



**Marco Barbaro, Romano Giovanardi, Sirio Rossano Il Cividino e Irene Duse**

## **Produttività di popolazioni spontanee di *Gentiana lutea symphyandra* (Murb.) Hayek e popolazioni coltivate di *Gentiana lutea lutea* L.**

**Parole chiave:** Gentiana maggiore, Produttività, Coltivazione

**Keywords:** Gentiana lutea, Productivity, Culture

**Contenuto in:** Sviluppo della filiera produttiva della gentiana maggiore in Friuli Venezia Giulia

**Curatori:** Romano Giovanardi e Marco Barbaro

**Editore:** Forum

**Luogo di pubblicazione:** Udine

**Anno di pubblicazione:** 2009

**Collana:** Ambiente e territorio

**ISBN:** 978-88-8420-606-0

**ISBN:** 978-88-3283-049-1 (versione digitale)

**Pagine:** 51-68

**DOI:** 10.4424/978-88-8420-606-0-05

**Per citare:** Marco Barbaro, Romano Giovanardi, Sirio Rossano Il Cividino e Irene Duse, «Produttività di popolazioni spontanee di *Gentiana lutea symphyandra* (Murb.) Hayek e popolazioni coltivate di *Gentiana lutea lutea* L.», in Romano Giovanardi e Marco Barbaro (a cura di), *Sviluppo della filiera produttiva della gentiana maggiore in Friuli Venezia Giulia*, Udine, Forum, 2009, pp. 51-68

**Url:** <http://forumeditrice.it/percorsi/scienza-e-tecnica/ambiente-territorio/sviluppo-della-filiera-produttiva-della-gentiana-maggiore-in-friuli-venezia-giulia/produttivita-di-popolazioni-spontanee-di-gentiana>

# PRODUTTIVITÀ DI POPOLAZIONI SPONTANEE DI *GENTIANA LUTEA SYMPHYANDRA* (MURB.) HAYEK E POPOLAZIONI COLTIVATE DI *GENTIANA LUTEA LUTEA* L.

Marco Barbaro, Romano Giovanardi, Sirio Rossano II Cividino, Irene Duse<sup>1</sup>

## 1. Introduzione

La coltivazione della genziana maggiore è legata alla lunghezza del ciclo produttivo (4-5 anni) che si conclude con un'unica raccolta (Barralis *et al.*, 1977). Per avere buone produzioni, talvolta l'espianto delle radici viene effettuato nella tarda estate o nell'autunno del 6°-7° anno.

La genziana può essere coltivata dopo una coltura da rinnovo (per esempio patata) o da foraggio. In genere viene impiantata dopo la rottura di un prato stabile o di un pascolo (Aiello e Bezzi, 1998).

Si devono escludere i terreni infestati da rizomatose perennanti come graminaglie, cardi, romici, ecc. (Aiello e Bezzi, 1998) che renderebbero estremamente gravoso, soprattutto nei primi due anni di coltivazione, il controllo delle malerbe. In questi casi, in via eccezionale, si può ricorrere o a pacciamatura o al diserbo preventivo con *glyphosate*.

L'altitudine condiziona lo sviluppo dei principi amari e il controllo delle malerbe: tra i 1500-1600 m il prodotto ottenuto è più ricco di amari e la lotta alle infestanti è più semplice, mentre a 900-1000 m si può prolungare il ciclo vegetativo, aumentando le rese per ettaro anche se è più difficile il controllo delle infestanti. In generale, è importante che la coltivazione si trovi a un'altitudine superiore agli 800 m.

L'impianto deve essere fatto in posti soleggiati quindi con esposizione a S-SE o S-SO, per permettere un buon sviluppo delle radici ed agevolare la raccolta, vanno evitati i terreni argillosi e quelli che vanno incontro a ristagni d'acqua, sono da escludere anche terreni organici perché favoriscono lo sviluppo di malattie fungine.

Dopo due o tre mesi di allevamento in serra le plantule sono pronte per essere trapiantate in pieno campo, il trapianto primaverile è la pratica più sicura. La scelta del momento più adatto dipende da diversi fattori, ma soprattutto dallo sviluppo delle piantine (circa 2 mesi di età e almeno 3-4 paia di foglio-

<sup>1</sup> Marco Barbaro e Romano Giovanardi appartengono al Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali (DISA) dell'Università degli Studi di Udine; Sirio Rossano II Cividino è del CIMONT - Centro Internazionale di Ricerca per la Montagna e Irene Duse appartiene al Dipartimento di Scienze e Tecnologie Chimiche (DSTC) dell'Università degli Studi di Udine.

line). La densità di trapianto ottimale è di 10 piante/m<sup>2</sup> (15-20 x 50-70 cm); questi parametri possono subire variazioni in base alle attrezzature disponibili.

Si è notato che, aumentando la densità colturale, si sono ottenute rese maggiori, ma si deve in ogni caso tenere conto di due effetti collaterali rilevanti: le radici alla raccolta sono così piccole che sono sia difficili da raccogliere meccanicamente, sia poco pregiate dal punto di vista commerciale.

Il terreno va preparato con un'aratura profonda (40-45 cm), in autunno o alla fine dell'inverno interrando, qualora disponibile, letame maturo e concimi fosfatici e potassici.

La genziana è una specie poco esigente in elementi nutritivi, soprattutto se è allevata su terreno precedentemente occupato da prato stabile o da pascolo. Il letame in genere non viene usato, a meno che non ci si trovi in terreni particolarmente poveri. La concimazione annuale più adottata è la seguente: 40-100 kg/ha di N, 60-80 kg/ha di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 120-150 kg/ha di K<sub>2</sub>O. Il 1° anno, al momento della preparazione del terreno, si interrano il letame, fosforo e potassio, mentre l'azoto si distribuirà prima del trapianto. In seguito, la concimazione si esegue a fine inverno, ogni anno o ad anni alterni.

L'irrigazione è un aspetto da curare solo al momento del trapianto per evitare che entrino in stress idrico; infatti, senza una buona disponibilità idrica nelle prime fasi vegetative viene danneggiato lo sviluppo, rallentando l'accumulo dei principi nutritivi. Sugli Appennini, dove il clima è più arido di quello delle Alpi, è quindi necessario prevedere l'irrigazione di soccorso.

Due o tre lavorazioni nelle interfile e altrettante scerbature sulla fila sono necessarie per controllare le infestanti, soprattutto nei primi due anni di coltivazione. Il numero di interventi varia a seconda dell'altitudine e del grado di infestazione. Dal terzo anno e successivi, se l'infestazione non è elevata, gli interventi saranno molto più limitati.

Durante l'allevamento delle plantule in serra è necessario proteggere le piantine da crittogame, marciumi radicali e del colletto causati da *Fusarium*, *Verticillium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia* ecc.. Queste malattie possono essere controllate con thiabendazole o benomyl. La Botrite può essere prevenuta o curata nelle fasi iniziali con benzimidazolici oppure dichlofuanid, iprodione, vinclozolin e prodotti simili. In pieno campo la genziana è molto meno soggetta alle malattie che, nel caso, possono essere controllate con i prodotti sopra menzionati.

Le radici conservate in magazzino possono essere attaccate dall'ifomicete *Macrosporium commune* Rab., che forma larghe chiazze nere anche sui cauli secchi. È opportuno, quindi, separare con cura le radici infette da quelle sane, che potrebbero facilmente essere invase dal parassita.

Inoltre un coleottero appartenente alla famiglia *Anobiidae* (*Stegobium paniceum* L.) si ciba di questa pianta lasciando traccia del suo passaggio: i fori scavati sul substrato attaccato sono perfettamente circolari. Questo insetto delle derrate ha corpo allungato a forma ovale e colore giallo rossastro. Pur prediligendo substrati amilacei, sfrutta varie sostanze, quali pelli, legno, spezie.

Ogni femmina depone, a gruppi di 4-5, fino a un centinaio d'uova, dalle quali fuoriescono larve molto resistenti a condizioni ambientali sfavorevoli e soprattutto all'aridità. Durante l'anno si succedono fino a 4 generazioni, a seconda della temperatura. Gli adulti alati, possono essere catturati da lampade UV. Per il controllo valgono le misure utilizzate nel caso d'altri insetti delle derrate (per esempio fumigazioni con fosfina, lotta preventiva con accurata pulizia dei locali adibiti alla conservazione del prodotto) (Masutti e Zangheri, 2001). Rari, invece, sono gli attacchi di altri insetti in pieno campo anche se qualche volta la coltura può venir infestata da afidi.

Per la raccolta esistono prototipi assimilabili a scava tuberi, provvisti d'organi di taglio preventivo della parte epigea della pianta.

Le prime lavorazioni che seguono la raccolta meccanizzata o manuale, sono il lavaggio e l'essiccazione del prodotto senza però ammassare le radici, eventuale fattore di rischio per la formazione di muffe.

Essendo piuttosto difficile seccare le radici sfruttando esclusivamente il sole, si preferisce utilizzare forni d'essiccazione a 50-60°C fino al raggiungimento del 10% circa di U.R. Tuttavia, il procedimento utilizzato dall'industria liquoristica prevede di lasciare le radici all'aperto e girarle ogni tanto in modo tale da far assumere alla radice l'odore commercialmente richiesto.

La radice seccata rapidamente mantiene il colore giallo all'esterno e giallo chiaro all'interno, mentre quella fresca, fatta fermentare, assume un caratteristico colore rosso-bruno. Facendo fermentare la radice fresca e distillando si produce la famosa grappa di genziana; una grappa meno costosa si ottiene distillando insieme genziana e vinacce (Corbetta *et al.*, 2001).

La resa in radici fresche è molto variabile. In media, con un investimento di 10 piante/m<sup>2</sup>, si ottengono 250-350 q/ha di radici fresche scollettate.

Una coltura portaseme con un sesto d'impianto pari a quello sopra descritto produce in media 150 kg di seme pulito per ettaro (Aiello, Bezzi, 1993).

## 2. Materiali e metodi

### 2.1 Allestimento dei campi sperimentali

La scelta della localizzazione dei campi sperimentali è stata fatta tenendo presente: altitudine, esposizione, facilità d'accesso, lontananza da siti di crescita spontanea per evitare la contaminazione delle popolazioni locali con materiale genetico esterno, una volta le piante fossero andate in fioritura e disponibilità di enti pubblici e privati di mettere a disposizione dei terreni per l'attività di ricerca. Sono stati creati in totale 5 campi sperimentali (fig. 1); e sono state messe a dimora circa 11000 piante nelle località montane del Friuli Venezia Giulia qui di seguito descritte:

- 1) Campo prova presso la località Pelude (Comune di Claut, Valcellina, Provincia di Pordenone). Altitudine 600 m slm, su terrazzi alluvionali del torrente Cellina.



Fig. 1. Sistemazione del telo pacciamante e impianto delle genziane presso il campo sperimentale in località Malga Valli a Piancavallo (Pn).

- 2) Campo prova presso la località Casavento (Comune di Claut, Valcellina, Provincia di Pordenone). Altitudine 1000 m slm.
- 3) Campo prova presso Malga Valli (Comune di Barcis, Val Caltea, Provincia di Pordenone). Altitudine 1000 m slm.
- 4) Campo prova presso la località Curiedi (Comune di Tolmezzo, Provincia di Udine). Altitudine 1000 m slm.
- 5) Campo prova presso il Pian delle Streghe Monte Tenchia (Comune di Cercivento, Provincia di Udine). Altitudine 1300 m slm.

Alla fine delle stagioni vegetative 2007 e 2008 sono stati effettuati dei rilievi per verificare il numero delle piante vitali. Non è stato possibile inserire i dati relativi ai campi sperimentali di Casavento e Pian delle Streghe poiché le cause della mortalità delle piante non sono imputabili a motivi di tipo ambientale (interventi esterni che hanno provocato un cospicuo danneggiamento della coltura).

La percentuale di piante sopravvissute, che è stata considerevole durante il primo anno di coltivazione, si è aggirata attorno al 78% e 82% nelle due prove presenti presso la località Pelude, al 73% presso la località Cercivento e il 76% presso il campo in località Curiedi.

Il secondo anno le perdite sono state minori presso i campi Curiedi e Pelude dove la percentuale media di piante si aggirava attorno al 72% e Cercivento (65%), mentre il campo sperimentale con gli ecotipi non spontanei presso Pelude al terzo anno d'impianto ha avuto perdite considerevoli dovute prevalen-



Fig. 2. Piante al secondo anno di coltivazione presso Pontebba (Ud).

temente a marciumi del colletto. Questo problema non va sottovalutato in questo tipo di coltura soprattutto in zone molto umide con elevata piovosità. Sono state effettuate 4 diverse prove sperimentali in pieno campo presso le stazioni sopra descritte:

- 1) Prova 1. Confronto produttivo e qualitativo di 4 ecotipi in 2 diversi ambienti (fig. 2).  
Gli ecotipi utilizzati in questa prova sono: Baviera, Brenta, Frisanchi, Giura, (seme fornito gentilmente dai ricercatori dell'ISAF di Trento). Gli ecotipi Baviera e Giura sono stati messi in prova dall'Università di Monaco e sono già stati introdotti in coltivazione date le loro rese produttive. Gli ecotipi Brenta e Frisanchi sono stati messi in coltivazione dall'ISAF di Trento. Gli ambienti in cui è stata effettuata la prova sono la località Pelude (600 m slm) e la località Malga Casavento (1000 m slm) presso il comune di Claut (Pn).
- 2) Prova 2. Confronto produttivo e qualitativo di 7 ecotipi in 2 diversi ambienti. Gli ecotipi utilizzati in questa prova sono provenienti da popolazioni spontanee del Friuli Venezia Giulia. Gli ambienti in cui è stata effettuata la prova sono le località Pelude (600 m slm) e la località Curiedi (1000 m slm).
- 3) Prova 3. Confronto produttivo e qualitativo di 1 ecotipo in 5 diversi ambienti. L'ecotipo utilizzato in questa prova è il Baviera, già introdotto in coltivazione date le buone caratteristiche produttive, testato in tutte le cinque località.



Fig. 3. Aratura presso la località Pelude Claut (Pn).

4) Prova 4. Confronto produttivo e qualitativo di 1 ecotipo in 4 diversi ambienti. L'ecotipo utilizzato in questa prova è il Cuarnan testato nelle località Pian delle Streghe, Curiedi, Malga Valli e Pelude. L'ecotipo Cuarnan era stato già coltivato dimostrando delle buone caratteristiche produttive. I campi sperimentali sono stati allestiti durante la primavera del 2006 e del 2007. Nel 2006 sono stati realizzati utilizzando piante ottenute da seme di *Gentiana lutea lutea* L., mentre nel 2007 sono stati allestiti i campi sperimentali utilizzando piante ottenute da seme di *Gentiana lutea symphyandra* (Murb.) Hayek raccolte presso stazioni di crescita spontanea in Friuli Venezia Giulia. Sono state effettuate le seguenti lavorazioni:

- aratura del terreno a 30-40 cm circa di profondità (fig. 3);
- fresatura (fig. 4);
- applicazione del telo pacciamante;
- trapianto delle plantule con il seguente sesto d'impianto: 100 cm tra le file e 0,25 cm sulla fila;
- irrigazione al momento dell'impianto.

Per contenere il problema relativo allo sviluppo di malerbe sono stati utilizzati dei teli pacciamanti di tessuto non tessuto, nonostante ciò sono state necessarie comunque 2 o 3 scerbature annuali. Infatti, a causa del modesto sviluppo delle piante di genziana durante le prime 3 stagioni vegetative, le malerbe si sono comunque sviluppate nel foro creato per l'impianto.

Al momento del trapianto è stata effettuata un'irrigazione di soccorso per evitare *stress* alle giovani plantule.



Fig. 4. Campo sperimentale presso la località Pelude Claut (Pn) dopo la fresatura.

## 2.2 Analisi qualitative

Sono state effettuate delle analisi quantitative di alcuni fra i principali principi amari presenti in *Gentiana lutea*:

- Acido loganico,
- Swertiamarina,
- Gentiopicoside,
- Sweroside,
- Amarogentina.

Le analisi quantitative dei 5 principi amari sono state effettuate mediante analisi cromatografia liquida ad alta pressione (*High Performance Liquid Chromatography* - HPLC) con colonna C18 secondo la metodica modificata descritta da (Aberahm *et al.*, 2007).

Gli standard dei 5 analiti sono stati reperiti da ditte estere. Le radici da analizzare, le quali sono state raccolte nel mese di ottobre 2008 sono state così preparate per le analisi:

- dopo la raccolta sono state lavate e scollettate;
- successivamente sono state tagliate delle sezioni di radice le quali sono state sottoposte al processo di liofilizzazione;
- una volta liofilizzate sono state ridotte in polvere mediante un piccolo mulino a palle da laboratorio;
- successivamente è stata fatta una estrazione con 90 ml di metanolo della polvere;
- l'estratto è stato filtrato mediante membrane con porosità di 0,45  $\mu\text{m}$  e

successivamente la soluzione è stata portata a volume a 100 ml aggiungendo metanolo;

- l'estratto così ottenuto è stato conservato a  $-20^{\circ}\text{C}$  fino all'analisi HPLC. Dopo la raccolta le radici sono state liofilizzate al fine di avere omogeneità di umidità nei diversi campioni analizzati. Inoltre la presenza d'acqua degrada i principi amari (Carnat *et al.*, 2005).

### 3. Risultati

Di seguito sono riportati i risultati produttivi e qualitativi dei campi sperimentali al secondo e terzo anno di produzione.

#### 3.1 Prova 1

Sono stati messi a confronto 4 ecotipi in 2 diversi ambienti. Gli ecotipi utilizzati in questa prova sono stati: Baviera, Brenta, Frisanchi, Giura. Sono stati esaminati i risultati produttivi e alcuni parametri morfologici dell'apparato radicale al momento della raccolta autunnale del terzo anno dall'impianto in pieno campo (fig. 5).

##### 3.1.1 Peso fresco delle radici scollettate

L'analisi statistica del peso fresco delle radici scollettate (tab. 1) non ha mostrato differenze significative fra i diversi ecotipi. L'ecotipo che ha avuto una pro-



Fig. 5. Radici raccolte al secondo anno dall'impianto in pieno campo.

Tab 1. Confronto di 4 ecotipi in 2 diversi ambienti mediante test di Duncan relativamente ad alcune variabili di studio. Le medie sulla stessa colonna non differiscono significativamente (per  $P < 0,05$ ) se contrassegnate dalla stessa lettera.

Fonti di variazione	Fattori e interazioni	Variabili							
		Peso fresco radici		Numero radici		Lunghezza radici		Calibro radici	
		(t/ha)	dvst	(n°)	dvst	(cm)	dvst	(cm)	dvst
<b>Ecotipo</b>	Baviera	ns 1,74	a 1,13	ns 3,48	a 1,38	ns 17,72	a 4,37	ns 4,80	b 1,44
	Brenta	2,18	a 1,26	3,75	a 1,53	19,07	a 4,94	5,30	ab 2,30
	Frisanchi	2,42	a 0,83	4,04	a 0,92	18,62	a 6,11	7,58	a 3,98
	Giura	2,34	a 1,02	4,13	a 1,43	17,98	a 4,42	6,71	ab 1,71
<b>Località</b>	Casavento	ns 1,85	a 1,01	ns 3,79	a 1,69	** 20,62	a 4,65	ns 5,26	b 3,16
	Pelude	2,49	a 1,04	3,90	a 0,80	16,08	b 3,96	6,94	a 1,86
<b>Interazione Ecotipo x Località</b>	Casavento X Baviera	ns 1,43	b 1,07	ns 3,25	a 1,89	ns 18,58	ab 4,90	ns 4,32	ab 1,21
	Casavento X Brenta	1,39	b 0,66	3,30	a 2,05	22,16	a 5,30	3,83	b 0,67
	Casavento X Frisanchi	2,47	ab 0,88	4,38	a 0,89	22,24	a 2,45	7,29	ab 5,92
	Casavento X Giura	2,09	ab 1,22	4,25	a 1,92	19,50	ab 5,61	5,59	ab 1,30
	Pelude X Baviera	2,05	ab 1,21	3,70	a 0,76	16,87	ab 4,15	5,29	ab 1,62
	Pelude X Brenta	2,96	a 1,27	4,20	a 0,76	15,99	ab 1,71	6,76	ab 2,48
	Pelude X Frisanchi	2,37	ab 0,88	3,70	a 0,91	15,00	b 6,72	7,88	a 0,66
	Pelude X Giura	2,59	ab 0,83	4,00	a 0,94	16,46	ab 2,59	7,83	a 1,32
<b>Media</b>		2,17		3,85		18,35		6,10	

duttività maggiore è il Frisanchi (2,42 t/ha), mentre l'ecotipo con produttività minore è stato il Baviera (1,74 t/ha).

Non vi sono differenze significative fra le due località ma nel campo sperimentale in località Pelude (600 m slm), dove al terzo anno d'impianto alcuni individui sono andati in fioritura, la produttività è stata più elevata (2,49 t/ha).

Anche tenendo conto dell'interazione ecotipo-località non sono state riscontrate delle differenze significative anche se l'interazione più produttiva è stata fra l'ecotipo Brenta e la località Pelude (2,96 t/ha), mentre quella meno produttiva l'ecotipo Brenta e la località Casavento (1,39 t/ha).

### 3.1.2 Parametri morfologici delle radici

Dall'analisi statistica dei risultati, non sono state riscontrate differenze significative fra i 4 ecotipi anche in termini di numero di radici principali, lunghezza e calibro della radice primaria (tab. 1).

Mediamente le plantule hanno 3-4 radici, e la radice principale è lunga 18,35 cm e con un calibro di 6,10 cm. È risultata significativa la località, infatti, Casavento ha mostrato lunghezze della radice sempre maggiori rispetto a Pelude (+28%).

### 3.1.3 Aspetti qualitativi

In tutti i campioni analizzati, il genziopicroside è stato l'iridoide più abbondante, l'acido loganico il secondo, la swertiamarina il terzo, mentre lo swero-

Tab. 2. Risultati quantitativi analisi HPLC. (1)-Acido loganico, (2)-Swertiamarina, (3)-Genziopicroside, (4)-Sweroside, (5)-Amarogentina. I valori sono espressi in percentuale.

<i>Ecotipo</i>	<i>Località</i>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Baviera	Casavento	0,92	0,32	5,49	0,11	0,15
	Pelude	0,86	0,25	1,99	0,12	0,05
Brenta	Casavento	0,84	0,40	5,56	0,08	0,16
	Pelude	1,59	0,28	3,06	0,14	0,05
Frisanchi	Casavento	0,56	0,36	5,15	0,15	0,19
	Pelude	1,30	0,39	5,12	0,25	0,06
Giura	Casavento	0,74	0,49	8,21	0,18	0,18
	Pelude	1,35	0,33	5,33	0,24	0,07
<b>Media</b>		0,98	0,36	5,11	0,15	0,11

side e l'amarogentina sono state le due sostanze presenti in minor percentuale. Questi risultati confermano altri lavori sull'analisi dei principi amari di genziana (Aberham *et al.*, 2007).

Dall'analisi statistica dei risultati sono emerse differenze molto significative fra le diverse località di coltivazione per quanto riguarda la swertiamarina, il genziopicroside e l'amarogentina, significative per quanto riguarda l'acido loganico, mentre non significative per quanto concerne lo sweroside (tab. 2). Differenze poco significative fra ecotipi sono state osservate per quanto riguarda la swertiamarina e il genziopicroside.

Per quanto concerne il genziopicroside, tutti gli ecotipi sono stati più produttivi nel campo sperimentale Casavento che si trova a 1000 m slm rispetto al campo sperimentale Pelude (600 m slm). Considerando i dati ottenuti nella località ad altitudine più elevata, la percentuale maggiore di questo componente è stata riscontrata nell'ecotipo Giura (8,21%) e la percentuale minore nell'ecotipo Frisanchi (5,15%).

Se si considera invece l'acido loganico e la swertiamarina, generalmente le percentuali maggiori di analita sono state riscontrate presso la località a minor quota con valori che oscillano da 1,59% (Brenta) a 0,86% per quanto riguarda la prima sostanza, e valori tra 0,25% (Frisanchi) e 0,12% (Baviera) per quanto riguarda la seconda.

La percentuale di amarogentina, invece, a parità di ecotipo, è sempre maggiore nelle radici raccolte presso il campo sperimentale a quota 1000 m slm con un massimo di 0,19% (Frisanchi) e 0,15% (Baviera).

Tutti gli ecotipi coltivati in prova presso il campo Casavento a 1000 m slm hanno dato come risultato percentuale un valore circa 3 volte superiore a quello ottenuto presso il campo sperimentale Pelude a quota 600 m slm.

### 3.2 Prova 2

Sono stati messi a confronto 7 ecotipi in 2 diversi ambienti. Gli ecotipi utilizzati in questa prova sono stati riprodotti da seme raccolto in stazioni di cre-

Tab. 3. Confronto di 7 ecotipi in 2 diversi ambienti mediante test di Duncan relativamente ad alcune variabili di studio. Le medie sulla stessa colonna non differiscono significativamente (per  $P < 0,05$ ) se contrassegnate dalla stessa lettera.

Fonti di variazione	Fattori e interazioni	Variabili								
		Peso fresco radici		Numero radici		Lunghezza radici		Calibro radici		
		(t/ha)	dvst	(n°)	dvst	(cm)	dvst	(cm)	dvst	
<b>Ecotipo</b>	Baviera	** 1,26	a 0,46	Ns 3,65	a 0,78	ns 20,44	a 5,69	ns 5,27	a 1,06	
	Chiadin	1,02	ab 0,45	3,26	a 1,12	14,50	b 2,78	5,17	a 0,98	
	Mezzomonte	0,90	bc 0,39	3,15	a 0,63	16,49	ab 5,14	5,04	a 1,31	
	Cuarnan	0,64	c 0,21	2,75	a 0,89	15,77	b 4,39	4,69	a 1,28	
	Flagjel	0,74	bc 0,36	2,95	a 1,40	17,39	ab 5,91	4,51	a 2,00	
	Piancavallo	0,80	bc 0,42	2,90	a 1,20	17,68	ab 7,53	3,91	a 0,75	
	Valinis	0,97	abc 0,37	3,00	a 1,05	18,17	ab 7,20	5,30	a 1,94	
<b>Località</b>	Curiedi	0,99	a 0,32	* 3,38	a 1,12	***20,88	a 5,40	ns 4,70	a 1,51	
	Pelude	0,82	a 0,49	2,81	b 0,86	13,52	b 3,15	4,98	a 1,34	
<b>Interazione Ecotipo x Località</b>	Curiedi X Baviera	** 1,00	bcd 0,21	Ns 3,50	ab 0,87	ns 22,58	a 6,15	ns 4,95	a 0,80	
	Curiedi X Chiadin	1,10	abc 0,05	3,63	ab 0,96	16,24	bcde 2,40	5,49	a 0,79	
	Curiedi X Mezzomonte	0,89	bcd 0,51	3,30	ab 0,45	20,40	ab 3,90	4,58	a 1,45	
	Curiedi X Cuarnan	0,77	bcd 0,19	3,00	ab 1,17	18,92	abc 3,43	4,83	a 1,66	
	Curiedi X Flagjel	0,77	bcd 0,40	3,00	ab 1,90	20,77	cde 6,89	3,79	a 1,38	
	Curiedi X Piancavallo	1,12	abc 0,26	3,60	ab 1,34	23,82	a 5,59	3,68	a 0,61	
	Curiedi X Valinis	1,27	ab 0,08	3,60	ab 1,19	23,46	a 6,64	5,57	a 2,59	
	Pelude X Baviera	1,53	a 0,49	3,80	a 0,76	18,30	abcd 4,85	5,58	a 1,28	
	Pelude X Chiadin	0,95	bcd 0,66	2,90	ab 1,24	12,76	de 2,01	4,85	a 1,12	
	Pelude X Mezzomonte	0,91	bcd 0,30	3,00	ab 0,79	12,58	de 2,46	5,49	a 1,12	
	Pelude X Cuarnan	0,51	d 0,16	2,50	ab 0,50	12,62	de 2,60	4,55	a 0,94	
	Pelude X Flagjel	0,70	cd 0,35	2,90	ab 0,89	14,00	cde 1,59	5,23	a 2,41	
	Pelude X Piancavallo	0,47	d 0,25	2,20	b 0,45	11,53	e 1,37	4,13	a 0,87	
	Pelude X Valinis	0,68	cd 0,30	2,40	ab 0,42	12,88	de 1,55	5,02	a 1,24	
	<b>Media</b>		0,90		3,09		17,20		4,84	

scita spontanea di *Gentiana lutea Symphyandra* (Murb.) Hayek in Friuli Venezia Giulia. Sono stati denominati con la zona di provenienza: Chiadin, Mezzomonte, Cuarnan, Flagjel, Piancavallo, Valinis. Come testimone è stato utilizzato l'ecotipo Baviera già sperimentato in coltivazione.

Gli ambienti in cui è stata effettuata la prova sono le località Pelude (600 m slm) e la località Curiedi (1000 m slm).

### 3.2.1 Peso fresco delle radici scollettate

I risultati ottenuti in questa prova sono riferiti al secondo anno di produzione. In termini di peso fresco delle radici scollettate, a differenza della prova sopra descritta, sono risultate differenze fra i diversi ecotipi (tab. 3). L'ecotipo che ha dimostrato una produttività maggiore è il Baviera con una produttività pari a 1,26 t/ha, mentre l'ecotipo che è risultato meno produttivo è il Cuarnan (0,64 t/ha).

Non vi sono differenze significative fra le due località ma nel campo sperimentale in località Curiedi (600 m), la produttività è stata in media più elevata (0,99 t/ha), mentre in località Pelude è stata minore (0,82 t/ha). In quest'ultimo campo sperimentale inaspettatamente alcune piante dell'ecotipo Baviera sono andate in fioritura il secondo anno d'impianto.

Tenendo conto dell'interazione ecotipo località non sono state riscontrate delle differenze significative. L'ecotipo Baviera presso la località Pelude è stato il più produttivo 1,53 t/ha.

### 3.2.2 Parametri morfologici delle radici

Non sono state riscontrate differenze significative fra i 4 ecotipi anche in termini di numero di radici principali, lunghezza e calibro della radice primaria (tab. 3). Mediamente le plantule hanno 3 radici principali, la radice principale ha lunghezza di 17,20 cm e calibro di 4,84 cm. Sono state riscontrate differenze significative per quanto riguarda lo sviluppo della radice nelle due località (Curiedi +50% rispetto Pelude).

### 3.2.3 Aspetti qualitativi

Anche in questo caso in tutti i campioni analizzati, il genziopicroside è stato l'iridoide più abbondante, l'acido loganico il secondo, la swertiamarina il terzo, mentre lo sweroside e l'amarogentina sono state le due sostanze presenti in minor percentuale.

Dall'analisi statistica dei risultati sono emerse anche in questo caso differenze molto significative fra le diverse località di coltivazione per quanto riguarda la swertiamarina, il genziopicroside e l'amarogentina, significative per quanto riguarda lo sweroside e poco significative in riferimento all'acido loganico (tab. 4).

Tab. 4. Risultati quantitativi analisi HPLC. (1)-Acido loganico, (2)-Swertiamarina, (3)-Genziopicroside, (4)-Sweroside, (5)-Amarogentina.

<i>Ecotipo</i>	<i>Località</i>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Baviera	Curiedi	1,16	0,30	4,70	0,11	0,33
	Pelude	0,88	0,26	2,26	0,16	0,04
Chiadin	Curiedi	0,38	0,25	3,67	0,04	0,27
	Pelude	0,29	0,23	3,64	0,07	0,12
Cuarnan	Curiedi	0,65	0,34	5,55	0,03	0,31
	Pelude	0,31	0,22	3,50	0,03	0,19
Flagjel	Curiedi	0,55	0,31	5,73	0,06	0,36
	Pelude	0,37	0,22	3,45	0,07	0,27
Mezzomonte	Curiedi	0,53	0,27	5,25	0,05	0,28
	Pelude	0,61	0,23	3,50	0,14	0,17
Piancavallo	Curiedi	0,71	0,32	5,58	0,07	0,38
	Pelude	0,37	0,22	3,77	0,09	0,23
Valinis	Curiedi	0,64	0,25	4,63	0,06	0,33
	Pelude	0,55	0,27	3,75	0,10	0,21
<b>Media</b>		0,57	0,26	4,21	0,08	0,25



Fig. 6. Piante al secondo anno di coltivazione presso Claut (Pn).

Differenze significative fra ecotipi sono state osservate per quanto riguarda l'acido loganico, lo sweroside e l'amarogentina.

Per quanto riguarda il genziopicroside, tutti gli ecotipi sono stati più produttivi nel campo sperimentale Curiedi che si trova a 1000 m slm rispetto al campo sperimentale situato in località Pelude (600 m slm). Considerando i dati ottenuti nella località ad altitudine più elevata, la percentuale maggiore di questo componente è stata riscontrata nell'ecotipo Piancavallo (5,58%) e la percentuale minore nell'ecotipo Chiadin (3,67%).

Se si considera invece l'acido loganico e la swertiamarina, pur essendo i dati in linea con i valori riscontrati in letteratura, non è possibile stabilire un *trend* tenendo conto delle due località di prova.

La percentuale di amarogentina, invece, a parità di ecotipo, è sempre maggiore nelle radici raccolte presso il campo sperimentale a quota 1000 m slm con un massimo di 0,38% (Piancavallo) e un minimo di 0,27% (Chiadin).

### 3.3 Prova 3

Confronto di 1 ecotipo in 5 diversi ambienti. L'ecotipo utilizzato in questa prova è il Baviera già sperimentato e introdotto in coltivazione date le buone caratteristiche produttive.

Gli ambienti in cui è stata effettuata la prova sono tutte le cinque località: Pelude, Casavento (fig. 6), Malga Valli, Curiedi, Pian delle Streghe.

#### 3.3.1 Peso fresco delle radici scollettate

In termini di peso fresco delle radici scollettate non sono risultate differenze significative di produttività fra le diverse località (tab. 5).

Tab. 5. Produttività dell'ecotipo Baviera in 5 diversi ambienti mediante test di Duncan relativamente ad alcune variabili di studio. Le medie sulla stessa colonna non differiscono significativamente (per  $P < 0,05$ ) se contrassegnate dalla stessa lettera.

Fonti di variazione	Località	Variabili							
		Peso fresco radici		Numero radici		Lunghezza radici		Calibro radici	
		(t/ha)	dvst	n°	dvst	cm	dvst	cm	dvst
<b>Località</b>	Casavento	* 0,43	b 0,40	ns 2,30	a 2,02	ns 17,57	a 6,27	*** 4,13	bc 1,08
	Curiedi	0,39	b 0,22	3,20	a 0,27	23,24	a 6,27	4,95	bc 1,51
	Malga Valli	0,22	b 0,08	3,00	a 1,22	18,88	a 2,83	3,29	c 0,96
	Pelude	1,42	a 1,20	4,40	a 1,67	19,97	a 3,57	6,48	b 1,78
	Pian delle Streghe	0,74	ab 0,45	3,30	a 1,10	20,88	a 3,58	9,30	a 2,96
<b>Media</b>	<b>Tutte</b>	0,64	0,71	3,24	1,44	20,11	4,75	5,63	2,72

Presso il campo sperimentale Pelude ci sono state le produzioni maggiori (1,42 t/ha), mentre presso la località Malga Valli quelle minori (0,22 t/ha).

### 3.3.2 Parametri morfologici delle radici

Dall'analisi statistica, non sono state riscontrate differenze significative fra i 5 ambienti anche in termini di numero di radici principali, lunghezza, mentre vi sono delle differenze molto significative per quanto riguarda il calibro della radice primaria (tab. 5).

Mediamente le plantule hanno 3 radici principali, e la radice principale è lunga 20,11 cm e con un calibro di 5,63 cm.

### 3.3.3 Aspetti qualitativi

Anche in questo caso come nella prima e nella seconda prova, in tutti i campioni analizzati, il genziopicroside è stato l'iridoide più abbondante, l'acido loganico il secondo, la swertiamarina il terzo, mentre lo sweroside e l'amarogentina sono state le due sostanze presenti in minor percentuale (tab. 6). Dall'analisi statistica dei risultati sono emerse differenze significative fra le diverse località di coltivazione per quanto riguarda l'acido loganico e l'amarogentina.

Tab. 6. Risultati quantitativi analisi HPLC. (1)-Acido loganico, (2)-Swertiamarina, (3)-Genziopicroside, (4)-Sweroside, (5)-Amarogentina.

Località	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Casavento	0,74	0,31	4,13	0,12	0,18
Pian delle Streghe	1,63	0,35	3,15	0,23	0,11
Curiedi	0,81	0,22	3,02	0,14	0,16
Malga Valli	0,21	0,27	6,15	0,06	0,31
Pelude	1,19	0,28	3,53	0,09	0,05
<b>Media</b>	0,92	0,29	4,00	0,13	0,16

Le radici raccolte presso Malga Valli hanno avuto le percentuali maggiori di gentiopicoside (6,15%), mentre quelle raccolte presso Curiedi hanno avuto le percentuali minori (3,15%).

Se si considera invece l'acido loganico e la swertiamarina, la località migliore in entrambi i casi è risultata Pian delle Streghe (1300 m slm).

La percentuale di amarogentina, è nettamente superiore nei campioni raccolti presso Malga Valli con un valore dello 0,31%, mentre è minore presso Pelude (0,05%).

### 3.4 Prova 4

Confronto di 1 ecotipo in 4 diversi ambienti. L'ecotipo utilizzato in questa prova è il Cuarnan. Le piante sono state ottenute da seme raccolto presso un sito di crescita spontanea sul monte Cuarnan in Provincia di Udine (Friuli Venezia Giulia). Gli ambienti in cui è stata effettuata la prova sono le località Pian delle Streghe - Monte Tenchia (1300 m slm), Curiedi (1000 m slm), Casavento (1000 m slm) e la località Pelude (600 m slm).

#### 3.4.1 Peso fresco delle radici scollettate

In termini di peso fresco delle radici scollettate non sono risultate differenze significative di produttività fra le diverse località (tab. 7).

La località più produttiva è stata Curiedi (0,49 t/ha), mentre quella meno produttiva Pelude (0,19 t/ha). La produttività media nelle 4 località è stata di 0,32 t/ha.

#### 3.4.2 Parametri morfologici delle radici

Per quanto riguarda gli altri parametri morfologici, dall'analisi statistica sono risultate differenze significative fra le diverse località per quanto riguarda il numero delle radici e il calibro, mentre non vi sono differenze significative per quanto concerne la lunghezza degli apparati radicali (tab. 7).

#### 3.4.3 Aspetti qualitativi

Anche in questo caso come nelle altre tre prove, in tutti i campioni analizzati, il genziopicoside è stato l'iridoide più abbondante, l'acido loganico il secon-

Tab. 7. Produttività dell'ecotipo Cuarnan in 4 ambienti mediante test di Duncan relativamente ad alcune variabili di studio. Le medie sulla stessa colonna non differiscono significativamente (per  $P < 0,05$ ) se contrassegnate dalla stessa lettera.

Fonti di variazione	Località	Variabili							
		Peso fresco radici		Numero radici		Lunghezza radici		Calibro radici	
		(t/ha)	dvst	n°	dvst	cm	dvst	cm	dvst
<b>Località</b>	Curiedi	ns 0,49 a	0,28	* 2,30 b	0,57	ns 16,33 a	3,11	* 8,63 a	3,05
	Malga Valli	0,34 a	0,15	4,40 a	1,08	17,45 a	5,23	4,75 b	1,51
	Pelude	0,19 a	0,09	2,70 ab	1,35	18,18 a	2,90	4,02 b	2,02
	Pian delle Streghe	0,24 a	0,14	2,60 ab	0,82	13,05 a	1,92	4,40 b	1,16
<b>Media</b>	<b>Tutte</b>	0,32	0,20	3,00	1,25	16,25	3,80	5,45	2,68

Tab. 8. Risultati quantitativi analisi HPLC. (1)-Acido loganico, (2)-Swertiamarina, (3)-Genziopicroside, (4)-Sweroside, (5)-Amarogentina.

<i>Località</i>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Pian d. Streghe	1,06	0,29	4,15	0,14	0,24
Curiedi	0,54	0,35	5,36	0,03	0,34
Malga Valli	0,14	0,26	5,30	0,02	0,29
Pelude	0,40	0,22	2,82	0,05	0,22
<b>Media</b>	0,54	0,28	4,41	0,06	0,27

do, la swertiamarina il terzo, mentre lo sweroside e l'amarogentina sono state le due sostanze presenti in minor percentuale (tab. 8). Dall'analisi statistica dei risultati sono emerse differenze molto significative fra le diverse località di coltivazione per quanto riguarda l'acido loganico.

Le radici raccolte presso Curiedi hanno avuto le percentuali maggiori di genziopicroside (5,36%), mentre quelle raccolte presso Pelude hanno avuto le percentuali minori (2,82%).

Se si considera invece l'acido loganico e la swertiamarina, nel primo caso la località migliore è risultata Pian delle Streghe, nel secondo Curiedi (0,35%). La percentuale di amarogentina, è superiore nei campioni raccolti presso Curiedi con un valore del 0,34%; tale valore è molto simile a quello ottenuto nelle altre località.

### 3.5 Confronto dei risultati con dati bibliografici

Gli ecotipi già valutati e introdotti in coltivazione, quali Baviera, Brenta, Giura e Frisanchi, negli ambienti di prova in Friuli Venezia Giulia, hanno avuto al terzo anno di coltivazione, una produttività media di radice fresca di 2,17 t/ha con una resa massima di 2,96 t/ha (ecotipo Brenta in località Pelude) e minima di 1,39 t/ha (ecotipo Brenta in località Casavento).

Questi risultati sono circa la metà dell'attesa (tab. 9), le motivazioni possono essere attribuite al fatto che le piante durante la prima stagione vegetativa hanno incontrato alcune difficoltà nell'affrancamento a causa del metodo manuale di trapianto, il secondo anno hanno invece sviluppato bene l'apparato radicale, pertanto prima di trarre considerazioni conclusive andrebbe aspettato il tempo di raccolta commerciale (solitamente il 5° anno).

Gli ecotipi spontanei del Friuli Venezia Giulia (Chiadin, Mezzomonte, Cuaran, Flagjel, Piancavallo, Valinis) hanno avuto negli ambienti di prova una

Tab. 9. Dati produttivi come da Aiello e Bezzi, 1998 modificato.

	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	7° anno
<b>Peso medio radice fresca (t/ha)</b>	1,40	4,40	12,00	20,00	37,00

produttività media di radice fresca di 0,84 t/ha con una resa massima di 1,02 t/ha e minima di 0,64 t/ha.

Questi risultati sono più bassi dell'attesa (tab. 9); in questo caso va tenuto presente che le piante sono provenienti da semi spontanei e pertanto non hanno subito un processo di addomesticamento, a differenza dei precedenti ecotipi che sono già da anni in prova e selezione.

#### 4. Conclusioni

Nonostante siano stati valutati solo tre anni, le rese produttive e qualitative a bassa quota, ad altitudini inferiori alle zone di crescita spontanea (campo sperimentale Pelude a 600 m slm), sono state soddisfacenti e alle volte superiori se confrontate con quelle ottenute a quote superiori. I vantaggi di coltivare la genziana a bassa quota sono molteplici: la facilità maggiore nel fondo valle di trovare terreni pianeggianti e assolti con la conseguente facilità di accesso e di lavorazione dei terreni e la possibilità di seguire la coltura con i ritmi culturali di altre specie già coltivate. Il territorio montano del Friuli Venezia Giulia ha delle caratteristiche climatiche peculiari per cui molte specie allo stato spontaneo si trovano ad altitudini molto più basse rispetto al resto dell'arco alpino. Uno degli esempi più eclatanti è il *Pinus mugus* (Turra) che, nonostante generalmente cresca spontaneo al di sopra dei 1500 metri, in Valcellina, dove si trova anche il campo sperimentale Pelude (600 m slm), cresce fino a fondo valle. Nei primi 2-3 anni una delle problematiche principali è il controllo delle malerbe, vanno effettuate almeno 3 scerbature l'anno anche nel caso in cui si usi il telo pacciamante poiché il foro creato per l'impianto è sufficiente per la crescita delle infestanti. Il problema assume maggior importanza se la coltivazione viene fatta a bassa quota. Quindi, nonostante la produttività sia più elevata ad altitudini inferiori, poiché la stagione vegetativa è più lunga, vi sono maggiori problemi nel controllo delle malerbe.

Per quanto riguarda l'aspetto qualitativo, in tutti i campioni analizzati il genziopicroside è stato l'iridoide più abbondante, l'acido loganico il secondo, la swertiamarina il terzo, mentre lo sweroside e l'amarogentina sono state le due sostanze presenti in minor percentuale. Questi risultati confermano altri lavori di analisi dei principi amari di genziana (Aberham *et al.*, 2007). Dall'analisi statistica dei risultati qualitativi sono emerse differenze significative in relazione alla località di coltivazione, differenze non significative, tranne in rari casi, tra ecotipi in prova.

I risultati fino ad ora esposti sono frutto di osservazioni e rilievi triennali di una coltura quinquennale, perciò il lavoro continuerà con altri rilievi nel periodo di maturità commerciale delle piante messe a dimora nei 5 campi sperimentali prima di trarre conclusioni definitive sulla produttività.

## Bibliografia

- Aberham A., Schwaiger S., Stuppner H., Ganzera M. (2007). *Quantitative analysis of iridoids, secoiridoids, xantone and xanthone glycosides in Gentiana lutea L. roots by RP-HPLC and LC-MS*. «Journal of Pharmaceutical and biomedical analysis», n. 45, pp. 437-442.
- Aiello N., Bezzi A. (1998). *Genziana maggiore (Gentiana lutea L.): aspetti biologici, qualitativi e produttivi*. «Agricoltura Ricerca», n. 176, pp. 8-17.
- Barralis G., Chadoeuf R. (1987). *The culture of yellow gentian (Gentiana lutea L.) by transplanting*. Atti del Convegno sulla coltivazione delle piante officinali, Trento, pp. 267-276.
- Bezzi A., Aiello N., Tartarotti M. (1986). *La coltivazione di Gentiana lutea L. in ambienti montani*. «Agricoltura Ricerca», n. 62, pp. 67-72.
- Carnat A., Fraisse D. (2005). *Influence of drying mode on iridoid bitter constituent levels in gentian root*. «Journal of the Science of Food and Agriculture», n. 85 (4), pp. 598-602.
- Corbetta F., De Santis A., Forlani L. e Murari G. (2001). *Piante Officinali Italiane*. Il Nuovo Lodi, Eagricole.
- Masutti L., Zangheri S. (2001). *Entomologia Generale e Applicata*. CEDAM, Padova.