas propriedades dos granulos e das pastas*. Rev. Brasil. Tecnol., 6: 112-116.

RIASSUNTO -Il babassù è il nome popolare dell'*Orbignya phalerata* Martius, una palma della sottofamiglia delle Ceroxylinaceae. Questa palma cresce spontanea nelle zone meridionali dell'Amazzonia. Attualmente le popolazioni indigene ricavano un misero sostentamento dal commercio delle nocchie contenute nell'endocarpo del cocco. Recenti studi hanno messo in evidenza alcune proprietà medicinali della farina ricavata dal mesocarpo del cocco e questo sotto-prodotto potrebbe essere un interessante integratore alimentare. Se supportati da adeguate conoscenze tecniche, milioni di abitanti le zone "a babassù" potrebbero avere una risorsa economica rinnovabile importante con la vendita della farina del mesocarpo.

AUTORI

Bruno Tirillini, Piera Brigatti, Istituto di Botanica, Università di Urbino, Via Bramante 28, 61029 Urbino, e-mail: tirillini@uniurb.it