

## Valutazione della variabilità genetica di popolazioni marchigiane e abruzzesi di carciofo tardivo ai fini della costituzione di varietà innovative da iscrivere al Registro Nazionale delle Varietà

Nadia Ficcadenti, Enrico Piccinini, Gabriele Campanelli, Aldo Bertone, Piergiorgio Angelini, Maria Silvia Sebastiani e Valentino Ferrari\*

Consiglio per la ricerca e la sperimentazione in Agricoltura, Unità di ricerca per l'orticoltura, Monsampolo del Tronto (AP)

### Genetic variability evaluation among globe artichoke from the Marche and Abruzzi traditional spring populations to obtain innovative varieties to be registered at the Italian National Variety Register

**Abstract.** Globe Artichoke is a vegetable native to the Mediterranean basin and its production is mainly based on perennial cultivation of vegetatively propagated clones. Italy is the first country for artichoke production in the world. In Central Italy, it is cultivated only for spring production. The genetic variability within globe artichoke landraces represents a limit to the production uniformity but, on the other hand, these landraces are an important genetic resource and an useful starting point for the selection of new clones. Furthermore, knowledge of genetic variation inter and intra-landraces is of great importance for genetic improvement to develop a desired genotype, i.e. lines or F1 hybrids. In the frame of germplasm recovery of the traditional Marche and Abruzzi landraces, performed within the CAR-VARVI project, the aim of the work consisted in studying the genetic variability within each population and selecting clones for releasing at the Italian National Register of Varieties. The local genotypes named Precoce di Jesi, Ascolano, Montelupone A, Montelupone B, Tardivo di Pesaro, Castorano, Urbisaglia 1, Urbisaglia 2 and Mazzaferrata were characterized morphologically, utilizing UPOV descriptors, and molecularly by using ISSR and SSR markers. After two years of clonal selection four new varieties, named ORA-Iron Cup, ORA-Castori, ORA-Federico and ORA-Barbarossa were presented for the release at the National Variety Register.

**Key words:** landraces, *Cynara cardunculus* var. *scolymus* L., clonal selection, molecular and morphological characterization, *in vitro* gynogenesis.

### Introduzione

Il carciofo (*Cynara cardunculus* var. *scolymus* L.), coltura erbacea poliennale ad impollinazione prevalentemente allogama (De Vos 1992, Pecaut e Martin 1993), tipica del bacino del Mediterraneo, riveste notevole importanza economica in diverse regioni dell'Italia centro-meridionale. In base all'epoca di raccolta si distinguono varietà a produzione autunnale, dette rifioranti o precoci, e varietà a produzione primaverile indicate anche come non rifioranti o tardive. In Italia, la costituzione varietale di carciofo è stata per lo più limitata alla selezione clonale effettuata nell'ambito di popolazioni locali propagate per via agamica. Nelle diverse aree cinaricole italiane sono presenti in coltivazione numerose tipologie di carciofo, che rappresentano un patrimonio di agrobiodiversità. La necessità di salvaguardare le produzioni agricole ed alimentari di carattere tradizionale è ormai esigenza avvertita nel nostro Paese al fine di valorizzare l'economia di settori e di aree penalizzate dai processi di globalizzazione dei mercati e di omologazione delle produzioni. La diversità genetica presente nei materiali locali, oltre a rappresentare un'importante fonte di variabilità genetica utilizzabile in programmi di selezione, costituisce un patrimonio biologico, culturale ed economico. Malgrado l'importanza economica che questa specie riveste in Italia e gli sforzi fatti da singoli Enti pubblici, finora è mancato un programma di raccordo per la valorizzazione dei tanti ecotipi dei quali attualmente solo pochi possono vantare l'acquisizione del Marchio. È stato necessario pertanto avviare o completare l'individuazione, la raccolta, la caratterizzazione, la conservazione dell'agrobiodiversità e, al tempo stesso, sviluppare strategie di miglioramento genetico particolarmente legate agli aspetti nutrizionali e organolettici per promuovere le produzioni di qualità (di nicchia), anche per la grande distribuzione e la trasformazione.

Nelle Marche e in Abruzzo il carciofo è diffuso in aree limitate sia negli orti familiari che nelle aziende

\* valentino.ferrari@entecra.it

localizzate prevalentemente nella collina interna e litoranea. Le popolazioni locali coltivate, di tipo primaverile, sono solitamente conosciute con i nomi delle zone di coltivazione come l'Ascolano, il Precoce di Jesi, il Montelupone, il Tardivo di Pesaro, il Castorano, l'Urbisaglia e il Mazzaferrata.

Al fine di rilanciare la cinaricoltura nel Centro-Italia è stato sviluppato un programma di ricerca articolato e complesso finalizzato:

- al mantenimento delle popolazioni autoctone;
- alla selezione clonale, intra-popolazione per l'ottenimento di varietà innovative dotate di caratteri agronomicamente superiori, quali la produttività, l'epoca di maturazione, la resistenza a fitopatie e la composizione nutraceutica;
- al miglioramento genetico per l'ottenimento di linee *inbred* per la costituzione di ibridi F1;
- alla caratterizzazione morfologica e molecolare delle diverse popolazioni come ausilio per la tracciabilità del prodotto;
- alla diffusione delle varietà emergenti negli areali marchigiani ed abruzzesi attraverso per la realizzazione di impianti specializzati utilizzando carducci virus esenti.

## Materiali e metodi

### *Reperimento di ecotipi tardivi e allestimento di un campo catalogo su terreno convenzionale*

È stato predisposto un appezzamento di terreno di 2.000 m<sup>2</sup> per la realizzazione di un campo catalogo. Nell'anno d'inizio del progetto il terreno è stato impegnato con il trapianto di carducci prelevati da 13 popolazioni locali di cui 10 afferenti alle tipologie Romanesco, Violetto e Violetto spinoso, originarie del Centro e Sud Italia, provenienti dagli areali marchigiani di Jesi (AN), di Ascoli Piceno, di Montelupone (MC), di Castorano (AP), di Urbisaglia (MC), di Monsampolo del Tronto (AP), una recuperata in Abruzzo in località Cupello e denominata Mazzaferrata (CH) e due ecotipi di origine campana denominati Tondo di Paestum (SA) e Rosso di Paestum (SA). L'impianto sperimentale si è avvalso delle normali tecniche colturali.

### *Caratterizzazione delle popolazioni locali*

Nel 2008, sulle popolazioni ritenute di maggiore interesse per gli areali di origine, sono stati avviati studi di caratterizzazione biometrica e morfologica. Nell'ambito di ciascuno dei seguenti ecotipi, Precoce di Jesi, Ascolano, Mazzaferrata, Montelupone A, Montelupone B e Castorano, sono state scelte 20 piante omogenee e rispondenti all'ideotipo ricercato per

*habitus* vegetativo e qualità produttiva. I parametri valutati sono riportati nelle tabelle 1 e 2.

### *Prova di idoneità alla coltivazione in bio di 5 cloni selettivi di carciofo tardivo*

Su 2 appezzamenti prossimali di 1.000 m<sup>2</sup> cadauno, di pari giacitura e tessitura, di cui uno certificato in bio ai sensi del regolamento (CE) n° 834 del 2007, sono state definite a random 30 parcelle di 67 m<sup>2</sup> ove sono stati trapiantati 85 carducci afferenti alle popolazioni locali Precoce di Jesi, Ascolano, Montelupone A, Montelupone B e Mazzaferrata, disposti a quinconce, (sfalsati di 0,5 m tra le file e distanti 1 m sulla fila) conseguendo una densità di impianto di 1,3 piante/m<sup>2</sup>, Operando in tal modo si è realizzato uno schema sperimentale a split-plot con tre repliche. Sulle 12 piante centrali, di ciascuna parcella, sono stati rilevati i dati produttivi.

L'analisi statistica si è avvalsa del test di Duncan per individuare la varietà più produttiva, verificare le differenze di resa imputabili ai 2 sistemi di coltivazione, ed evidenziare per ciascun ecotipo il sistema di coltivazione più idoneo.

### *Moltiplicazione di piante virus-esenti*

Nel novembre 2009 sono stati inviati al CRA-PAV di Roma dei campioni fogliari provenienti da 5 diverse piante dei cloni Ascolano, Urbisaglia 1, Urbisaglia 2, Castorano, Tardivo di Pesaro, Montelupone A, Montelupone B e Mazzaferrata per una verifica del loro stato fitosanitario finalizzata ad una moltiplicazione delle piante che fossero risultate virus-esenti. Le analisi, effettuate dal CRA-PAV, sono state di tipo molecolare (RT-PCR) e specifiche per accertare l'assenza dei seguenti virus: ALV (*Artichoke Latent Virus*), AILV (*Artichoke Italian Latent Virus*), AMCV (*Artichoke Mottle Crinkle Virus*), TSWV (*Tomato Spotted Wilt Virus*), TuMV (*Turnip Mosaic Virus*), BYMV (*Bean Yellow Mosaic Virus*).

*Ottenimento di nuove varietà e loro iscrizione al RNV*  
Le nuove varietà sono state ottenute nel rispetto della seguente tempistica e modalità:

- individuazione delle piante madri rispondenti all'ideotipo;
- verifica dello stato fito-sanitario delle piante madri da parte del CRA-PAV; ed impianto di nuove carciofaie con carducci virus-esenti;
- caratterizzazione biometrica, morfologica e produttiva su un campione di 30 piante per varietà.
- rilievi bio-agronomici sulle 4 nuove varietà con l'utilizzo di descrittori UPOV ;
- avvio dell'iscrizione al RNV.

Tab. 1 - Caratterizzazione bio-morfologica di 6 popolazioni clonali.  
 Tab. 1 - Bio-morphological characterization of 6 clonal populations.

Caratteristiche della Pianta	u.m.	Pianta						Stelo principale						Foglia											
		Iesino		Ascolano		Mazzaferatta		Montelup. A		Montelup. B		Castorano		Iesino		Ascolano		Mazzaferatta		Montelup. A		Montelup. B		Castorano	
		x	e.s.	c.v.	x	e.s.	c.v.	x	e.s.	c.v.	x	e.s.	c.v.	x	e.s.	c.v.	x	e.s.	c.v.	x	e.s.	c.v.	x	e.s.	c.v.
Diametro max della chioma	cm	169,6	5,4	7	158,4	6,0	9	157,0	3,7	5	138,0	5,8	9	160,0	7,1	10	119,6	13	25						
Altezza compreso il capolino fiorale	cm	52,6	1,7	7	55,3	4,1	17	46,0	2,2	11	57,5	4,5	17	59,9	2,2	8	47,5	4,3	20						
Gambi secondari	n°	2,8	0,2	16	3,4	0,2	12	3,2	0,2	14	3,0	0,3	24	3,4	0,2	16	2,6	0,2	21						
Altezza escluso il cap. fior.	cm	42,8	1,7	9	47,6	3,8	18	38,4	1,9	11	49,0	4,1	19	51,4	2,3	10	39,2	4,3	25						
Distanza capolino fior. - foglia più giovane	cm	1,8	0,2	25	1,7	0,2	26	1,8	0,1	15	2,4	0,5	45	1,9	0,3	39	4,6	0,8	39						
Diametro (c.a 10 cm sotto il capol. fior.)	cm	2,6	0,1	9	2,4	0,2	16	2,4	0,1	11	2,1	0,0	4	2,5	0,4	37	2,2	0,1	9						
Pennatosette	n°	15,8	1,2	16	19	0,6	7	17,8	1,4	17	13,0	0,5	9	13,0	0,5	9	11,0	1,7	35						
Intere	n°	7,0	1,6	52	15,8	1,3	18	14,8	1,2	19	11,6	1,6	31	4,2	0,2	11	14,8	1,2	17						
Totale	n°	22,8	2,8	27	34,8	1,7	11	33,6	1,7	11	24,6	1,9	17	17,2	0,6	8	25,8	2,1	18						
Portamento (dal 10° al 12° stadio fogliare) 1: eretto, 5: orizzontale	cm	3,0	0,3	24	2,8	0,2	16	2,8	0,2	16	2,2	0,2	20	2,2	0,5	50	4,0	0,3	18						
Presenza di spine 1: assente; 9: spinoso		1,0	0,0	0	1,0	0,0	0	1,0	0,0	0	1,0	0,0	0	1,0	0,0	0	1,0	0,0	0						
Lunghezza cm (10°-11°-12° stadio fogliare)		96,7	3,4	8	84,5	5,0	13	97,4	2,1	5	78,6	1,4	4	82,7	3,5	9	67,9	3,8	13						
Larghezza (10°-11°-12° stadio fogliare)	cm	38,9	2,1	12	40,9	4,4	24	41,8	3,5	19	29,7	1,7	13	32,2	1,6	11	29,9	2,3	17						
Incisioni n. (10°-11°-12° stadio fogl.) 1: assenti, 9: molto inciso		6,6	0,4	14	7,2	0,2	6	6,8	0,2	7	4,2	0,2	11	7,0	0,0	0	4,4	0,7	34						
Foglia più lunga (alla base)	cm	103,6	2,3	5	89,2	4,1	10	100,8	4,7	10	81,6	1,4	4	97,0	5,1	12	68,2	6,0	20						
Foglia più larga (alla base)	cm	50,6	1,6	7	55,6	2,1	8	41,8	3,5	19	37,6	0,6	4	39,6	2,8	16	40,4	3,4	19						
Lobi	n°	18,0	1,3	16	21,0	0,4	5	19,2	0,5	6	14,6	0,4	6	15,8	1,0	14	20,0	0,5	6						
Lobo più lungo	cm	32,2	0,7	2	29,8	1,0	7	28,8	1,4	11	25,0	0,4	4	28,4	2,1	17	21,0	2,2	23						
Lobo più largo	cm	11,4	1,1	22	13,2	0,8	14	11,0	0,4	9	12,4	0,4	4	14,2	1,9	30	8,5	1,2	33						
Lobo forma della punta 1: acuto, 3: ottuso		1,0	0,0	0	1,0	0,0	0	1,2	0,2	37	1,0	0,0	0	1,0	0,0	0	1,0	0,0	0						
Lamina sup.: intensità del verde (CCM) 3: chiaro, 7: scuro		4,8	0,2	9	5,4	0,2	10	6,2	0,2	7	5,0	0,0	0	5,0	0,0	0	3,6	0,2	15						
Lamina sup.: intensità del verde (CCM)		40,0	8,9	50	32,2	3,1	22	37,9	3,5	21	56,3	2,3	9	44,7	2,7	14	18,8	3,0	36						
Lamina sup. pelosità 0: assente, 4: peloso		2,7	0,2	23	1,4	0,2	39	1,2	0,2	37	2,0	0,0	0	2,0	0,0	0	2,0	0,0	0						
Base picciolo: pigm. Ant. 0: assente, 4: forte		2,0	0,0	0	0,6	0,2	91	0,0	0,0	0	2,0	0,0	0	2,0	0,0	0	0,8	0,2	56						

Tab. 2 - Caratterizzazione bio-morfologica di 6 popolazioni clonali.  
 Tab. 2 - Bio-morphological characterization of 6 clonal populations.

Caratteristiche del capolino	u.m.	Iesino		Ascolano		Mazzaferrata		Montelupone A		Montelupone B		Castorano							
		x	e.s.	c.v.	x	e.s.	c.v.	x	e.s.	c.v.	x	e.s.	c.v.	x	e.s.	c.v.			
<b>Capolino fiorale centrale</b>																			
Lunghezza	cm	9,8	0,1	3	7,7	0,4	12	7,6	0,3	9	8,5	0,4	10	8,5	0,2	6	8,3	0,5	13
Diametro	cm	8,4	0,1	3	9,4	0,5	11	8,8	0,3	7	7,2	0,3	10	7,7	0,2	7	7,6	0,3	9
Dimensione taglia (L/D)		1,1	0,0	5	0,8	0,0	10	0,9	0,0	5	1,2	0,0	4	1,1	0,0	5	1,1	0,0	7
Forma della sezione longitudinale 1: circolare, 3: ovale, 5: ellittico		3,2	0,2	14	5,0	0,0	0	5,0	0,0	0	3,0	0,0	0	3,0	0,0	0	3,0	0,0	14
Forma della punta 1: acuta, 2: rotonda, 3: schiacciata		1,0	0,0	0	2,8	0,2	16	3,4	0,2	16	1,6	0,2	34	1,0	0,0	0	2,0	0,0	0
<b>Brattee interne</b>																			
Pigm. Ant. 1: assente, 9: molto forte		1,0	0,0	0	1,6	0,2	34	2,0	0,0	0	2,0	0,0	0	2,6	0,4	34	3,6	0,5	32
<b>Recettacolo</b>																			
Diametro	cm	3,2	0,0	0	3,2	0,0	0	3,0	0,0	1	3,6	0,0	0	3,9	0,0	0	2,6	0,0	0
Spessore	cm	0,3	0,0	0	0,4	0,0	0	0,4	0,0	1	0,4	0,0	0	0,4	0,0	0	0,5	0,0	0
Forma sez. long. 1: piatto, 3: concavo		2,0	0,0	0	3,0	0,0	0	3,0	0,0	0	3,0	0,0	0	2,0	0,0	0	3,0	0,0	0
<b>Brattea esterna</b>																			
Lunghezza base	mm	10,8	0,4	8	12,6	0,8	16	11,0	0,4	9	8,9	0,7	17	10,6	0,5	11	11,6	1,7	33
Larghezza base	mm	15,0	0,7	11	19,0	1,4	17	15,0	1,2	18	19,3	2,8	33	16,5	0,9	12	20,8	2,2	23
Spessore base	mm	5,0	0,3	14	5,0	0,0	0	4,2	0,2	11	4,8	0,2	9	4,2	0,4	20	4,5	0,3	14
Forma principale	Ln/Lh	1,3	0,0	0	1,3	0,0	8	1,5	0,1	9	1,3	0,0	2	1,2	0,0	4	1,6	0,1	13
Forma apice 1: acuta, 3: crisantemo		2,6	0,2	21	3,0	0,0	0	3,0	0,0	0	3,0	0,0	0	3,0	0,0	0	2,4	0,2	23
Colore lato esterno 1: verde, 5: violetto		4,0	0,0	0	4,0	0,0	0	3,8	0,2	12	3,4	0,2	16	4,0	0,0	0	2,6	0,4	34
Curvatura punta 1: acuta, 9: ottusa		3,0	0,5	41	6,2	0,2	7	7,6	0,4	12	3,8	0,4	22	5,0	0,0	0	3,4	0,9	57
Presenza mucrone 1: assente, 9: molto evidente		2,2	0,2	20	2,0	0,0	0	2,0	0,0	0	2,0	0,0	0	3,8	0,5	29	2,4	0,2	23
1° capolino fior. nel turione lat.		65,0	1,8	6	57,2	3,3	13	53,6	2,8	12	54,8	2,3	9	58,2	3,7	14	63,1	3,9	14
Diametro	mm	43,4	2,2	11	51,8	3,6	15	46,0	1,3	6	41,2	1,4	7	44,6	3,2	16	41,4	3,6	19
Dimensione taglia	L/D	1,5	0,1	11	1,1	0,0	6	1,1	0,1	16	1,3	0,0	6	1,3	0,0	6	1,5	0,1	17
Forma della sezione longitudinale 1: circolare, 3: ovale, 5: ellittico		4,0	0,0	0	2,6	0,4	34	2,2	0,5	50	4,0	0,0	0	3,2	0,2	14	4,0	0,0	0
Grado di apertura 3: debole, 5: media, 7: forte		3,0	0,0	0	3,0	0,0	0	3,0	0,0	0	3,0	0,0	0	3,4	0,4	26	3,0	0,0	0

Nel novembre del 2011, sono state trasferiti al centro di saggio dell'INRAN di Battipaglia 100 carducci delle nuove varietà denominate ORA-Iron Cup, ORA-Castori e ORA-Federico. Per la varietà ORA-Barbarossa la pratica di iscrizione al RNV è stata avviata nel luglio 2012 e nel mese di novembre sono stati consegnati, all'area di saggio INRAN di Imola 100 carducci della stessa unitamente al test C3.

#### *Miglioramento genetico*

L'attività di miglioramento genetico ha avuto per scopo la selezione di linee *inbred* per la loro utilizzazione in piani di incrocio per la costituzione di ibridi F1 di carciofo a ciclo tardivo. Sono stati, pertanto, utilizzati i carducci delle popolazioni Mazzaferrata, Violetto tardivo di Pesaro, Montelupone A, Montelupone B, Castorano, Ascolano e Precoce di Jesi per realizzare un campo sperimentale costituito da 20 piante per ciascun ecotipo.

Sono state effettuate le autofecondazioni secondo il metodo riportato da Perrino e Pacucci (1974). Nel 2012 la selezione operata sulle piante progenie del precedente anno ha permesso di individuare, nell'ambito degli ecotipi, 48 piante portatrici di caratteri utili e rispondenti all'ideotipo ricercato per ciascuna ecotipo allevato. I fenotipi scelti sono stati sottoposti di nuovo ad autofecondazione controllata.

Parallelamente le popolazioni di origine di: Montelupone A, Montelupone B, Precoce di Jesi ed Ascolano sono state allevate per due anni consecutivi in due località diverse del Centro-Italia (CRA-ORA, costa Adriatica e Cerveteri, costa tirrenica), in collaborazione con le unità dell'Università della Tuscia e dell'ENEA, per studiare la variabilità genetica entro la popolazione e la possibile interazione fenotipo-ambiente. La caratterizzazione bio-morfologica è stata eseguita mediante l'utilizzo di descrittori UPOV in entrambe le località. Sulle stesse popolazioni sono state, inoltre, condotte analisi molecolari. La caratterizzazione molecolare ha previsto l'estrazione del DNA dai giovani tessuti fogliari di diverse accessioni (Montelupone A, Montelupone B, Jesino, Ascolano, Mazzaferrata) e di ibridi F1 realizzati presso il CRA-ORA di Monsampolo del Tronto. Il DNA è stato amplificato impiegando diversi primers SSR (*Simple Sequences Repeats*).

#### *Ginogenesi in vitro*

Nell'anno 2010 sono stati avviati esperimenti di ginogenesi *in vitro* finalizzati all'ottenimento di linee omozigoti di carciofo utilizzando 9 genotipi, di cui 7 appartenenti a popolazioni (Mazzaferrata, Violetto tardivo di Pesaro, Montelupone A, Montelupone B,

Castorano, Urbisaglia) e 2 ibridi F1 denominati 5/79 e 5/84. Dai capolini in pre-fioritura sono stati prelevati gli ovari immaturi di fiori periferici e centrali con antere prive di polline. Dopo sterilizzazione in ipoclorito 2%, gli ovari sono stati allevati in capsule Petri su 9 diversi terreni di coltura addizionati di ormoni specifici. Nel 2011 l'esperimento è stato riproposto su 16 genotipi, di cui 4 riguardanti gli ecotipi che nell'anno precedente avevano risposto meglio alla stimolazione ormonale (Montelupone A, Montelupone B, Violetto tardivo di Pesaro, Urbisaglia) e 12 ibridi F1, siglati 22, 22bis, 29, 35, 43, 45, 45bis, 55, 66, 67, 83 e 92. Dai capolini dei 4 ecotipi sono stati prelevati sia ovari che ovuli e coltivati sui 4 terreni di coltura che nel 2010 avevano fornito le migliori risposte genotipo-substrato. In totale nell'arco dei due anni sono stati posti in coltura *in vitro* circa 6.700 ovari e 270 ovuli

#### **Risultati**

##### *Reperimento di ecotipi tardivi e allestimento di un campo catalogo su terreno convenzionale*

Il campo catalogo annovera ben 13 ecotipi locali e ciascuno, grazie al continuo reimpianto di carducci, dispone di un adeguato numero di individui. Più precisamente la collezione conta 260 piante per Montelupone A, Montelupone B, Jesino, Urbisaglia 1 e Urbisaglia 2, Monsampolo (Tipologie Violetto), Ascolano e Mazzaferrata (Tipologie Romanesco), Violetto Tardivo di Pesaro (Tipologia Violetto spinoso), 240 piante per Castorano (Tipologia Romanesco), 67 piante per C3 (Tipologia Romanesco) e 50 piante per Tondo di Paestum e Rosso di Paestum (Tipologie Romanesco).

##### *Caratterizzazione di popolazioni locali*

Le tabelle 1 e 2 sono relative alla caratterizzazione della pianta e del capolino degli ecotipi Precoce di Jesi, Ascolano, Mazzaferrata, Montelupone A, Montelupone B e Castorano. Nella fattispecie, si è visto che l'ecotipo contraddistinto da un *habitus* vegetativo più espanso è il Precoce di Jesi con 169,9 cm di diametro, mentre Castorano è quella più compatta con soli 119,6 cm e, quindi, in grado di assicurare una maggiore densità d'impianto. Gli ecotipi con portamento assurgente risultano Montelupone A e B, mentre quello caratterizzato da un maggiore sviluppo in altezza è il Montelupone B con 59,9 cm. Al contrario, il Mazzaferrata, caratterizzato da un'altezza media delle piante di soli 45 cm, è in grado di agevolare la raccolta meccanica con l'utilizzo di trattrici capaci di transitare al di sopra della coltura.

L'ecotipo più ricco di foglie è l'Ascolano (19 foglie) e ad esso si contrappone il Castorano (11 foglie) (tab. 1). I capolini con le maggiori dimensioni si rinvencono invece in Precoce di Jes e in Ascolano; il primo per la dimensione longitudinale (9,76 cm) ed il secondo per quella equatoriale (9,36 cm) (tab. 2).

*Prova di idoneità alla coltivazione in bio di 5 cloni di carciofo*

Il saggio teso a verificare l'idoneità del carciofo al sistema di coltivazione in bio ha fornito risultati molto significativi. I dati riportati in tabella 3 consentono di trarre conclusioni molto interessanti e con una loro concreta ricaduta in termini applicativi in favore degli operatori. Gli ecotipi più produttivi fra i cinque posti a confronto sono risultati Ascolano, con una resa media di 11,6 t/ha e Mazzaferrata con 11,3 t/ha.

Lo studio ha, inoltre, evidenziato che il sistema di coltivazione in biologico favorisce l'esaltazione dell'espressione produttiva rispetto al convenzionale. Infatti esso assicura una produzione media di campo significativamente superiore di circa 2,2 t/ha. Dall'analisi dell'interazione varietà × sistema di coltivazione, emerge che soltanto l'Ascolano risulta indifferente per gli aspetti produttivi alle modalità di conduzione del terreno, mentre gli altri mostrano tutti di conseguire risultati significativamente superiori se coltivate in bio. Anche il peso medio del capolino centrale presenta un leggero incremento in bio, che però non raggiunge la significatività come media di campo. È comunque evidente che il sistema bio favorisce accrescimenti significativi dei capolini soprattutto in Montelupone B, Ascolano e Montelupone A. Per quanto riguarda l'attitudine pollonifera il Montelupone B si distingue da tutti per l'emissione di un numero significativamente superiore di carducci (6,4 per pianta); per questo particolare carattere, il sistema di coltivazione sembra risultare privo di influenza.

In conclusione è possibile affermare che il carciofo tardivo è una specie che presenta un'alta vocazione per il sistema di coltivazione in biologico e che, fra gli ecotipi presi in esame, i migliori risultati produttivi sono assicurati nell'ordine da Mazzaferrata (12,9 t/ha) e Ascolano (11,7 t/ha), ambedue assimilabili alla tipologia Romanesco.

*Moltiplicazione di piante virus-esenti*

Lo screening dei campioni fogliari effettuato dal CRA-PAV di Roma, ha evidenziato la presenza di diverse piante sane su tutte le popolazioni esaminate; da queste, il 25 marzo 2010, sono stati prelevati carducci virus-esenti con cui è stata impiantata una carciofaia sana (fig. 1), che oggi rappresenta un serbatoio naturale per la diffusione presso agricoltori delle varietà in essa contenute.

*Iscrizione al RNV di nuove varietà di carciofo tardivo*

Il saggio effettuato nell'anno 2012 presso il CRA-ORA ha evidenziato che le 4 varietà ORA-Iron Cup, ORA-Castori, ORA-Federico, ORA-Barbarossa, sono



Fig. 1 - Carciofaia virus esente.  
Fig. 1 - Virus-free artichoke plants.

Tab. 3 - Confronto produttivo di 5 popolazioni locali nei sistemi "bio" e convenzionale. A lettere diverse corrispondono valori significativamente differenti per p=0,05 (Duncan).

Tab. 3 - Comparison of 5 local populations in "bio" and conventional productive systems. A different letters correspond significantly different values for p=0,05 (Duncan's test).

Genotipo	Capolino centrale (g)			Produzione (t/ha)			Attitudine pollonifera (n° per pianta)		
	Conv	Bio	Media varietale	Conv	Bio	Media varietale	Conv	Bio	Media varietale
Mazzaferrata	130,2 d	125,3 d	127,8 c	9,8 c	12,9 a	11,3 a	3,0 b	3,2 b	3,1 b
Ascolano	145,4 cd	166,9 bc	156,1 b	11,5 b	11,7 b	11,6 a	3,4 b	3,6 b	3,5 b
Montelupone A	141,7 cd	188,1 ab	164,9 b	6,9 e	8,5 d	7,7 b	4,4 ab	3,9 b	4,2 b
Montelupone B	169,9 bc	211,7 a	190,8 a	5,1 f	8,2 d	6,6 b	7,0 a	5,8 ab	6,4 a
Precoce di Jesi	167,4 bc	202,4 a	184,9 a	5,0 f	7,8 de	6,4 b	3,8 b	3,3 b	3,6 b
Media di campo	150,9 a	178,9 a		7,6 b	9,8 a		4,3 a	4,0 a	

contraddistinte da un elevato livello di omogeneità ed uniformità. Nella fattispecie, i caratteri distintivi emersi per ciascuna varietà nei confronti della varietà test C3 sono stati lo sviluppo vegetativo, l'epoca di maturazione e lo sviluppo del capolino per (fig. 2 e 3). La varietà ORA-Federico (fig. 4), oltre che per i sopraelencati caratteri, si è distinta anche per la presenza di spine sulle foglie e sui capolini.

Per le 4 nuove varietà si è provveduto alla definizione di schede di identificazione elaborate con l'impiego di 17 descrittori UPOV (tab. 4). Il confronto agronomico fra le 4 nuove cv è stato predisposto per

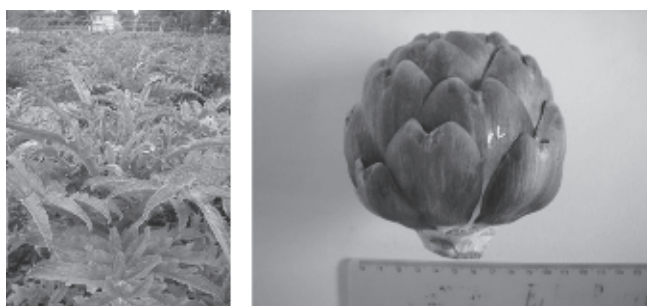


Fig. 2 - Varietà ORA Iron Cup (Pianta e capolino centrale).  
Fig. 2 - The variety ORA Iron Cup (Plant and central flower head).

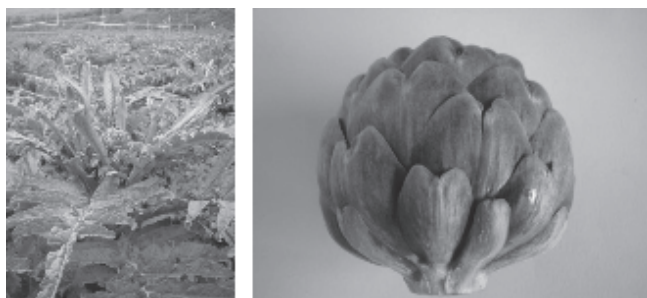


Fig. 3 - Varietà ORA Castori (Pianta e capolino centrale).  
Fig. 3 - The variety ORA Castori (Plant and central flower head).

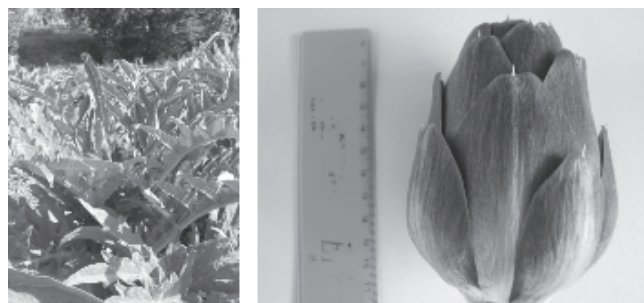


Fig. 4 - Varietà ORA Federico (Pianta e capolino centrale).  
Fig. 4 - The variety ORA Federico (Plant and central flower head).

verificare l'emergenza di differenze fra le varietà in via di iscrizione riguardo l'*habitus* vegetativo, gli aspetti produttivi e le dimensioni e peso del capolino centrale. Dalla tabella 5 emerge che fra le 2 varietà afferenti alla tipologia Romanesco, ORA-Iron Cup è quella contraddistinta dal più basso sviluppo della pianta, mentre i restanti parametri non evidenziano differenze statisticamente rilevanti. Fra le tipologie Violette, la varietà ORA Federico si distingue solo per la maggiore produzione, risultando l'*habitus* vegetativo, il peso medio del capolino centrale, nonché le sue dimensioni, di pari entità. Altra distinzione non secondaria è la presenza di spine in ORA-Federico rispetto a ORA-Barbarossa (fig. 5). Per quest'ultimo, l'esito dei saggi di coltivazione presso l'INRAN sarà reso noto nell'autunno del 2013.

#### Diffusione del germoplasma

La diffusione dei materiali valorizzati attraverso la selezione clonale è sicuramente un'azione di non secondaria importanza per il rilancio della cinaricoltura in Italia. Dal 2009, si è provveduto a soddisfare le richieste avanzate da Enti regionali e singoli agricoltori, anche convertiti in bio per poter disporre di carducci

Tab. 4 Schede descrittive delle 4 varietà iscritte al RNV.  
Tab. 4 - Descriptions of the 4 varieties entered in the RNV.

Descrittori	Varietà ORA-Castori	Varietà ORA-Iron Cup	Varietà ORA-Federico	Varietà ORA-Barbarossa
	± E.S. C.V.(%)			
N. ramific. stelo principale	3	3	4	3
Portamento foglie	Orizzontale	Orizzontale	Semieretto	Semieretto
Spine	Assente	Assente	Presente	Presente
Incisioni fogliari	Presente	Presente	Presente	Presente
Intensità verde (faccia sup.)	Media	Media	Media	Media
Sfumatura del colore verde	Grigio	Grigio	Grigio	Grigio
Intensità della sfumatura grigia	Debole	Debole	Media	Media
Forma sez. longitud. Cap. centr.	Ellittica larga	Ellittica larga	Triangolare	Ovale
Col. brattee esterne cap. centr.	Preval. violetto	Preval. violetto	Preval. violetto	Preval. violetto
Sfum. Col. Second. brattee est.	Assente	Assente	Presente	Presente
Lungh. primo capolino lat.	cm 6,7 0,3 12,9	cm 7,4 0,3 11,5	cm 9,4 0,5 11,1	cm 8,0 0,9 2,6
Diametro primo capolino lat.	cm 6,2 0,4 7,6	cm 6,6 0,1 6,3	cm 5,7 0,2 10,8	cm 6,0 1,0 5,8

Tab. 5 - Confronto morfo-produttivo tra le 4 nuove varietà.  
 Tab. 5 - *Morpho-productive comparison between 4 new varieties.*

Parametri	Tipologia Romanesco		Tipologia Romanesco	
	Ora-Iron cup	Ora-Castori	Ora-Federico	Ora-Barbarossa
Altezza pianta incluso il capolino centrale (cm)	46,0 c	55,0 a	53,5 b	53,5 b
Produzione pianta (Kg)	1.100 b	1.000 b	1.500 a	1.200 b
Peso capolino centrale (g)	160,0 a	170,0 a	170,0 a	180,0 a
Altezza capolino centrale (cm)	10,5 ab	12,5 ab	10,3 b	13,5 a
Diametro capolino centrale (cm)	9,5 a	10,0 a	10,0 a	9,0 a



Fig. 5 - Varietà ORA Barbarossa (Pianta e capolino centrale).  
 Fig. 5 - *The variety ORA Barbarossa (Plant and central flower head).*

esenti da virus, delle popolazioni originarie delle Marche ed Abruzzo. Più precisamente il CRA-ORA nell'ultimo triennio ha provveduto a consegnare ben 37.000 carducci, di cui 6.000 afferenti al clone Montelupone A, 9.000 al clone Montelupone B, 12.000 al clone Ascolano e 10.000 al clone Mazzaferrata.

Con i materiali di cui sopra, sono state realizzate carciofaie specializzate per una superficie di circa 3,5 ha. L'interesse per il rilancio delle varietà locali è stato ulteriormente testimoniato dalla s.r.l. La Marca di Ancona, che specificamente si è fatta carico della reintroduzione del Precoce di Jesi nel territorio di origine attraverso il sostegno delle spese per la realizzazione, nell'ottobre 2012, di un campo pilota di circa 3.000 m<sup>2</sup> nel comprensorio di Poggio San Marcello (AN).

#### Miglioramento genetico

I dati ottenuti dalle prove nei due diversi ambienti di coltivazione hanno evidenziato una significativa interazione con l'ambiente in termini di vigore delle piante e di produzione, confermando l'elevata variabilità esistente nell'ambito di ciascun ecotipo (Ficcadenti *et al.*, 2010). In particolare, le accessioni coltivate sulla costa Tirrenica hanno evidenziato un maggiore vigore rispetto a quelle coltivate sulla costa Adriatica e l'interazione ambientale è risultata essere significativa in termini di altezza della pianta, distanza tra capolino e prima foglia, grandezza e peso del capolino. Le accessioni Precoce di Jesi e Montelupone B hanno mostrato una ridotta altezza della pianta e pochi germogli laterali, ma con capolini

più allungati, mentre le accessioni Montelupone A ed Ascolano sono risultate le più produttive in termini di peso del capolino (Ficcadenti *et al.*, 2010).

I dati preliminari hanno permesso di individuare la presenza di polimorfismi tra le diverse accessioni e di chiarirne l'identità e/o similarità. In particolare, fra le tipologie Romanesco, il Mazzaferrata è risultato molecularmente identico alla popolazione Ascolano e diverso dalle altre accessioni, mentre, tra le tipologie Violetto, la stessa situazione di pari identità, è stata rinvenuta nel Montelupone e nel Precoce di Jesi. (Ficcadenti *et al.*, 2013)

Per quanto riguarda gli ibridi F1 è stato possibile, mediante l'analisi molecolare, verificarne l'autenticità di ottenimento attraverso il confronto con i parentali. Sarà, tuttavia, necessario approfondire l'analisi molecolare con ulteriori studi.

#### Ginogenesi in vitro

A tutt'oggi non si è ancora riusciti ad ottenere da carciofo piante aploidi, pur essendo state utilizzate tecniche di androgenesi e ginogenesi (Motzo e Deidda, 1993; Stipic *et al.*, 2005). Gli esperimenti di ginogenesi *in vitro* effettuati presso il CRA-ORA negli anni 2010 e 2011 non hanno consentito di ottenere linee omozigoti, nonostante siano stati utilizzati genotipi in pre-antesi (fig. 6), substrati di coltura contenenti diverse combinazioni ormonali e materiali di partenza costituiti da ovari ed ovuli (fig. 7). I dati preliminari ottenuti hanno consentito di poter individuare tra i diversi genotipi utilizzati (fig. 8) quelli più rispondenti alle condizioni sperimentali utilizzate. In particolare, ad un primo ingrossamento ed inverdimento dell'ovario, con successiva fuoriuscita dell'ovulo dallo stesso, è seguito un rapido arrossamento dell'organo (fig. 7), fino alla completa disidratazione e morte.

#### Discussione e conclusioni

Le diverse ed articolate attività sviluppate dalla Unità di Ricerca CRA-ORA nell'ambito del Progetto CAR-VARVI hanno consentito di:



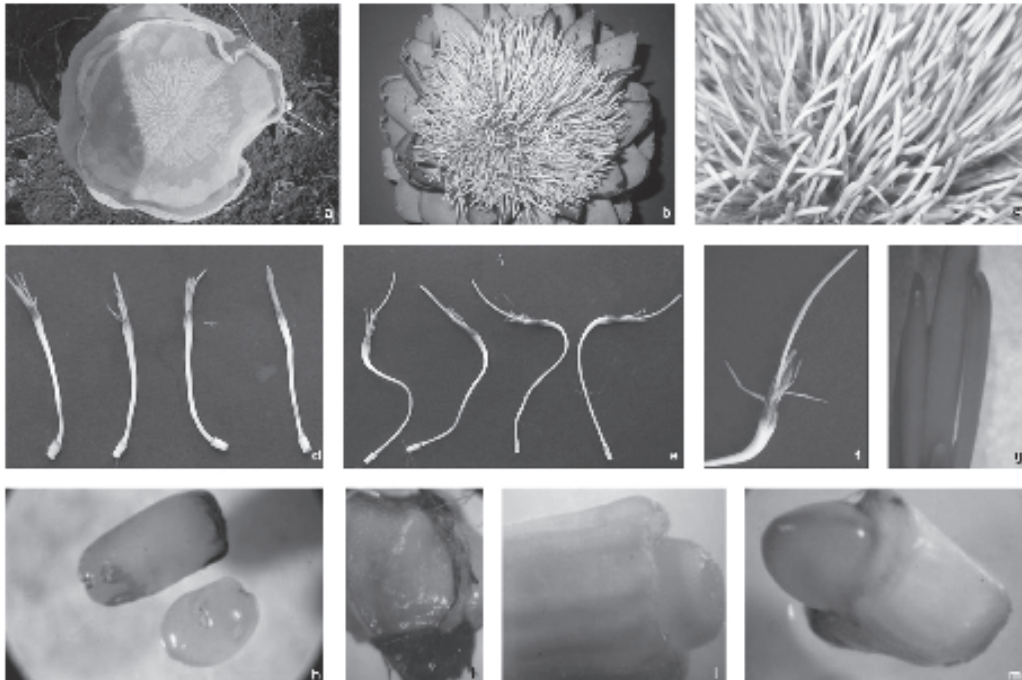


Fig. 6 - Ginogenesi *in vitro*: a) isolamento del capolino in campo; b) e c) scelta dello stadio di maturazione dei capolini; d) prelievo dei fiori centrali; e) prelievo dei fiori periferici; f) e g) particolari al microscopio ottico di fiore e di antere prive di polline; h) prelievo di ovari ed ovuli; i) primo inverdimento dell'ovario su terreno di coltura; l) e m) ingrossamento dell'ovulo all'interno dell'ovario e successivo arrossamento dell'ovulo.

Fig. 6 - In vitro gynogenesis: a) isolation of the flower head in the field; b) and c) choice of the stage of maturity of the flower heads; d) sampling of central florets; e) collection of peripheral florets; f) and g) details with an optical microscope of flower and anthers without pollen; h) sampling of ovaries and ovules; i) the first greening of the ovary in the culture medium; l) and m) enlargement of the ovule within the ovary and its following redness.

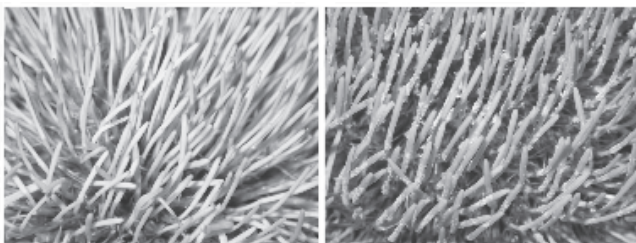


Fig. 7 - Confronto tra antere immature e mature con presenza di polline.

Fig. 7 - Comparison between immature and mature anthers with the presence of pollen.

- recuperare germoplasma autoctono delle regioni del Centro-Italia a rischio di erosione genetica e valorizzarlo, previa una iniziale valutazione di ordine bio-morfologico, fito-sanitario e molecolare;
- ottenere per selezione clonale quattro nuove varietà, di cui 2 contraddistinte da tipologia Romanesco e 2 da tipologia Violetto, attualmente in fase conclusiva di iscrizione al RNV;
- sviluppare un progetto di miglioramento genetico mirato all'ottenimento di linee *inbred* da impiegare in piani di incrocio utili all'ottenimento di ibridi F1.

La selezione clonale effettuata sulle popolazioni d'origine ha permesso dopo 4 cicli di ottenere diversi

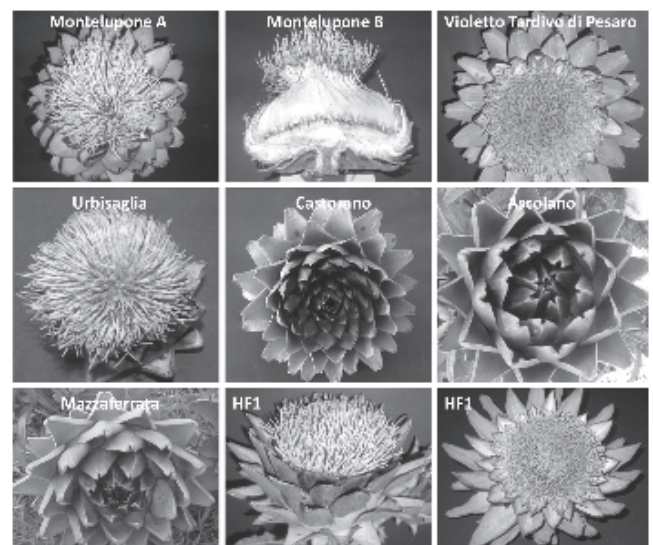


Fig. 8 - Principali genotipi utilizzati per gli esperimenti di ginogenesi *in vitro* e relativo stadio di maturazione.

Fig. 8 - Major genotypes used for the experiments of *in vitro* gynogenesis and their stage of maturity.

cloni omogenei per *habitus* vegetativo, conformazione del capolino, produzione ed epoca di maturazione. Per 4 di essi, ORA-Iron Cup, ORA-Castori, ORA-Federico e ORA-Barbarossa, particolarmente importanti per i territori d'origine, in quanto in grado di identificare le aree di produzione per tipicità e traccia-

bilità del prodotto, si è inteso avviare l'iscrizione al RNV (Ferrari *et al.*, 2013). Tale apporto risulta ancora più prezioso considerata la scarsa presenza di varietà virus esenti disponibili nel RNV, eccetto quelle ottenute nella regione Lazio da Ancora *et al.* (2012). In merito alle prove agronomiche già in passato si è provveduto a realizzare confronti varietali in ambiente convenzionale tra le diverse popolazioni locali per definire per ciascuna di esse la migliore densità di impianto tesa a massimizzare le rese e per verificare l'influenza del tessuto non tessuto (polipropilene) di diversa grammatura sull'anticipo dell'epoca di raccolta (Caioni *et al.*, 2006). Le conoscenze acquisite sui migliori caratteri agronomici delle popolazioni in studio e sui sistemi più idonei di allevamento hanno consentito di verificare l'alta adattabilità del carciofo tardivo del Centro Italia al sistema di coltivazione in biologico (Ledda *et al.*, 2012).

In conclusione, il Progetto CAR-VARVI ha consentito di riaccendere l'interesse dell'imprenditoria agricola e di enti pubblici, quali Regione Abruzzo, Regione Marche, Comuni (Jesi, AN e Cupello, CH) e Camera di Commercio di Ancona, sulla coltivazione del carciofo, al punto tale da contribuire con finanziamenti specifici alla realizzazione di impianti specializzati in areali interessati ad attivare filiere produttive incentrate su particolari tipologie quali il Mazzaferata, il Precoce di Jesi, l'Ascolano e il Montelupone. Nel triennio il CRA-ORA ha contribuito alla realizzazione di campi sperimentali sia presso altre Unità di Ricerca, sia presso agricoltori per una superficie di circa 3,5 ha. Il Progetto CAR-VARVI di fatto si conclude lasciando a questa Unità di Ricerca un patrimonio genetico di inestimabile valore che ha consentito il rilascio solo di parte dei risultati potenzialmente ottenibili. Sarebbe, pertanto, auspicabile la definizione di una proposta di ricerca dedicata esclusivamente alle tipologie di carciofo a ciclo tardivo, fino ad oggi trascurate rispetto ai rifioranti, per il conseguimento di risultati innovativi quali la costituzione di varietà ed ibridi F1 riproducibili per seme, oggi quasi assenti nel panorama varietale.

## Riassunto

Il carciofo riveste notevole importanza economica in diverse regioni d'Italia. Lo studio della biodiversità a livello di popolazioni autoctone, denominate Precoce di Jesi, Ascolano, Montelupone A, Montelupone B, Tardivo di Pesaro, Castorano,

Urbisaglia 1, Urbisaglia 2 e Mazzaferata sta assumendo una sempre maggiore importanza. L'obiettivo della presente ricerca è stato quello di approfondire le conoscenze e di valutare le potenzialità produttive e qualitative delle popolazioni di carciofo marchigiane ed abruzzesi al fine di poter rilanciare la cinaricoltura nel Centro-Italia. A tale scopo, sono state selezionate nuove varietà di pregio da carducci virus esenti, tuttora in corso di iscrizione al Registro Nazionale delle Varietà, che potrebbero risultare strategiche per la diversificazione dell'offerta cinaricola sul mercato.

**Parole chiave:** landraces, *Cynara cardunculus* var. *scolymus* L., selezione clonale, caratterizzazione morfologica e molecolare, ginogenesi *in vitro*.

## Bibliografia

- ANCORA G., CRINÒ P., TAVAZZA R., PAGNOTTA M.A., TEMPERINI O., CAMPANELLI R., SACCARDO F., 2012. *The First Three Clones Selected from the Traditional Artichoke 'Romanesco' Populations and Proposed for the Release of New Varieties*. Acta Hort. 942: 125-132
- CAIONI M., PICCININI E., FICCADENTI N., CAMPANELLI G., SESTILI S., FERRARI V., 2006. *Risposte produttive e qualitative di due popolazioni Marchigiane di Carciofo allevate a diverse densità di impianto*. Atti Convegno Conclusivo "Il carciofo dal laboratorio al mercato", Progetto MIPAF Carciofo, Roma 19-21 Aprile: 73-75.
- DE VOS N.E., 1992. *Artichoke production in California*. HortTechnology 2 (4): 438-444.
- FERRARI V., FICCADENTI N., PICCININI E., CAIONI M., 2013. *Three new varieties of artichoke selected from the traditional Italian Marche populations are in progress of release at the National Variety Register*. Acta Horticulturae in press.
- FICCADENTI N., CIANCOLINI A., REY N.A., SESTILI S., BERTONE A., SACCARDO F., CRINÒ P., PAGNOTTA M.A., 2013. *Assessment of genetic variability among globe artichoke spring landraces from Marche region revealed by molecular and agronomical traits*. Acta Horticulturae in press.
- FICCADENTI N., REY N.A., CIANCOLINI A., CRINÒ P., FERRARI V., CAMPANELLI G., MANCINELLI G., LETEO F., CAIONI M., PICCININI E., SESTILI S., SACCARDO F., PAGNOTTA M.A., 2010. *Genetic Variability in Globe Artichoke Populations Coming From Marche Italian Region*. Proc. 54° Annual Congress SIGA Matera. September 27-30, p.1.32.
- LEDDA L., CAMPANELLI G., DORO L., PALA T., ANGELINI P., PEPE A., CANALI A., ALIANELLO A., 2012. *Risultati incoraggianti per la pacciamatura verde su carciofo bio*. Inf. Agr. 36: 61-63.
- MOTZO R., DEIDDA M., 1993. *Anther and ovule culture in globe artichoke*. J. Genet. & Breed. 47: 263-266.
- PÉCAUT P., MARTIN F., 1993. *Variation occurring after natural and in vitro multiplication of early mediterranean cultivars of globe artichoke (Cynara scolymus L.)*. Agron. 13: 909-919.
- PERRINO P., PACUCCI G., 1974. *Indagine su alcune tecniche di autofecondazione e di incrocio nel carciofo (Cynara scolymus L.)*. Sementi Elette 4: 3-10
- STIPIC M., PIRO F., IAROCCI M., MAGNIFIVO V., 2005. *Influence of tissue-culture factors on artichoke ovules*. J. Genet. & Breed. 59: 33-40.