



Foto di Forest and Kim Starr

*Camellia sinensis*, fiore. Quando cresce selvatica nel proprio habitat, la pianta può raggiungere anche i dieci metri di altezza.

## Il tè verde: una pianta antica nella moderna medicina occidentale

È noto che ancora oggi il tè è la bevanda più consumata al mondo, dopo l'acqua. Il tè fu introdotto in Europa dalla Dutch East India Company nel 1610 ed ebbe immediatamente un grande successo: veniva principalmente consumato come tè verde, bevanda stimolante di lunghissima tradizione nei Paesi orientali. In questo articolo se ne discutono le proprietà nel moderno utilizzo.

**\*Elisabetta Miraldi**

### La pianta del tè e la raccolta

La specie da cui si ricava il celebre infuso è *Camellia sinensis* (L.) Kuntze che appartiene alla famiglia delle Theaceae. Il sostantivo del genere deriva dal nome del gesuita, missionario e botanico ceco Georg Joseph Kamel (1661-1706), noto anche con il nome *Camellus*, a cui Carlo Linneo dedicò proprio il genere *Camellia*; l'aggettivo specifico "sinensis" deriva dal latino, con il significato di "proveniente dalla Cina", a indicare che la specie è originaria dell'estremo oriente (Cina, Giappone, India, Sri Lanka ecc.).

Si tratta di un arbusto eretto sempreverde, con foglie dal margine dentato e dal colore verde, tendente in alcuni casi al giallo. I fiori sono di piccole dimensioni e di colore bianco.

Quando cresce selvatica nel proprio habitat, *Camellia sinensis* può raggiungere anche i dieci metri di altezza, ma per favorire la raccolta del tè i coltivatori mantengono più piccole le dimensioni della pianta (dal metro al metro e mezzo di altezza), dal momento che la raccolta deve essere fatta preferibilmente a mano.

Le parti scelte e raccolte sono la gemma apicale con le ultime 2 foglie, per ottenere la cosiddetta "raccolta fine", o la gemma

Composti	Tè verde	Tè nero
Catechine idr. mon.	30-35	3-10
Polifenoli ossidati	6	23-25
Flavonoli	2	1
Teanina	3	3
Aminoacidi	3	3
Peptidi/proteine	6-16	6-16
Lipidi/ac.organic	2-8	2-8
Carboidrati	10-15	10-15
Caffeina	3-6	3-6
Minerali/ceneri	4-10	4-10
Pectine	3-4	3-4
Clorofilla	0,5	0,1
Composti volatili	0,01	0,01

Tabella 1. Principali componenti del tè verde e del tè nero (da Sharma e Rao, 2009).

apicale, con le ultime 5 foglie, per ottenere il tè corrente.

Tutti i tipi di tè si ottengono dalla stessa specie *Camellia sinensis*; sono i diversi metodi di lavorazione che portano alla produzione di tè differenti.

### Il tè verde

Per ottenere la droga commercializzata con il nome “**tè verde**” (20% della produzione mondiale), conosciuto anche come tè non fermentato, le foglie di *Camellia sinensis* una volta raccolte non subiscono alcuna “fermentazione”, ma vengono insufflate con vapore fluente, per denaturare gli enzimi, e poi asciugate ed essiccate a una temperatura di 80-90°C per circa 20-25 minuti. L’elevata temperatura inattiva l’enzima polifenolo-ossidasi, arrestando i processi di ossidazione enzimatica. Con tali semplici trattamenti le foglie mantengono una composizione fitochimica che ricorda molto quella delle foglie fresche; la clorofilla rimane inalterata e quindi si mantiene l’originario colore verde brillante delle foglie, che producono un infuso chiaro e profumato, ma non troppo aro-

matico; rimane inalterato anche il contenuto, assai elevato, in polifenoli, che rappresentano circa il 20% in peso, di cui circa il 60% di catechine.

Tra le catechine, si ricordano epigallocatechina-3-gallato (EGCG, circa 60,0% delle catechine totali), presente nel tè verde nella quantità di 27.9 mg/g e nelle foglie fresche di 30,9 mg/g, epicatechina-3-gallato (ECG, circa 13,6%) e ancora epicatechina (EC) ed epigallocatechina (EGC). Il componente più importante è senza dubbio l’epigallocatechina-3-gallato (EGCG) (Tuty Anggraini *et al.*, 2021).

### Il tè nero

Per ottenere la droga commercializzata con il nome “**tè nero**” (80% della produzione mondiale), le foglie appena raccolte vengono dapprima appassite, per ridurre la quantità di acqua, poi stropicciate per consentire la rottura di endomembrane e parete cellulare; questo permette agli enzimi presenti nel citoplasma di procedere alla trasformazione della clorofilla, con un cambiamento netto del colore delle foglie (da verde a marrone), e in particolare all’enzima polifenolo-ossidasi (teasi), presente nel citoplasma cellulare, di entrare in contatto con le catechine, di solito “imprigionate” nel vacuolo, che vengono ossidate dalla teasi, con formazione di polifenoli più complessi, quali teaflavine e tearubigine (Shan *et al.*, 2021).

Le TEARUBIGINE sono polimeri di catechine di colore bruno: rappresentano circa il 20% del peso dell’estratto e contribuiscono alla ricchezza del gusto (il cosiddetto “corpo”) e al colore del tè nero (Tanaka *et al.*, 2020). Le TEAFLAVINE sono dimeri di catechine di colore rosso-arancio: rappresentano circa il 3-5% del peso dell’estratto e contribuiscono al gusto, vivace e

astringente, e al colore rosso. Le principali teaflavine sono: teaflavina-3-gallato, teaflavina-3’-gallato, teaflavina-3-3’-digallato, la più abbondante (Takemoto *et al.*, 2018).

L’ultima fase infine è l’essiccazione, che serve per interrompere il processo di ossidazione delle foglie; viene condotta a una temperatura di 80-90°C per circa 20-25 minuti.

La diversa lavorazione delle foglie porta dunque a due tipologie di droga profondamente diverse dal punto di vista fitochimico, soprattutto in riferimento alla porzione polifenolica, come risulta evidente dalla tabella 1.

Una breve citazione meritano anche il cosiddetto **tè oolong** (tè blu o tè azzurro), che subisce un parziale processo di ossidazione e fermentazione, producendo infusi meno corposi e aromatici rispetto al tè nero; il **tè matcha**, ottenuto da piante coltivate esclusivamente all’ombra, le cui foglie vengono trattate come quelle del tè verde e poi polverizzate; e il **tè bianco**, il tè cinese più prezioso, costosissimo, ottenuto raccogliendo i germogli, prima che si schiudano, solo in determinati giorni dell’anno e poi lasciandoli essiccare, senza sottoporli a calore diretto; produce infusi molto chiari e delicati.

### Fitochimica del tè verde

Nel tè verde i metaboliti secondari presenti in maggior quantità sono le catechine, dotate di una eccezionale azione antiossidante (Zaho *et al.*, 2022; Peluso *et al.*, 2017), come riportato in tabella 2.

Come è evidente in tabella 2, la EGCG ha un’ottima capacità antiradicalica; essa è di gran lunga la più abbondante tra tutte le catechine del **tè verde**, che costituiscono il 60% del to-

tale dei composti polifenolici; tra questi ultimi la epigallocatechina-3-gallato costituisce il 60%, la epicatechina-3-gallato il 13,6%, mentre epicatechina ed epigallocatechina rappresentano il 6,4%: questo si risolve in un'ottima capacità antiradicalica del tè verde, ben superiore a quella di una stessa quantità di tè nero.

### Attività biologiche del tè verde

Il tè verde deve le sue attività biologiche principalmente alla presenza delle catechine, che svolgono un ruolo importante per le loro attività antiossidanti, chelanti di metalli e di rimozione dei radicali liberi, ma alcuni effetti biologici probabilmente coinvolgono anche l'attività di modulazione di enzimi e di altri componenti cellulari. L'azione di rimozione dei radicali liberi, attribuita a EGCG, EGC ed ECG, si manifesta nell'eliminazione di molecole come radicali anionici superossidi e idrossilici, specie reattive dell'ossigeno in grado di indurre danni al DNA e ad

altre strutture della cellula. Inoltre le catechine reagiscono con i radicali perossidi e in questo modo interrompono la catena di reazioni che porta alla perossidazione lipidica (Musial *et al.*, 2020).

Anche se non ci sono ancora prove schiacciante a livello epidemiologico di un collegamento tra l'assunzione di tè verde e la prevenzione delle malattie cardiovascolari, numerosi studi riportano che l'assunzione di catechine del tè verde è associata a un minor rischio di tali patologie: sicuramente quest'effetto è correlato a una diminuzione dei livelli ematici di colesterolo totale e della pressione sistolica. Inoltre, le catechine del tè verde diminuiscono i livelli plasmatici di fosfatidilcolina idroperossido, un marcatore di lipoproteine ossidate, e ciò suggerisce che agiscano da antiossidanti, contribuendo così anche in questo modo a ridurre i rischi di malattie cardiovascolari (Teramoto *et al.*, 2023).

Studi clinici hanno dimostrato che con l'assunzione di tre tazze

Componente	potenziale redox (V)
Epigallocatechina	0.09
Quercetina	0.11
Gallocatechina	0.13
Epigallocatechina gallato	0.13
Gallocatechina gallato	0.15
Epicatechina	0.19
Epicatechina gallato	0.20
Catechina	0.20
Rutina	0.23
Acido gallico	0.25

Tabella 2. Attività antiossidante delle catechine del tè verde (da Hong *et al.*, 2013; Koch *et al.*, 2020)

al giorno di tè verde viene ridotta l'incidenza di infarto miocardico di circa l'11%; tale azione risulta più evidente nei pazienti con coronaropatia conclamata, con migliorata vasodilatazione flusso-mediata endotelio dipendente, un parametro che rappresenta un eccellente indicatore della funzionalità della parete arteriosa (e in particolare della ben nota "via del nitrossido") e che correla in maniera marcata con il rischio cardiovascolare a lungo termine.



Foto di dungthuyvunguyen

Nel tè verde i metaboliti secondari presenti in maggior quantità sono le catechine, dotate di una eccezionale azione antiossidante

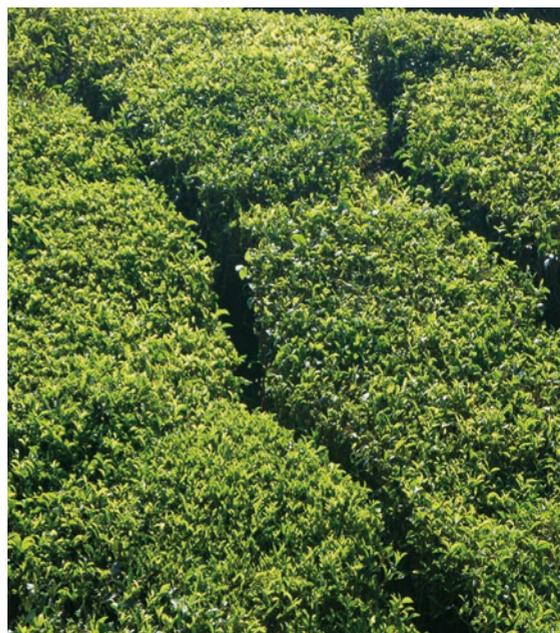


Foto di Matthew Stevens

Tutti i tipi di tè si ottengono da *C. sinensis*; sono i diversi metodi di lavorazione che portano alla produzione di tè differenti

L'estratto secco ricco in catechine ha dimostrato di avere un ruolo, anche se non ancora del tutto chiarito, nella perdita di peso, aumentando sia il dispendio energetico che l'ossidazione dei grassi. Le catechine inibiscono, *in vitro*, la catecol-O-metiltransferasi (COMT), enzima che degrada le catecolamine, con conseguente riduzione del metabolismo della noradrenalina, che quindi risulta aumentata. Si ritiene che i crescenti livelli di noradrenalina siano responsabili di un aumento del dispendio energetico e dell'ossidazione dei grassi, con conseguente perdita di peso.

Insieme alle catechine, il tè verde contiene anche caffeina, responsabile dell'aumento del metabolismo energetico in modo dose-dipendente. In particolare la caffeina agisce sul metabolismo degli acidi grassi sia seguendo una via diretta, ovvero inducendo secrezione di adrenalina e noradrenalina (l'adrenalina si lega ai recettori per l'adenosina dislocati sulle cellule adipose, e non solo; il legame dell'adenosina con i suoi recettori notoriamente deprime la lipolisi, mentre il legame dell'adrenalina porterebbe a un incremento della lipolisi e della termogenesi), sia una via indiretta, stimolando la protein chinasi A dipendente da AMP-ciclico, che attiva la lipasi ormonosensibile (Hsl) che a sua volta catalizza l'idrolisi dei trigliceridi nelle cellule adipose brune. Il grasso "bruno" è un tessuto adiposo che si genera a seguito di stimolazione da parte dell'AMPc, che stimola la formazione di termogenine mitocondriali in grado di trasformare il grasso bianco in grasso bruno. La colorazione bruna è dovuta all'elevata presenza di ferro associato ai citocromi presenti nei mitocondri, il che consente alle cellule del tessuto adiposo bruno non solo di stoccare il grasso, ma di "bru-

ciarlo", ossidando gli acidi grassi nel mitocondrio con produzione di calore (termogenesi). Un recente lavoro ha dimostrato che l'assunzione di estratti di tè verde o di tre tazze di tè verde al giorno per dieci giorni ha aumentato la sintesi di tessuto adiposo bruno del 18% (Nirengi *et al.*, 2022). Tuttavia su questo aspetto l'EMA si muove ancora con grande prudenza, specificando che dai risultati degli studi clinici si evince una perdita di peso irrilevante e quindi risultati inconcludenti.

Oltre a tali ben note attività, il consumo di tè è associato alle seguenti azioni.

**Azione ipocolesterolemizzante:** nel 2020 è stata pubblicata una interessante metanalisi nella quale sono stati inclusi i trial disponibili randomizzati e controllati, condotti allo scopo di valutare gli **effetti di tè verde o suoi estratti, somministrati per periodi di due settimane o più, su colesterolemia totale, LDL e HDL e trigliceridi**. Dall'esame dei risultati è emersa: riduzione statisticamente significativa della colesterolemia totale: -4,66 mg/dL in media, pari a circa il 2,3% dei valori basali; riduzione statisticamente significativa dei livelli di colesterolo LDL (-4,55 mg/dL); nessun effetto rilevante sul colesterolo HDL; leggera tendenza alla riduzione della trigliceridemia per quanto non significativa (Xu *et al.*, 2020).

**Azione diuretica:** per potenziamento della filtrazione glomerulare e contemporanea diminuzione del riassorbimento tubulare di sodio. In particolare la teofillina induce vasodilatazione nelle arteriole renali, fenomeno che comporta un'aumentata filtrazione glomerulare.

**Azione antimicrobica:** l'estratto metanolico delle foglie di tè verde è risultato attivo contro più di un centinaio di diverse specie batteriche, sia Gram+ che Gram-, con particolare ri-

ferimento ad alcune specie cariogene come *Streptococcus mutans* e *S. sobrinus*; il tè è utile per la salute dei denti anche per l'elevato contenuto in fluoro, da 1 a 2 mg/L in infusione, a seconda della tipologia di tè (Liu *et al.*, 2022).

**Azione broncodilatatoria:** le metilxantine (teofillina, aminofillina) per effetto simpatico mimetico (aumento di AMP ciclico, rilascio adrenalina e noradrenalina) causano dilatazione bronchiale e per tale motivo sono utilizzate nei pazienti asmatici. In particolare la teofillina è disponibile per la somministrazione orale sotto forma di compresse a rilascio prolungato, di capsule rigide a rilascio prolungato o di sospensione orale. La teofillina ha un ristretto indice terapeutico, pertanto, per evitare l'insorgenza di pericolosi effetti collaterali, è fondamentale attenersi scrupolosamente alle indicazioni fornite dal medico, sia per le dosi che per la durata della terapia. Il dosaggio va da 200 a 350 mg, da assumersi due volte al giorno negli adulti e 100-200 mg, due volte al giorno, nei bambini.

## Il tè verde nelle Monografie EMA

Le Monografie dell'EMA riportano il tè verde come droga (foglie di tè non fermentato) e come preparazioni (droga sminuzzata o polverizzata); non sono invece riportati nella monografia gli estratti che godono di maggior successo sul mercato, ovvero l'estratto secco purificato (DER 45-56:1, solvente di estrazione acqua), contenente 55-72% EGCG, e l'estratto secco decaffeinato (DER da 6:1 a 10:1, solventi di estrazione alcool, metanolo, acetone, acqua o loro miscele) contenente il 60% di EGCG e non più dello 0.1% di caffeina.

Nel 2022 l'EMA ha pubblicato nel proprio sito on-line un Ad-



Foto di Forest and Kim Starr

L'EMA prevede l'uso del tè verde solo come fitoterapico tradizionale per il sollievo da fatica e sensazione di debolezza



Foto di Forest and Kim Starr

Insieme alle catechine, il tè verde contiene anche caffeina, responsabile dell'aumento del metabolismo energetico

*dendum* relativo al tè verde, nel quale è riportata una nuova preparazione, l'estratto secco purificato (DER 45-56:1, ES acqua), corrispondente a 55-72% di EGCG, presente sul mercato dal 31 agosto 2009 (soddisfa i criteri di 10 anni di WEU). Esso è autorizzato come unguento (1 g di unguento contiene 100 mg di estratto secco) per il trattamento cutaneo topico (12 settimane) della zona genitale e peri-ale (per condilomi). L'EGCG infatti con la sua azione antiossidante è in grado di interagire con gli enzimi della famiglia delle proteasi e delle telomerasi, inducendo un arresto nel processo di replicazione virale, oltre ad avere un effetto pro-apoptotico (Steinmann *et al.*, 2013). Nonostante tutte queste ben note azioni attribuibili al tè verde, ad oggi l'EMA ne prevede l'uso esclusivamente come fitoterapico tradizionale per il sollievo da fatica e sensazione di debolezza, e soltanto negli adulti, essendo sconsigliato per bambini e adolescenti sotto i 18 anni.

### Tè verde: dosaggi

Il dosaggio giornaliero massimo previsto dall'EFSA (Autorità europea per la sicurezza alimentare) è il seguente: per i polifenoli, 300-400 mg *die*, ovvero 3 tazze di tè al giorno; per la caffeina, 300 mg *die* e, poiché in una tazza ce ne sono circa 100 mg, non se ne consigliano più di 3 tazze al giorno.

Per gli adulti secondo EMA:

- *Herbal tea*: 1.8-2.2 g in 100-150 ml di acqua bollente, 3-5 volte al giorno;

- *Herbal substance, powdered*: 390 mg, 3-5 volte al giorno per una settimana di trattamento.

Per l'EGCG il limite massimo consentito da EFSA è di 800 mg al giorno; poiché una tazza ne contiene circa 110/125 mg, la posologia riportata da EMA rispetta abbondantemente tale limite.

### Tè verde: effetti collaterali

I casi di epatotossicità riportati sono definiti da EMA come dovuti a reazioni idiosincratice e ininfluenti, in quanto il numero dei casi riportati è estremamente

basso se comparato al largo numero di consumatori.

### Tè verde: integratori

Un po' di attenzione è **necessaria** invece quando si parla di integratori, poiché è presente sul mercato una incredibile varietà nelle preparazioni, con un quantitativo giornaliero di EGCG al giorno che può variare da 5 a 800 mg; la maggior parte degli estratti tuttavia è comparabile per composizione ai due estratti già descritti, non riportati da EMA, ma largamente diffusi sul mercato. Il *claim* ministeriale per gli integratori è "Drenaggio dei liquidi corporei, equilibrio del peso corporeo, normale funzionalità intestinale, tonico (stanchezza fisica, mentale), antiossidante".

**È tuttavia necessario ricordare che la EGCG è poco assorbita a livello intestinale**, meno del 5% nella circolazione sistemica nel ratto, circa l'1.6% nel plasma umano; non esiste infatti nessun recettore specifico sulla membrana delle cellule epiteliali dell'intestino tenue per traspor-

tare EGCG nelle cellule e dunque la catechina si muove per semplice diffusione passiva. La biodisponibilità è inoltre fortemente influenzata da un gran numero di fattori, come degradazione chimica, metabolismo microbico, metabolismo intestinale ed epatico, permeabilità della membrana, mediatori del trasportatore ecc.

Ecco perché oggi la ricerca si dirige verso la somministrazione di EGCG mediante nanosomi, utilizzando complessi lipidici innovativi e *food-grade*, che fanno di queste piccolissime particelle, costruite con materiale affine a quello delle membrane cellulari, un fisiologico sistema di trasporto. I nanosomi consentono una elevata distribuzione in tutto l'organismo e anche un sistema di protezione della catechina, che non viene degradata. La veicolazione dell'EGCG attraverso particelle nanosomiali aumenterebbe l'effetto terapeutico di circa 10 volte.

Mi piace concludere questo mio contributo riportando la corretta preparazione di una tazza di tè verde, così come riportata da EMA: un cucchiaino da tè di foglie, in acqua quasi a bollire: si lascia a infondere per 3-10 minuti.

**\* UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SIENA**  
**Docente di Biologia Farmaceutica;**  
**Direttore del Master in Fitoterapia**

### Bibliografia

- Hong YH, Jung EY, Park Y, Shin KS, Kim TY, Yu KW, Chang UJ, Suh HJ. *Enzymatic improvement in the polyphenol extractability and antioxidant activity of green tea extracts*. Biosci Biotechnol Biochem. 2013; 77(1):22-9.
- Koch W, Kukuła-Koch W, Czop M, Helon P, Gumbarewicz E. *The Role of Extracting Solvents in the Recovery of Polyphenols from Green Tea and Its Antiradical Activity Supported by Principal Component Analysis*. Molecules. 2020; 25(9):2173.
- Liu S, Zhang Q, Li H, Qiu Z, Yu Y. *Comparative Assessment of the Antibacterial Efficacies and Mechanisms of Different Tea Extracts*. Foods 2022; 11, 620.
- Musial C, Kuban-Jankowska A, Gorska-Ponikowska M. *Beneficial Properties of Green Tea Catechins*. Int J Mol Sci. 2020; 4;21(5):1744.
- Nirengi S, Amagasa S, Homma T, Yonehiro T, Matsumiya S, Kurosawa Y, Sakane N, Ebi K, Saito M, Hamaoka T. *Daily ingestion of catechin-rich beverage increases brown adipose tissue density and decreases extramyocellular lipids in healthy young women*. SpringerPlus, 2022; 5.
- Peluso I, Serafini M. *Antioxidants from black and green tea: from dietary modulation of oxidative stress to pharmacological mechanisms*. Br J Pharmacol. 2017;174(11):1195-1208.
- Rothenberg DO, Zhang L. *Mechanisms Underlying the Anti-Depressive Effects of Regular Tea Consumption*. Nutrients. 2019; 11(6):1361.
- Shan Z, Nisar MF, Li M, Zhang C, Wan CC. *Theaflavin Chemistry and Its Health Benefits*. Oxid Med Cell Longev. 2021; 6256618.
- Sharma V, Rao LJM. *A Thought on the Biological Activities of Black Tea*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2009; 49.
- Steinmann J, Buer J, Pietschmann T, Steinmann E. *Anti-infective properties of epigallocatechin-3-gallate (EGCG), a component of green tea*. Br J Pharmacol. 2013;168(5):1059-73.
- Takemoto M, Takemoto H. *Synthesis of Theaflavins and Their Functions*. Molecules. 2018; 23(4):918.
- Tanaka T, Matsuo Y. *Production Mechanisms of Black Tea Polyphenols*. Chem Pharm Bull (Tokyo). 2020; 68(12):1131-1142.
- Teramoto M, Yamagishi K, Muraki I, Tamakoshi A, Iso H. *Coffee and Green Tea Consumption and Cardiovascular Disease Mortality Among People With and Without Hypertension*. J Am Heart Assoc. 2023; 12(2):e026477.
- Tuty Angraini, Neswati R, Ririn FN, Daimon S., *Effect of Processing on Green and Black Tea DPPH Radical Scavenging Activity, IC<sub>50</sub> Value, Total Polyphenols, Catechin and Epigallocatechin Gallate content*. Earth Environ. Sci. 2021; 709.
- Xu R, Yang K, Li S, Dai M, *Effect of green tea consumption on blood lipids: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials*. Chen G.Nutr J. 2020; 19:48.
- Zhao T, Li C, Wang S, Song X. *Green Tea (Camellia sinensis): A Review of Its Phytochemistry, Pharmacology, and Toxicology*. Molecules. 2022; 27(12):3909.



Foto di Farrukh

Una piantagione di tè in Malesia. Le parti scelte e raccolte sono la gemma apicale, con le ultime due foglie, per ottenere la cosiddetta "raccolta fine"