

Indagine conoscitiva di fibra e midollo di cocco presenti sul mercato italiano: aspetti fisici, chimici e microbiologici

Patrizia Zaccheo^{1*}, Costantino Cattivello², Giovanni Minuto³, Laura Crippa¹ e Daria Orfeo⁴

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali DiSAA, Università di Milano

² ERSA FVG Laboratorio Substrati, Pozzuolo del Friuli (UD)

³ Centro di Sperimentazione e Assistenza Agricola (CeRSAA), Albenga (SV)

⁴ AIPSA Associazione Italiana Produttori Substrati di coltivazione e Ammendanti, Castel San Giovanni (PC)

Comparative assessment of coconut coir dusts in the Italian market: physical, chemical and microbiological aspects

Abstract. Coir dust is increasingly and successfully used as a component of growing media for the horticultural market. The aim of this study was to characterize the main physical, and chemical properties of nine coir dusts from different sources and variable proportions of pithy tissue particles and short fibers, available in the Italian market. A respirometric and a germination test were also performed, in order to assess biological stability and to exclude phytotoxicity. Finally weed seeds, fungal population and composition and presence of faecal indicators were detected. Expansion after rehydration varied greatly among coir samples, ranged from 10,2 to 14,8 L kg⁻¹. The coirs had similar physical and hydrological properties; pH and electrical conductivity were significantly different among products and ranged from 6,4 to 7,9 and from 0,1 to 0,39 dS/m⁻¹, respectively. All the fine textured coir dusts exhibited high biological stability; two coir dusts induced strong inhibition of cress germination and early growth, one had a stimulative effect, and the remaining didn't differ to the control peat. Fungal population in the samples were low and mainly composed by *Aspergillus* and *Penicillium*. All the examined samples had a minimal content of weed seeds and were free of contaminant.

Key words: Growing media, pathogens, stability, germination, expansion.

Introduzione

L'attuale tendenza nel settore dei substrati di coltivazione a favorire materiali alternativi alla torba,

valorizzando residui organici, vede tra i protagonisti i sottoprodotti derivati dalla noce di cocco (fibra, midollo, chips), grazie alla loro eco-compatibilità ed alle ottime caratteristiche fisiche. Accanto a queste note positive, i cocco-derivati possono presentare aspetti critici legati alle lavorazioni effettuate nei luoghi di produzione (principalmente India e Sri Lanka). Possono infatti insorgere problemi dalla non corretta conduzione (o omissione) delle fasi di invecchiamento o compostaggio (sostanza organica instabile, contaminazione da acque luride) e di lavaggio (salinità elevata per Cl e Na) e in ultimo da eventuale eccesso di compressione applicata ai materiali (difficoltà o riduzione di espansione).

Anche in Italia l'utilizzo di cocco è in continuo aumento, tuttavia al momento non si dispone di informazioni esaurienti circa le caratteristiche del cocco presente sul mercato nazionale. Per questo motivo il Comitato Tecnico dell'Associazione Produttori di Substrati di Coltivazione e Ammendanti AIPSA ha promosso la conduzione di una prima indagine su alcune tipologie di cocco, che prende in considerazione gli aspetti fisici, chimici e microbiologici più rilevanti.

Materiali e metodi

I materiali esaminati (midollo, fibra, chips di cocco in diverse combinazioni) sono stati fatti pervenire da quattro importatori italiani ai tre laboratori incaricati delle analisi. Per ciascun prodotto sono state fornite tre mattonelle pressate di circa 5 kg, provenienti dallo stesso lotto di fornitura. Provenienza e indicazioni merceologiche comunicate dagli importatori e granulometria determinata sui prodotti sono riportate in tabella 1.

Una porzione di ciascuna mattonella è stata reidratata per imbibizione con 4 e con 5 litri di acqua deionizzata, per 24 e 48 ore, e su idonee aliquote di ciascu-

* patrizia.zaccheo@unimi.it

Tab. 1 - Provenienza, indicazioni merceologiche e granulometria dei prodotti a base di cocco.
 Tab. 1 - Source, composition and particle size distribution of the studied coir products.

Codice	Origine	Trattamenti	Composizione	Granulometria %				Indice grossolanità*
				> 16 mm	16-4 mm	4-1 mm	< 1 mm	
A	Sri Lanka	Lavaggio e invecchiamento	Chips irregolari di fibra e midollo	27	51	17	5	95
B	India	Lavaggio e invecchiamento	Frazione media di midollo (6-12 mm)	0	5	40	55	45
C	India	Lavaggio e invecchiamento	Frazione fine di midollo (6 mm)	0	2	39	60	40
D	India	Lavaggio	Frazione fine di midollo (6mm)	1	3	40	56	44
E	India	Lavaggio	70% midollo fine (6mm) e 30% fibra corta (v/v)	14	6	33	47	53
F	Sri Lanka	Lavaggio e invecchiamento	Midollo depolverizzato con 15/20% fibra corta (v/v)	0	2	36	61	39
G	India	Lavaggio e invecchiamento	Midollo con tracce di fibra	0	1	39	60	40
H	Sri Lanka	Lavaggio e invecchiamento	Chips irregolari di fibra e midollo	19	45	19	17	83
M	India	Lavaggio e invecchiamento	70% midollo e 30 % di fibra corta (v/v)	6	9	32	54	46

* percentuale in peso di particelle maggiori di 1 mm

na mattonella, sono state effettuate le seguenti determinazioni analitiche: granulometria (UNI EN 15428), proprietà fisiche e idrologiche (De Boodt *et al.*, 1974), pH (UNI EN 13037), conducibilità elettrica (UNI EN 13038), contenuto in Na e K solubili in acqua (UNI EN 13652), analisi malerbologiche (metodo Stichting RHP), OUR (UNI EN 16087-1), germinazione (UNI EN 16086-2: 2012), ricerca di funghi mediante diluizioni successive su substrati semiselettivi e riconoscimento mediante sequenziamento e l'analisi delle regioni ITS del rDNA (Cooke *et al.*, 2007), contaminanti fecali (POP 51 Rev 4 2008, MI_63/11 2011).

I dati sono stati sottoposti ad analisi statistica Anova univariata dopo verifica dell'omogeneità della varianza ed applicazione del test di confronto multiplo Tukey-b, con il pacchetto statistico IBM SPSS Statistics per Windows, Version 22.0.

Risultati e discussione

La capacità di espansione dei prodotti esaminati (tab. 2), compresa tra 10,2 e 14,8 L/Kg di materiale, è da considerarsi medio-bassa e può dipendere non solo dalla granulometria del prodotto (maggiore per prodotti fini), ma anche da altri fattori, quali la ripartizione tra fibra e midollo, il tenore in ceneri e i trattamenti subiti dal materiale durante la produzione. Riguardo a quest'ultimo fattore, tuttavia, uno studio di Konduru *et al.*, 1999, ha dimostrato che la pressione di compressione, così come il grado di umidità di diversi prodotti a base di cocco, non hanno una influenza

significativa sul volume di prodotto rigenerato. Il tempo di contatto con l'acqua non influenza il volume finale (valori costanti dopo 24 e 48 ore di contatto), a differenza della quantità di acqua impiegata (aumentando il volume di acqua da 4 a 5 litri si è ottenuto un incremento medio di espansione dell'8,3%).

Cinque campioni di cocco denunciano un basso tenore in ceneri (< 10% s.s.), due registrano valori intermedi, mentre i due campioni che non hanno subito un processo di invecchiamento (che presumibilmente comporta anche un lavaggio del materiale, esposto più a lungo agli agenti atmosferici) hanno tenori in ceneri elevati (20 e 30% s.s.). E' altresì pos-

Tab. 2 - Caratteristiche fisiche dei prodotti a base di cocco (ogni valore è la media di tre repliche).
 Tab.2 - Physical characteristics of the studied coir products (each value is the mean of three replications).

Codice	Espansione 4L	Espansione 5L	Ceneri	Restringimento
	L/kg	L/kg	% s.s.	% vol/vol
A	12,4b	12,7abc	3,8a	13,5bc
B	12,5b	12,6abc	16,3cd	12,5bc
C	13,5b	14,7abc	9,3ab	10,9bc
D	8,9a	10,7a	32e	1,2a
E	13,3b	15,7c	20,3d	12,2b
F	13,7b	15,3bc	9,7abc	11,3bc
G	11,8ab	12,2abc	14,2bcd	16c
H	10,7ab	11,2ab	5,5a	143bc
M	10,7ab	11,4ab	9,9abc	12,6ab

medie in colonna seguite da lettere uguali non differiscono per $p=0,05$ (test bTukey).

sibile che questi campioni siano stati stoccati su superfici non cementate e al momento del confezionamento del materiale sia stato raccolto accidentalmente anche del suolo. Il grado di restringimento, misura della stabilità fisica dei materiali, assume valori compresi tra 16 e 11% (assente nel campione D), indicando una buona capacità di tutti i prodotti esaminati a resistere agli stress meccanici che possono operare sul substrato durante la coltivazione. Ciò potrebbe essere dovuto alla particolare struttura fisica delle particelle presenti e alla loro alta percentuale di lignina (Carlile *et al.*, 2015). A conoscenza degli Autori, un solo dato sul restringimento di prodotti a base di cocco è riportato nella letteratura scientifica, relativo ad un campione di fibra e midollo di cocco della Malaysia, risultato pari a 11.2% (Asiah *et al.*, 2004).

Le proprietà idrologiche dei campioni in studio sono riportate in tabella 3. L'elevata porosità totale che caratterizza questa tipologia di materiale è particolarmente marcata in questi campioni ($95\% \pm 0,7\%$), e non risulta dipendere dalla granulometria. L'acqua facilmente disponibile assume, in tutti i prodotti, valori molto bassi, tra 15 e 17%, indice di una scarsissima capacità di rifornire le colture di acqua tra un evento irriguo e il successivo. I risultati sono comparabili con quelli osservati in uno studio di Abad *et al.*, 2005, condotto su 13 campioni a base di cocco, provenienti da Costa Rica, Costa d'Avorio, Sri Lanka e Thailandia.

Nei campioni esaminati si osserva una differente ripartizione tra porosità per l'aria e porosità per l'acqua. I due campioni più grossolani e i due campioni medio-fini che non hanno subito il processo di invecchiamento (D e E), mostrano minori capacità di trattamento dell'acqua e minori quantità di acqua facilmente disponibile. L'invecchiamento, comportando la distruzione di molti tessuti costituiti da frazioni carboniose facilmente attaccabili (cellulosa ed emicellulosa), determina un incremento delle particelle più pic-

cole e di conseguenza della microporosità, che è occupata in larga parte da acqua.

Come atteso, l'acqua di riserva o tampone idrico risulta praticamente assente in tutti i prodotti.

In tabella 4 sono riportati i valori medi di pH, conducibilità elettrica e cationi solubili. Ad eccezione del campione G, risultato subalcalino, tutti i prodotti esaminati possiedono reazione neutra (tra 6,5 e 7,4); la letteratura riporta valori generalmente inferiori (5,5-6,5), determinati tuttavia su estratti molto meno diluiti di quello impiegato (saturazione, 1:2 v/v) nei quali la maggiore concentrazione degli ioni idrogeno spiega la misurazione di una maggiore acidità.

La misura della conducibilità elettrica separa un gruppo di cinque campioni a basso tenore di salinità ($< 0,15$ dS/m) e un gruppo di prodotti con salinità compresa tra 0,3 e 0,4 dS/m. Tutti i valori sono comunque ampiamente inferiori ai limiti più restrittivi previsti dalla normativa nazionale per i substrati di coltivazione (0,7 dS/m per il substrato base); considerando tuttavia che l'aggiunta di 1 g di un fertilizzante idrosolubile ad un litro di substrato innalza di circa 0,2 dS/m la salinità del mezzo di crescita (Zaccheo *et al.*, 2013), i campioni a maggior salinità potrebbero essere inadatti a colture sensibili.

Il potassio è lo ione che contribuisce in maggior misura alla conducibilità elettrica, infatti la sua concentrazione risulta elevata nei campioni più salini. I valori osservati risultano in linea con quelli ritrovati nella letteratura, sia per il range di concentrazioni che per la variabilità. Le concentrazioni di sodio nell'estratto acquoso oscillano tra 9 e 38 mg/L e risultano in accordo con quanto riportato in letteratura. In accordo con Aendekerk (2000), la quantità massima ammissibile di sodio nell'estratto acquoso 1:1,5 v/v di un substrato per piante moderatamente sensibili non deve superare i 57,5 mg/L (valore che corrisponde a circa 17 mg/L nell'estratto 1:5 v/v).

Tab. 3 - Caratteristiche idrologiche dei prodotti a base di cocco (ogni valore è la media di tre repliche).
Tab. 3 - Hydrological properties of the studied coir products (each value is the mean of three replications).

Codice	Porosità totale	Aria -10 cm	Acqua -10 cm	Acqua -50 cm	Acqua -100 cm	AFD
	% vol/vol					
A	95,4abc	66,4c	29a	27,7a	27,3ab	1,3a
B	95,6ab	47a	48,6c	37,6bc	36,3cd	11,1c
C	95,8ab	47,7a	48,1c	37,3c	35,9d	10,8bc
D	94,8ab	58,4bc	36,4ab	32,4ab	31,8abc	4ab
E	96c	59,5c	36,5a	31,6a	30,9ab	4,9ab
F	95,6bc	51ab	44,6bc	38bc	36,1cd	6,5ab
G	95,4abc	50,4ab	45bc	33,8abc	32,8bcd	11,3bc
H	94,2ab	58,5c	35,7a	29,8a	28,8a	5,9ab
M	94,7a	37,4ab	57,4bc	40bc	38,5cd	17,3abc

medie in colonna seguite da lettere uguali non differiscono per $p=0,05$ (test bTukey)

Tab. 4 - Caratteristiche chimiche dei prodotti a base di cocco esaminati (ogni valore è la media di sei repliche).
 Tab. 4 - Chemical characteristics of the studied coir products (each value is the mean of six replications).

Codice	pH	CE dS/m	Na sol mg/L	K sol mg/L	Ca sol mg/L	MG sol mg/L
A	6,9bc	0,15a	17,3ab	26,3ab	4,39ab	0,65 ns
B	7,3cd	0,1a	11,2ab	21,2ab	5,88ab	0,62
C	7,2cd	0,1a	11,2ab	23,8ab	5,07ab	0,63
D	6,7ab	0,37b	37,6c	55,5c	3,41ab	0,81
E	6,6ab	0,33b	30bc	43,4bc	1,76a	0,49
F	6,5a	0,39b	24,9abc	80,8d	7,64b	1,14
G	7,9d	0,06a	8,7a	10,9a	7,21b	0,6
H	6,4a	0,28b	21,7abc	41,4bc	4,83ab	0,72
M	7,4c	0,14a	22,3abc	29,7ab	3,39ab	0,84

medie in colonna seguite da lettere uguali non differiscono per $p=0,05$ (test bTukey)

La concentrazione di sali nei prodotti a base di cocco può derivare principalmente da due fonti, costituite rispettivamente dal terreno nel quale viene coltivata la pianta da cocco, che quindi determina un accumulo all'interno della pianta durante le fasi di crescita, e da contaminazioni in fase di macerazione dell'epicarpo o di lavaggio, nel caso in cui venga utilizzata acqua di mare (Evans *et al.*, 1996). In entrambi i casi un aumento dell'efficienza di lavaggio del mesocarpo dovrebbe garantire una diminuzione del contenuto in sali, fino a raggiungere valori di conducibilità elettrica notevolmente bassi.

Il test di germinazione (tab. 5), condotto su tutti i prodotti ad eccezione dei due campioni a tessitura grossolana, ai quali il test su solido non si adatta, ha indicato come quattro prodotti inducano effetti sulla germinazione e il primo accrescimento del crescione simili alla torba prevista come controllo; due campioni (C e F) inducono forte inibizione allo sviluppo mentre il campione D è stato in grado di stimolare la crescita delle radici del crescione. L'effetto negativo riscontrato non sembra ascrivibile ad alcuna delle proprietà

Tab. 5 - Test biologici sui prodotti a base di cocco esaminati (ogni valore è la media di sei repliche).

Tab. 5 - Bioassays on the studied coir products (each value is the mean of six replications).

Codice	Test di germinazione	Tasso di respirazione
	IG % *	mmol O ₂ /kg SO/h
A	nd	nd**
B	79	1.49
C	18	1.12
D	113	1.84
E	82	nd
F	24	2.06
G	78	1.76
H	nd	nd
M	74	nd

*IG differenza percentuale con il testimone

**nd – non determinato

indagate, né a trattamenti o provenienza; effetti fitotossici analoghi a quelli osservati sono stati segnalati anche da altri laboratori, pur rimanendo sconosciute le cause. La misura dell'attività respiratoria OUR, effettuata su sei campioni, ha indicato una elevata stabilità alla degradazione microbica; infatti, confrontando i dati ottenuti con valori di riferimento per diversi componenti dei substrati (Veecken *et al.*, 2003), tutti i prodotti risultano assimilabili a torba ($2,1 \pm 0,9$ mmol O₂/Kg SO/h), mentre altri prodotti quali cortecce e compost verdi denunciano valori più elevati ($10,4 \pm 3,3$ e $13,4 \pm 9,6$ mmol O₂/Kg SO/h, rispettivamente).

Nei campioni di cocco analizzati si sono riscontrate poche contaminazioni da malerbe, limitate a due semi/m² per i campioni B,C,H e a quattro semi per il campione F. Le piante appartenenti alle famiglie delle Verbanaceae, Fabaceae e Poaceae sviluppatasi dai semi sono diffuse anche nei nostri areali; è in corso l'identificazione di un singolo esemplare sviluppatosi su un campione. La presenza di semi infestanti è comunque estremamente contenuta, se si considera che le norme di qualità emanate dall'RHP (Bos *et al.*, 2003) prevedono per i prodotti a base di cocco un numero massimo di 8 semi/m².

L'analisi microbiologica per l'individuazione delle specie fungine presenti sui diversi materiali ha indicato come la popolazione fungina sia molto ridotta ($2,69 \times 10^1$ UFC/g), a testimonianza della povertà della microflora presente su questo tipo di substrato. Indipendentemente dalla provenienza della materia prima, inoltre, la presenza delle diverse specie è ripartita come riportato in figura 1. Come è possibile osservare, i funghi appartenenti al gen. *Aspergillus* (39,3%) e quelli appartenenti al gen. *Penicillium* (40,9%) sono largamente prevalenti rispetto a tutti gli altri individuati (19,9%). È da notare l'assenza di funghi del gen. *Trichoderma*.

La ricerca dei batteri si è concentrata sui due generi che meglio rappresentano potenziali rischi per la

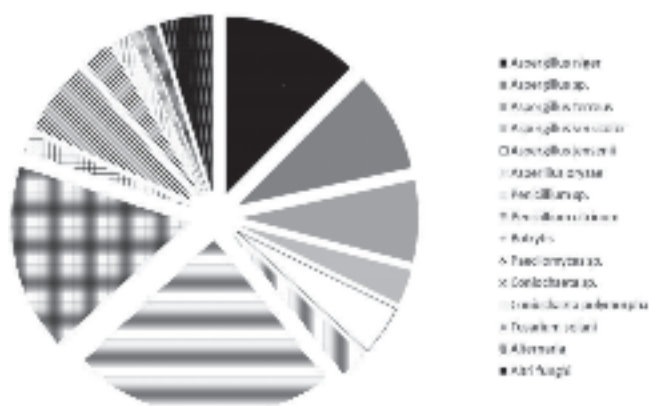


Fig. 1 - Popolazione fungina media nei campioni di prodotti a base di cocco esaminati.

Fig. 1 - Average fungal population in the studied coir products.

salute umana: *Salmonella* sp. e *Escherichia Coli*. Il primo è stato costantemente assente, mentre *E. coli* è stato rintracciato su valori molto bassi, inferiori a 10 CFU/g.

Conclusioni

Tutti i materiali mostrano caratteristiche idrologiche simili tra loro, con un'elevata porosità per l'aria e una ridotta quota di acqua disponibile e di riserva; di contro, si osserva un'elevata variabilità nel grado di salinità dei campioni, principalmente imputabile ai livelli di potassio e di sodio presenti. La buona stabilità biologica (indice respirometrico) unita ad una elevata stabilità fisica (indice di restringimento) rendono tutti i materiali adatti anche a colture a medio-lungo termine e fanno escludere l'insorgenza di fenomeni di fitotossicità da molecole organiche intermedi della degradazione. Saranno necessari invece ulteriori approfondimenti per ricercare le cause della sofferenza radicale indotta da due prodotti, così come i fattori responsabili dell'effetto di stimolo ottenuto con un campione di cocco.

La conformità di tutti i prodotti esaminati agli standard igienico-sanitari e di contaminazione da malerbe, seppur ottenuta su un campione limitato di prodotti presenti sul mercato italiano, suggerisce che i rischi legati al crescente impiego di questa tipologia di materiale nei substrati di coltivazione siano contenuti.

Riassunto

Fibra e midollo di cocco trovano un ampio e crescente impiego come materiali costitutivi i substrati di coltivazione per l'orto-floro vivaismo. In questo studio sono stati caratterizzati nove prodotti disponibili sul mercato nazionale, indagando sulle principali caratteristiche commerciali e sulle proprietà fisiche, idrologi-

che e chimiche che ne influenzano il comportamento in coltivazione. Inoltre è stata valutata la stabilità biologica e la risposta a un biosaggio vegetale, nonché la presenza di semi infestanti e di indicatori di contaminazione fecale. Tutti i prodotti possiedono simili caratteristiche fisiche e idrologiche ed elevata stabilità fisica e biologica; salinità, tenore in sodio e potassio solubili e indice di germinazione si collocano in un ampio range di valori. Tutti i prodotti presentano una scarsa contaminazione da malerbe e sono esenti da organismi potenzialmente dannosi alla salute umana.

Parole chiave: Substrati di coltivazione, patogeni, stabilità, germinazione, espansione.

La ricerca è stata finanziata da Aipsa; i campioni di cocco sono stati forniti dalle seguenti aziende, associate Aipsa: Ageon Srl, Agrochimica Spa, Fap Srl, Nuova Flesan Srl

Bibliografia

- ABAD, M., FORNES, F., CARRIÓN C., NOGUERA V., NOGUERA P., MAQUIEIRA A., PUCHADES R. 2005. *Physical properties of various coconut coir dusts compared to peat*. HortScience, 40:2138-2144.
- AENDEKERK T. G. L., CEVAT H., DOLMANS N. *et al.*, 2000. *International Substrate Manual: Analysis, Characteristics, Recommendations*, Elsevier International Business Doetinchem, Amsterdam, The Netherlands, Frank-Paul Ter Berg.
- ASIAH A., MOHD RAZI I., MOHD KHANIF Y., MARZIAH M., SHAHARUDDIN M. 2004. *Physical and Chemical Properties of Coconut Coir Dust and Oil Palm Empty Fruit Bunch and the Growth of Hybrid Heat Tolerant Cauliflower Plant*. Pertanika J. Trop. Agric. Sci. 27(2):121-133.
- BOS E.J.F., KEIJZER R.A.W., VAN SCHIE W.L., VERHAGEN J.B.G.M., ZEVENHOVEN M.A. 2003. *Potting soil and substrates*. RHP foundation. Naaldwijk, Paesi Bassi.
- CARLILE W.R., CATTIVELLO C., ZACCHEO P. 2015. *Organic growing media: constituents and properties*. Vadose Zone Journal, 14, 6: 1-13.
- COOKE D.E.L., SCHENA L., CACCIOLA S.O. 2007. Tools to detect, identify and monitor *Phytophthora* species in natural ecosystem. Journal of Plant Pathology, 89 (1): 13-28.
- DE BOODT M., VERDONCK O., CAPPAERT I. 1974. *Methods for measuring the water release curve of organic substrates*. Acta Horticulturae n°37, 2054-2062.
- EVANS, M.R., KONDURU S., STAMPS R.H. 1996. *Source variation in physical and chemical properties of coconut coir dust*. HortScience, 6:965-967.
- KONDURU S., EVANS M.R., STAMPS R.H. 1999. *Coconut husk and processing effects on chemical and physical properties of coconut coir dust*. HortScience, 34:88-90.
- VEEKEN A.H.M., DE WILDE V., HAMELERS H.V.M., MOOLENAAR S.W., POSTMA R. 2003. *OxiTop® measuring system for standardised determination of the respiration rate and N-mineralisation rate of organic matter in waste material, compost and soil*, Wageningen University and Nutrient Management Instituut NMI B.V., Wageningen.
- ZACCHEO P., CRIPPA L., CATTIVELLO C. 2013. *Effect of controlled-release fertilizers on chemical parameters of two growing media during 12 months storage*. Acta Hort., 1013:327-332.