



CON IL CONTRIBUTO DI
**REGIONE
LAZIO**

ARSIAL
Agenzia Regionale
per lo Sviluppo e l'Innovazione
dell'Agricoltura del Lazio



HORTI IN TIBERI



WeDIBAF
DIPARTIMENTO DI INNOVAZIONE NEI SISTEMI BIOLOGICI,
AGROALIMENTARI E FORESTALI

**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
TUSCIA**
DIBAF
DIPARTIMENTO PER LA INNOVAZIONE NEI SISTEMI
BIOLOGICI AGROALIMENTARI E FORESTALI

Potenzialità delle colture *in vitro* per la micropropagazione del carciofo

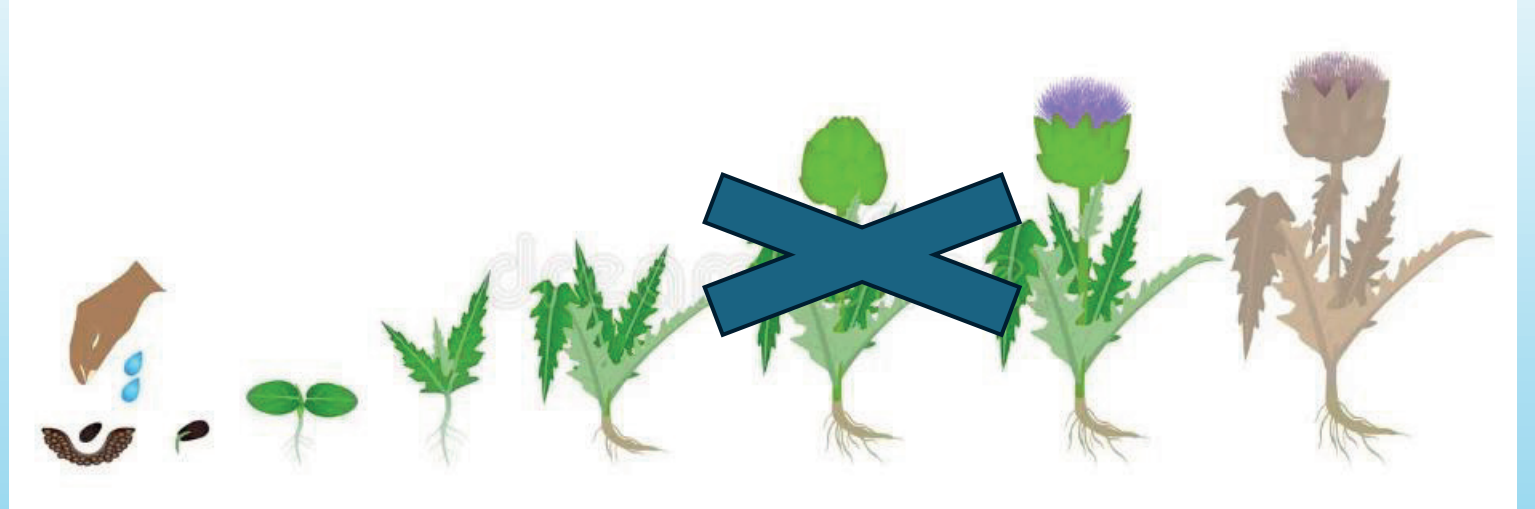
Prof.ssa Elena Kuzminsky

Università degli Studi
della Tuscia - DIBAF

26 settembre 2024



LA PROPAGAZIONE TRADIZIONALE DELLE CULTIVAR DI CARCIOFO



La semina non è una pratica usata nella propagazione del carciofo, perché le caratteristiche delle piante nate da seme sono variabili e la qualità dei frutti può essere inferiore.



Per questo motivo, si fa ricorso alla **propagazione vegetativa** per mantenere inalterate le qualità organolettiche e produttive delle cultivar d'interesse. L'impianto viene effettuato tramite carducci, ovoli e parti di ceppaia, prelevati in campo da varietà note.

**PROBLEMATICHE LEGATE ALLA DIFFUSIONE DI MALATTIE
FUNGINE E VIROSI A VOLTE ASINTOMATICHE**

Vantaggi delle colture *in vitro* per la propagazione vegetativa del carciofo

Risanamento di
cultivar di
carciofo
attaccate da
virosi

Produzione
massiva di
materiale sano

Coltivazione fuori
suolo, in
ambiente
controllato, **no**
stagionalità

Possibilità di applicare protocolli di
Crescita Lenta e
Criopreservazione per la
conservazione del germoplasma e
per ridurre il costo del materiale
micropropagato

Principali Virus del carciofo riscontrati in Italia

Tab. 1 - Virus riportati sul carciofo in Italia.
Tab. 1 - Viruses reported to infect artichoke crops in Italy.

Virus	Genere/Famiglia	Epidemiologia	Vettore	Distribuzione
<i>Artichoke Italian latent virus (AILV)</i>	<i>Nepovirus</i> (SubgroupB) <i>Comoviridae</i>	soil-borne	<i>Longidorus apulus</i>	Italia, Bulgaria, Russia
<i>Artichoke mottled crinkle virus (AMCV)</i>	<i>Tombusvirus</i> <i>Tombusviridae</i>	soil-borne	no vettore	Italia, Marocco, Malta, Grecia, Tunisia
<i>Artichoke vein banding virus (AVBV)</i>	<i>Cheravirus</i>	soil-borne	sconosciuto	Italia, Turchia(?), Francia(?)
<i>Artichoke yellow ring spot virus (AYRSV)</i>	<i>Nepovirus</i> (Subgroup C) <i>Comoviridae</i>	soil-borne	sconosciuto	Italia, Grecia
<i>Broad bean wilt virus (BBWV)</i>	<i>Fabavirus</i> <i>Comoviridae</i>	tramissione per insetto	afidi	Italia, Francia
<i>Cucumber mosaic virus (CMV)</i>	<i>Cucumovirus</i> <i>Bromoviridae</i>	tramissione per insetto	afidi	Italia, Grecia, Francia, Tunisia
<i>Pelargonium zonate spot virus (PZSV)</i>	<i>Anulavirus</i> <i>Bromoviridae</i>	tramissione per insetto	tripidi	Italia
<i>Tobacco mosaic virus (TMV)</i>	<i>Tobamovirus</i>	trasmissione per contatto	sconosciuto	Italia
<i>Artichoke latent virus S (ArLVS)</i>	<i>Carlavirus</i> <i>Flexiviridae</i>	tramissione per insetto	afidi	USA, Italia, Marocco
<i>Artichoke latent virus M (ArLVM)</i>	<i>Carlavirus</i> <i>Flexiviridae</i>	tramissione per insetto	sconosciuto	Italia
<i>Artichoke latent virus (ArLV)</i>	<i>Potyvirus</i> <i>Potyviridae</i>	tramissione per insetto	<i>Myzus persicae</i>	Bacino Mediterraneo, Brasile
<i>Bean yellow mosaic virus (BYMV)</i>	<i>Potyvirus</i> <i>Potyviridae</i>	tramissione per insetto	afidi	Italia, Grecia
<i>Turnip mosaic virus (TuMV)</i>	<i>Potyvirus</i> <i>Potyviridae</i>	tramissione per insetto	afidi	Italia
<i>Tomato spotted wilt virus (TSWV)</i>	<i>Tospovirus</i> <i>Bunyaviridae</i>	tramissione per insetto	tripidi	Argentina, Australia, Italia, Spagna

Acta Italus Hortus 8: 31-38

Collezione di germoplasma di carciofo sanitariamente qualificata

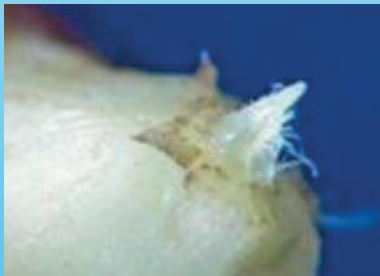
Marina Barba*, Antonio Tiberini e Anna Taglienti

Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura, Centro di Ricerca per la Patologia Vegetale, Roma

Di seguito sono riportate le 3 tecniche adottabili per il risanamento dei cloni di carciofo attaccati da virus (Barba et al, 2004; Babes et al., 2004; Taglienti et al., 2013; Tavazza et al., 2013; Bekheet et al., 2020).

1. Coltura d'apice

Si può applicare a tutti le cultivar/ecotipi di carciofo, sebbene la struttura morfologica incida sul successo (in media 50%).



0,3-0,5 mm

2. Termoterapia *in vitro*

Si usa con le varietà/cultivar tardive in quanto quelle precoci non tollerano le alte temperature e muoiono per disidratazione. Se si combina con 1, il tasso di recupero aumenta (80%).



3. Crioterapia

Tecnica più innovativa ed elevati tassi di eradicazione virus, micoplasmi (soprattutto se combinata con 1 e 2) (100%). Non è adatta a tutti i cloni di carciofo (Matsumoto e Sakai, 2003). Le accessioni precoci mostrano un elevato tasso di recupero, con la tecnica della vitrificazione seguita da immersione in azoto liquido. Al contrario, gli ecotipi tardivi sono recalcitranti e non recuperano (nei casi migliori 30%)

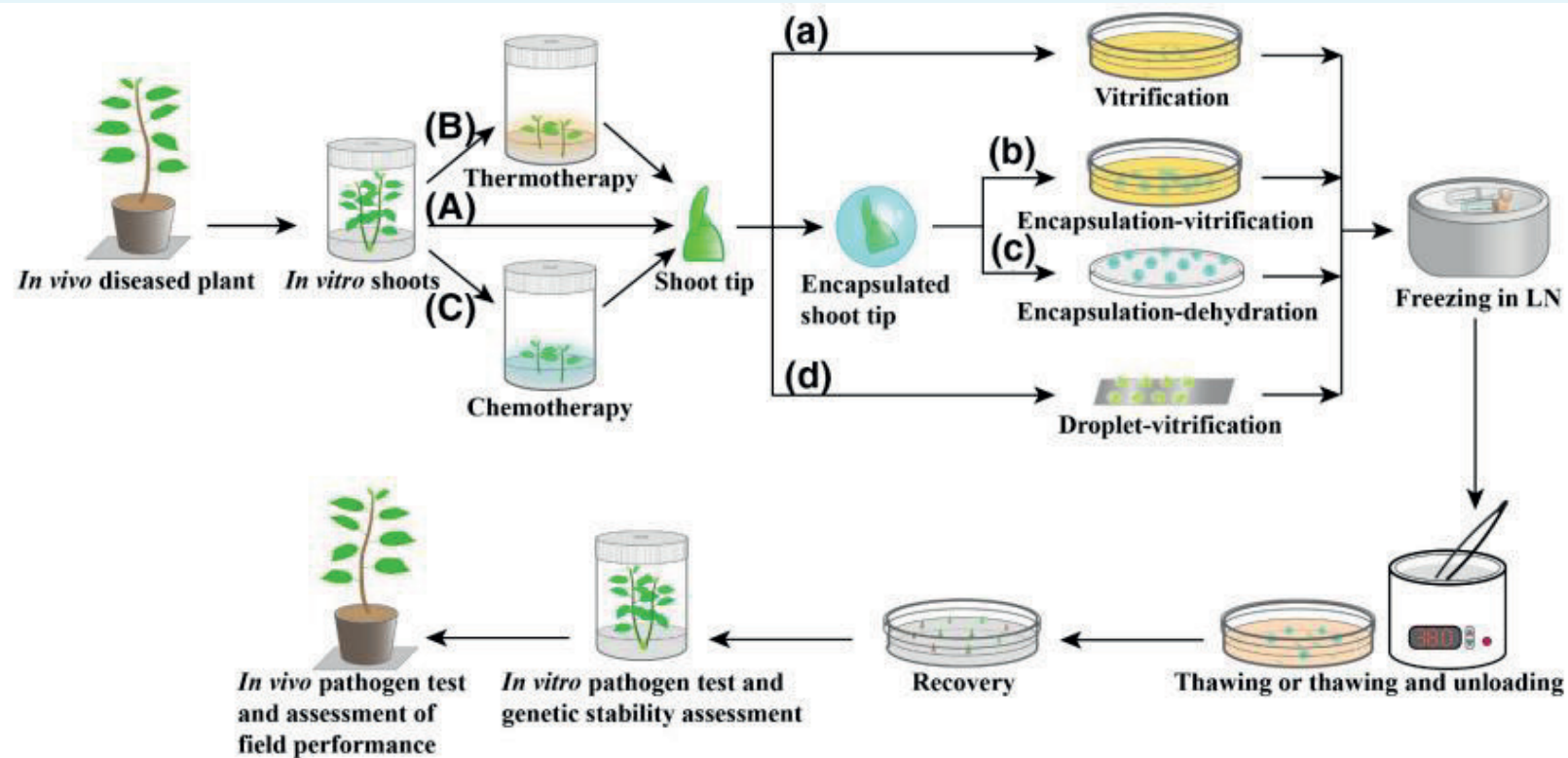


FIGURE 1 Schematic illustrations of shoot tip cryotherapy and combining thermotherapy or chemotherapy with shoot tip cryotherapy for plant pathogen eradication. (A) Shoot tip cryotherapy. (B) Combining thermotherapy with shoot tip cryotherapy. (C) Combining chemotherapy with shoot tip cryotherapy. (a) Vitrification cryotherapy. (b) Encapsulation-vitrification cryotherapy. (c) Encapsulation-dehydration cryotherapy. (d) Droplet-vitrification cryotherapy [Colour figure can be viewed at [wileyonlinelibrary.com](https://onlinelibrary.wiley.com)]

Wang, M. R., Bi, W. L., Bettoni, J. C., Zhang, D., Volk, G. M., & Wang, Q. C. (2022). Shoot tip cryotherapy for plant pathogen eradication. *Plant Pathology*, 71(6), 1241-1254.

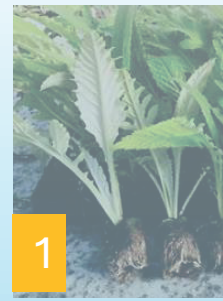
Alcuni
esempi di
attacchi
fungini sul
carciofo



Figure 2. Some fungal manifestations on Artichoke plants collected in the field. **A, B, C:** Purple Artichoke; **D, E, F:** White Artichoke. *Bar: 2 cm.*

CICLO COLTURA IN VITRO - MICROPROPAGAZIONE

Un centinaio di PIANTE MADRI
SANE E VIGOROSE (test per
verificare lo stato sanitario e la
stabilità genetica)



1)
Scelta
Piante madri

3-5 settimane serra
3-4 settimane
ombraio

2)
Sterilizzazione

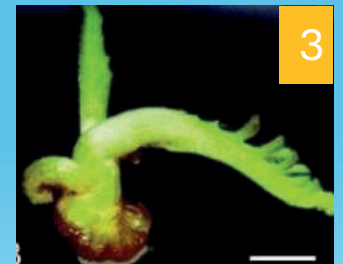


3)
Asportazione
espanti e
messa in
coltura



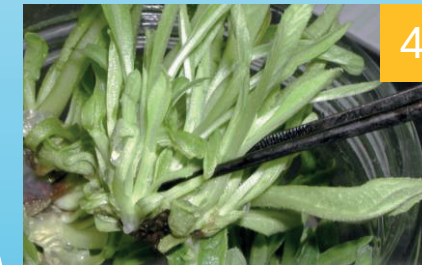
4)
Moltiplicazione

5-6 settimane



5)
Radicazione

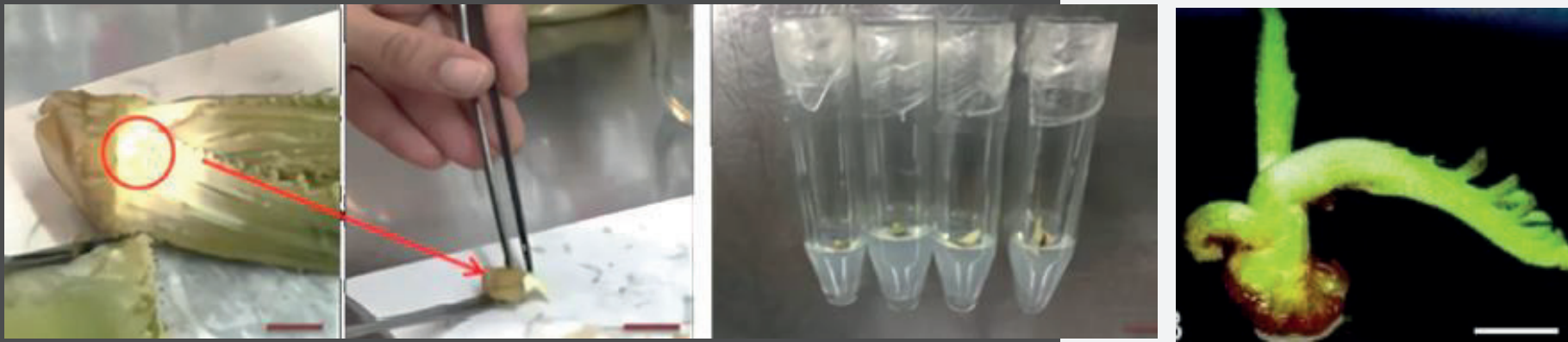
15-20 giorni



6)
Acclimatazione

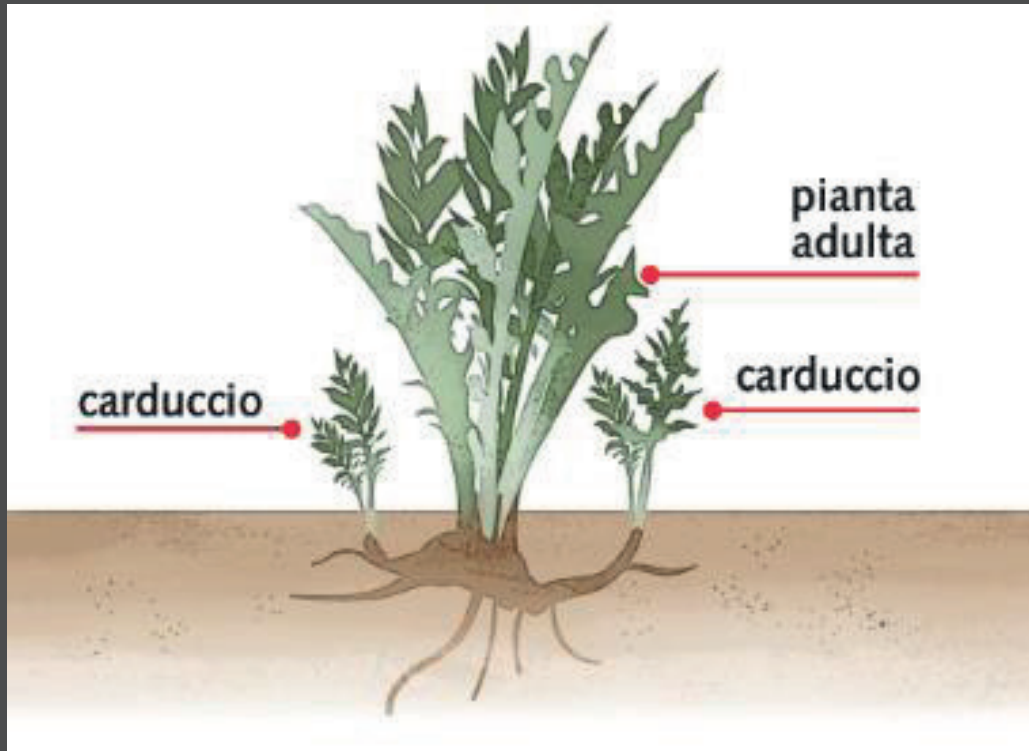
Trapianto in
pieno campo





Dopo 30 gg dalla messa in coltura

- Espianti migliori – Meristema apicale, apici vegetativi



MOLTIPLICAZIONE *IN VITRO*



Figure 2. 'Troianella' landrace artichoke: (a) Plantlet on culture initiation medium after 3 weeks; (b) plantlet after 3 weeks on proliferation medium; (c) five (5) new plantlets ready for the second subculture.

Perché avviene questa moltiplicazione dei germogli ascellari?

Nei terreni di coltura in questa fase si aggiungono degli ormoni (sostanze regolatrici di crescita) chiamate CITOCHININE che favoriscono l'emissione di nuovi germogli. In questo lavoro BAP (0,05 mg/L)



Citation: Ancona, S.; De Mastro, G.; Jenderek, M.M.; Ruta, C. Micropropagation Supports Reintroduction of an Apulian Artichoke Landrace in Sustainable Cropping Systems. *Agronomy* **2021**, *11*, 1169. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061169>

Academic Editors: Valeria Cavallaro and Maurizio Lambardi

Incremento NUMERO di germogli - FASE DI MOLTIPLICAZIONE

Ad esempio,
con **100** espianti
iniziali di una
cultivar
Romanesco e con
un tasso di
moltiplicazione
costante,
pari a 3 ogni 3
settimane (tempo
di subcoltura)....

Ma poi esistono
molte differenze tra
le varie cultivar

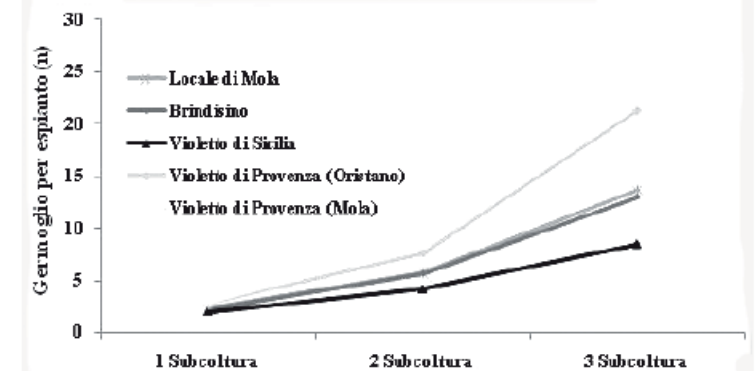


Fig. 2 - Indice medio di moltiplicazione dei germogli di ecotipi di carciofo precoce allevati su substrato di moltiplicazione durante le tre subcolture (1 subcoltura = 25 giorni).

Fig. 2 - Multiplication average index of shoots of artichoke ecotypes grown on substrate for proliferation in three subcultures (1 subculture = 25 days).

Acta Italus Hortus 8: 80-85

Micropropagazione, micorrizzazione e produzione di carciofo precoce

Claudia Ruta, Angela Campanelli, Anna Tagarelli, Giuseppe De Mastro e Irene Morone-Fortunato
Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali, Università 'Aldo Moro' di Bari

RADICAZIONE

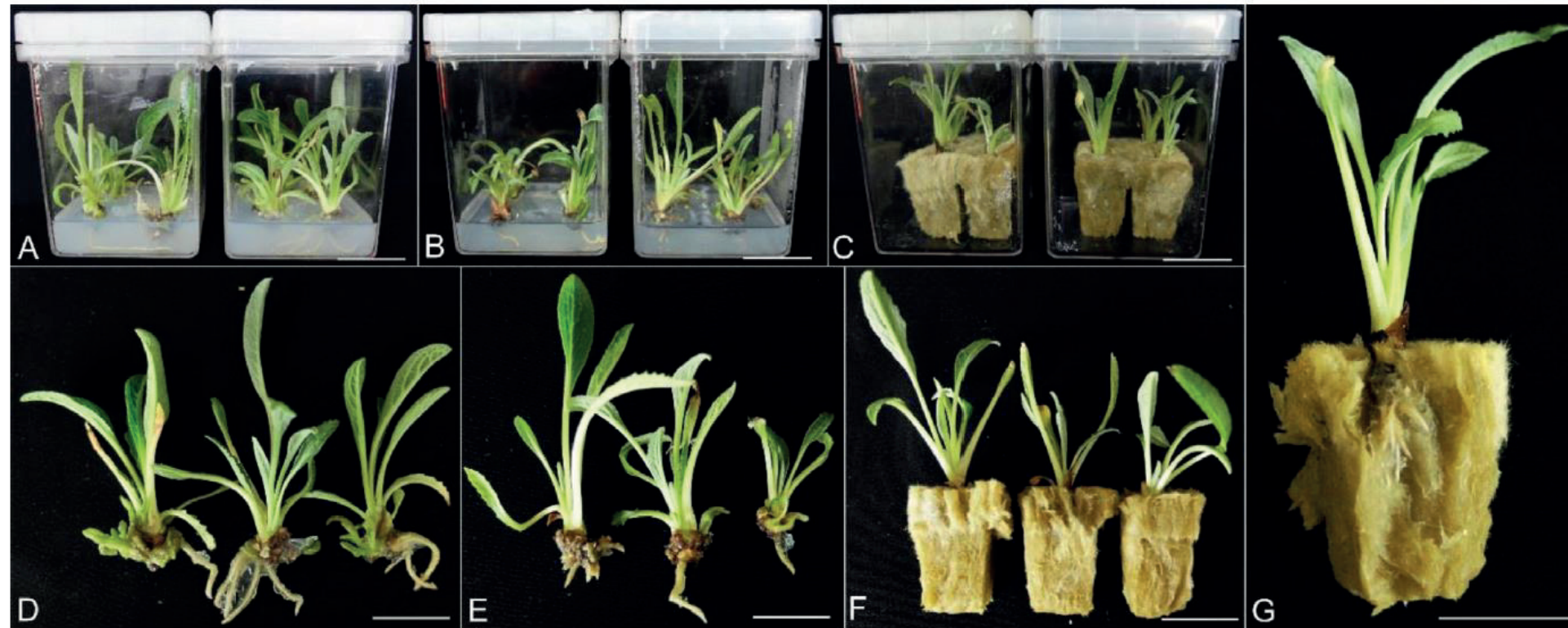


Fig. 2. The effect of substrates and gelling agents on in vitro rooting and plantlet quality of purple artichoke after 30 days of culture.

A, D: Plantlets cultured on agar gelling agent

B, E: Plantlets cultured on gelrite substrate

C, F, G: Plantlets cultured on rockwool substrate, Bar: 2 cm.

Chi stimola la formazione di radici avventizie?

Nei terreni di coltura in radicazione si aggiungono sostanze dette AUXINE (in questo lavoro 6 mg/l di IBA).

Improved micropropagation efficiency of purple artichoke (*Cynara scolymus* L.) plantlets

Le Van Thuc^{a,b,c}, Hoang Thanh Tung^{a,*}, Hoang Dac Khai^a, Nguyen Thi Nhu Mai^a,
Do Manh Cuong^a, Vu Quoc Luan^a, Le The Bien^a, Hoang Thi Nhu Phuong^d, Nguyen Ba Nam^d,
Bui Van The Vinh^e, Duong Tan Nhut^{a,*}

Table 5

The effect of substrates and gelling agents on *in vitro* rooting and plantlet quality of purple artichoke after 30 days of culture.

Substrate/ Gelling agent	Plantlet height (cm)	Rooting (%)	No. of roots per plantlet	Root length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Plantlet fresh weight (g)	Plantlet dry weight (g)	SPAD value	Root morphology
Agar	5.77 ± 0.23 ^{ab*}	65.00 ± 0.57 ^d	3.33 ± 0.33 ^c	2.55 ± 0.10 ^c	4.63 ± 0.24 ^{ab}	0.73 ± 0.05 ^b	0.60 ± 0.05 ^{bc}	0.05 ± 0.01 ^d	38.21 ± 0.21 ^{ab}	Long and thin roots
Gelrite	6.00 ± 0.57 ^{ab}	78.67 ± 0.33 ^{ab}	3.63 ± 0.33 ^{bc}	4.10 ± 0.05 ^a	4.20 ± 0.11 ^b	0.92 ± 0.01 ^a	0.65 ± 0.02 ^b	0.07 ± 0.01 ^b	39.86 ± 0.29 ^{ab}	
Perlite	5.67 ± 0.33 ^{ab}	73.33 ± 0.67 ^{bc}	2.33 ± 0.43 ^d	2.10 ± 0.11 ^d	4.83 ± 0.14 ^a	0.95 ± 0.03 ^a	0.65 ± 0.02 ^b	0.06 ± 0.01 ^c	37.66 ± 0.49 ^{bc}	Short, small and brittle roots
Vermiculite	5.67 ± 0.33 ^{ab}	68.33 ± 0.67 ^{cd}	3.97 ± 0.21 ^{bc}	3.77 ± 0.12 ^b	4.83 ± 0.26 ^a	0.91 ± 0.15 ^a	0.62 ± 0.04 ^{bc}	0.06 ± 0.01 ^c	38.28 ± 0.48 ^{ab}	Long, big and strong roots
Rockwool	6.33 ± 0.33 ^a	90.00 ± 1.73 ^a	5.00 ± 0.28 ^a	4.50 ± 0.17 ^a	4.37 ± 0.23 ^{ab}	0.94 ± 0.08 ^a	0.73 ± 0.04 ^a	0.08 ± 0.01 ^a	40.29 ± 0.43 ^a	Long and uniform roots; lateral root formation

* Different letters (a, b, ...) shown in the same column represent significant differences at $p < 0.05$ in Duncan's test. The experiments were repeated 3 times.
SPAD value: leaf chlorophyll content (SPAD-502, Minolta Co., Ltd., Osaka, Japan). Values (mean ± standard error).

ACCLIMATAZIONE

L'acclimatazione è una delle fasi più critiche perché le piante in vitro per adattarsi al nuovo ambiente hanno bisogno di **tassi di umidità costanti e molto elevati**. Inoltre lo sviluppo dell'apparato radicale può richiedere un po' di tempo prima di raggiungere dimensioni efficienti per l'assorbimento di acqua e nutrienti, in estate si può avere il 40% di perdite.

COLLO DI BOTTIGLIA CHE FACEVA ALZARE ECCESSIVAMENTE I COSTI DELLE
PIANTINE MICROPROPAGATE, PER CUI SI PREFERIVA PROCEDERE CON LE
TECNICHE TRADIZIONALI

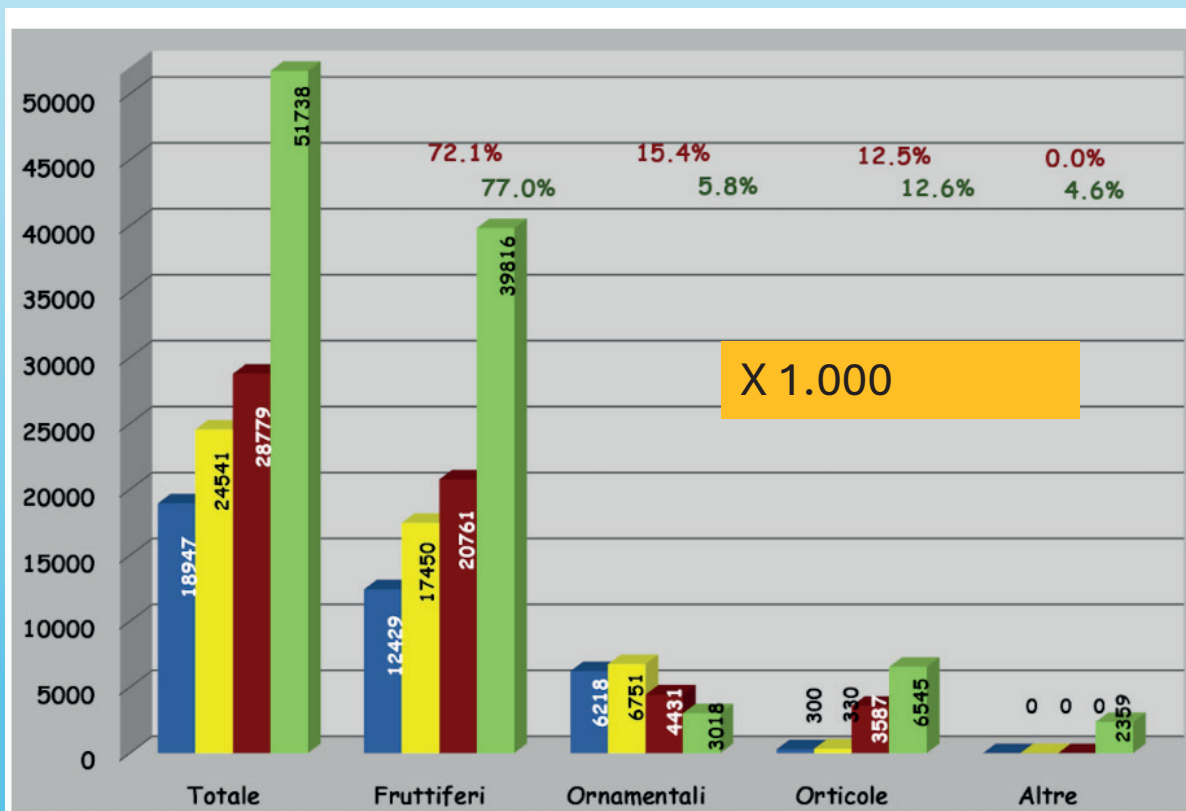
MICORRIZZAZIONE/BATTERIZZAZIONE di PIANTINE MICROPROPAGATE IN FASE DI RADICAZIONE/ACCLIMATAZIONE



Figure 5. From the left to the right, a control plant and plants with root system inoculated with spores of *F. mosseae*, *S. viscosum*, and a commercial mycorrhiza mix after 1 month of outside cultivation.

Censimento 2022 - Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana (SOI)

Numero e piante utilizzate nei laboratori specializzati nella produzione *in vitro* di colture frutticole, orticole e ornamentali



Nel grafico: produzione di piante vitro derivate per anno negli anni 1998 (blu), 2006 (giallo) 2010 (rosso) 2022 (verde)

(Fonte: Soi)

Importante la **crescita** del carciofo con **+50%** della produzione rispetto al 2010, oggi offerto da ben **6 laboratori** su 25 censiti.

3.500.000 di piantine di carciofo micropropagate all'anno

Orticoltura

L'agricoltura di precisione entra in vivaio

Di Carlo Borrelli 2 Novembre 2023



Bibliografia essenziale

- Ancona, S., De Mastro, G., Jenderek, M. M., & Ruta, C. (2021). Micropropagation supports reintroduction of an apulian artichoke landrace in sustainable cropping systems. *Agronomy*, 11(6), 1169.
- Bekheet, S. A., Sota, V., El-Shabrawi, H. M., & El-Minisy, A. M. (2020). Cryopreservation of shoot apices and callus cultures of globe artichoke using vitrification method. *Journal of genetic engineering and biotechnology*, 18, 1-8.
- Mech, B., Bihari, C., Marak, E. R., & Ahamad, S. ADVANCES PRODUCTION TECHNOLOGY OF GLOBE ARTICHOKE.
- Spanò, R., Fortunato, S., Linsalata, V., D'Antuono, I., Cardinali, A., de Pinto, M. C., & Mascia, T. (2023). Comparative analysis of bioactive compounds in two globe artichoke ecotypes sanitized and non-sanitized from viral infections. *Plants*, 12(8), 1600.
- Taglienti, A., Tiberini, A., & Barba, M. (2013). Cryotherapy: a new tool for the elimination of artichoke viruses. *Journal of Plant Pathology*, 597-602.
- Tavazza, R., Lucoli, A., Benelli, C., Giorgi, D., D'Aloisio, E. & Papacchioli, V. (2013) Cryopreservation in artichoke: towards a phytosanitary qualified germplasm collection. *Annals of Applied Biology*, 163, 231–241.
- Tung, H. T., Khai, H. D., Mai, N. T. N., Luan, V. Q., Phuong, H. T. N., Nam, N. B., ... & Nhut, D. T. (2023). Improved micropropagation efficiency of purple artichoke (*Cynara scolymus* L.) plantlet. *South African Journal of Botany*, 160, 319-327.
- Wang, M. R., Bi, W. L., Bettoni, J. C., Zhang, D., Volk, G. M., & Wang, Q. C. (2022). Shoot tip cryotherapy for plant pathogen eradication. *Plant Pathology*, 71(6), 1241-1254.