



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
FACOLTÀ DI SCIENZE AGRARIE E ALIMENTARI

CORSO DI LAUREA IN
VALORIZZAZIONE E TUTELA DELL'AMBIENTE E
DEL TERRITORIO MONTANO

**La caigua (*Cyclanthera pedata*) come risorsa alimentare
e officinale per le aree montane lombarde:
risultati di un'indagine preliminare**

Relatore: Prof.ssa Annamaria Giorgi

Correlatore: Dott. Luca Giupponi

Dott. Marco Zuccolo

Elaborato finale di: Bassani Marta

Matricola n° 927354

Anno accademico: 2020/2021

Ai miei genitori Elide e Giancarlo.

A mio fratello Gabriele.

A Giulia, compagna di studio,

ma soprattutto amica.

INDICE

RIASSUNTO	7
1. INTRODUZIONE	9
1.1 La Caigua.....	9
1.2 Caratteristiche botaniche.....	10
1.3 Habitat e distribuzione geografica	15
1.4 Coltivazione e caratteristiche agronomiche	18
1.5 Utilizzo tradizionale (etnobotanica) e impiego come alimento - preparato erboristico	22
1.6 Proprietà, molecole fitochimiche coinvolte e parametri qualitativi della materia prima.....	24
2. SCOPO DEL LAVORO	29
3. MATERIALI E METODI	30
3.1 Materiale vegetale e allestimento campi sperimentali.....	30
3.2 Raccolta dati agronomici	35
3.3 Analisi del suolo	36
3.3.1 Prelievo campione di terreno	36
3.3.2 Preparazione del campione per sottoporlo all'analisi	36
3.3.3 Determinazione della tessitura apparente della terra fine	36
3.3.4 Determinazione Carbonio organico e Sostanza organica	39
3.3.5 Determinazione del pH	40
3.3.6 Analisi Kjeldahl	41
3.4 Valutazione della strategia funzionale CSR.....	43
3.5 Analisi fitochimiche.....	45
3.5.1 Campionamento materiale per le analisi.....	45
3.5.2 Quantificazione acidi caffeilchinici totali	46
3.5.3 Analisi spettrofotometrica	48

4.	RISULTATI	49
4.1	Analisi del terreno.....	49
4.2	Analisi della crescita e sviluppo	54
4.2.1	Confronto morfologico cultivar Camuna con cultivar delle Ande ..	61
4.3	Analisi della strategia funzionale CSR	68
4.4	Analisi fitochimica.....	72
4.4.1	Dosaggio degli acidi caffeilchinici totali	72
5.	DISCUSSIONE DEI RISULTATI	74
6.	CONCLUSIONI.....	78
7.	FONTI BIBLIOGRAFICHE.....	80
8.	SITOGRAFIA.....	85
9.	RINGRAZIAMENTI	87

RIASSUNTO

Il presente elaborato è il risultato del compimento del Corso di Laurea in “Valorizzazione e Tutela dell’Ambiente e del Territorio Montano”, esso ha come obiettivo quello di analizzare due differenti cultivar di *Cyclanthera pedata* (L.) Schrad. (Caigua): una Camuna e una Sudamericana. La Caigua è una pianta erbacea, appartenente alla famiglia delle Cucurbitacee originaria delle Ande e coltivata in alcune aree italiane. I frutti della Caigua in Europa vengono utilizzati prevalentemente nel campo erboristico, mentre in Sud America invece vengono utilizzati anche come alimento. Lo scopo del seguente elaborato è quello di analizzare le caratteristiche agronomiche, ecologiche e fitochimiche di una varietà di Caigua Americana coltivata in aree montane della Lombardia, confrontandola con quelle di una cultivar locale di Caigua coltivata in Valle Camonica da oltre 50 anni (*landrace*). Ciò al fine di verificare se, sia la Caigua Sudamericana che la *landrace* della Valle Camonica, possano avere le caratteristiche agronomiche e fitochimiche tali da essere impiegate sia in ambito agro-alimentare che erboristico-officinale. Lo studio della Caigua Americana è stato effettuato tramite il controllo di 7 campi sperimentali collocati in diverse aree montane lombarde. Dopo aver effettuato misurazioni durante tutto il ciclo di vita delle piante, sono state effettuate analisi agronomiche, ecologiche e fitochimiche. Le analisi agronomiche hanno portato alla conclusione che la cultivar Camuna è molto più produttiva rispetto a quella Sudamericana; analizzando i campi sperimentali, infatti, si è riscontrato che mediamente la cultivar *landrace* produce 21 frutti, con un peso per frutto di 9.8 g; mentre la cultivar Sudamericana ne produce solamente 2 con un peso medio di 97 g/frutto. La produzione per pianta totale è maggiore per quella Camuna con un peso 10 volte maggiore rispetto alla produzione della cultivar Sudamericana. Per quanto riguarda le analisi della strategia CSR, la maggior parte delle piante può essere inserita nella categoria “competitrice” e “ruderale”, solamente un campo ha dato un risultato discostante, con piante appartenenti alla categoria “stress tolleranti”. Questo sta ad indicare

che è una pianta in grado di tollerare disturbi biotici e abiotici il che la rende molto rustica e resistente anche in condizioni di scarse risorse ambientali, si rigenera molto velocemente dopo un danno e sfrutta al meglio le risorse che ha. Per indicare l' idoneità all'uso erboristico, per quanto riguarda il contenuto di principi attivi, è stato analizzato il contenuto di acidi caffeilchinici totali espressi come contenuto percentuale di acido clorogenico sul peso secco, questo è uno dei parametri utilizzati dall'industria erboristica per valutare la qualità dei lotti di droga essiccata relativamente al contenuto di principi attivi ed è stato evidenziato che il frutto della cultivar Camuna ha un contenuto maggiore rispetto a quello della Sudamericana. Nei frutti maturi della cultivar Camuna si è riscontrato un valore di 0.60 % contro i 0.21 % contenuti nella Sudamericana. Detto quanto precede, si può concludere che la Caigua Camuna possiede le caratteristiche agronomiche e fitochimiche tali da essere impiegate sia in ambito agro-alimentare che erboristico-officinale, potrebbe essere inoltre un'ottima risorsa per il futuro nelle aree montane vista la produzione elevata; servirebbero però ulteriori studi per ricavare ulteriori informazioni sulle caratteristiche agronomiche della pianta e per raccogliere ulteriori dati relativi alla fitochimica, sull'attività biologica dei suoi costituenti e all'influenza dei fattori pedoclimatici e colturali sul contenuto di principi attivi.

1. INTRODUZIONE

1.1 La Caigua

La Caigua (*Cyclanthera pedata* (L.) Schrad.) è una pianta erbacea, appartenente alla famiglia delle Cucurbitacee (Tab. 1, Fig. 1). In Italia è conosciuta con il nome “*ciuenlai*”, zucca pantofola, zucca passero pepino, pistone della signora o milione-miliun per la grande produttività, in inglese *stuffing cucumber* o *wild cucumber*. L’etimologia del termine *Cyclanthera* proviene dal greco e dal latino e va ad indicare le antere rotonde. L’epiteto *pedata* invece deriva da “piede”: pianta con una base allargata o con foglie pedate (Bissanti, 2020).

Dominio	Eukaryota
Regno	Plantae
Divisione	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordine	Cucurbitales
Famiglia	Cucurbitaceae
Genere	<i>Cyclanthera</i>
Specie	<i>C. pedata</i>

Tabella 1: Inquadramento sistematico *Cyclanthera pedata*. Fonte: Antropocene.it



Figura 1. Fotografia che illustra la pianta di *Cyclanthera pedata*.

1.2 Caratteristiche botaniche

La Caigua è una terofita, cioè è una pianta annuale che supera la stagione avversa sotto forma di seme. Si può dire che è una pianta che si adatta facilmente al freddo e alle elevate temperature estive. È una pianta che cresce, fiorisce e fruttifica normalmente anche in giornate brevi (con meno di 12 ore di luce), sebbene sopporti anche intensità luminose elevate.

Temperatura

La temperatura è un fattore fondamentale per la coltivazione della Caigua. Contreras *et al.* (2014) menzionano che la temperatura ottimale per la sua crescita è compresa tra 17 e 28 ° C, mentre la temperatura ottimale per la germinazione dei suoi semi è stata stabilita tra 25 e 30 ° C. Al di sopra dei 30 ° C e con temperature inferiori a 17°C, si possono osservare malformazioni nelle foglie e frutti.

Fusto, viticci e radici

È una pianta rampicante, annuale che può raggiungere un'altezza di 4-5 metri, presenta viticci prensili (Fig.2) che necessitano di una rete per sostenersi; inoltre possiede radici sottili e fibrose.



Figura 2: Viticci di Cyclanthera pedata.

Foglie e fiori

Le foglie sono palmate, glabre e profumate. Hanno una dimensione di 6-14 centimetri di lunghezza e hanno da cinque a sette foglioline ellittiche con margine frastagliato (Fig. 3). Si tratta di una specie allogama, cioè una pianta nella quale l'ovulo è fecondato dal polline derivato da un altro fiore. È tuttavia autofertile: la pianta può effettuare l'autoimpollinazione dei propri fiori. È una pianta monoica, ovvero lo stesso individuo produce sia fiori maschili che femminili, che solitamente maturano in tempi diversi per evitare l'autofecondazione. Il tempo necessario per iniziare la fioritura e l'allegagione dipende dalla latitudine, dalla data di semina e dal fabbisogno di fotoperiodo del genotipo: in media si verifica dai 70 ai 90 giorni dopo la semina. La fioritura avviene principalmente sui rami laterali. I fiori sono gialli e di piccola dimensione, con un odore delicato; l'impollinazione della Caigua è di tipo entomofilo, ma non è raro che si debba intervenire con una fecondazione a mano, tramite lo strofinamento dei fiori maschili su quelli femminili (Piemonte parchi). Ciò per aumentare le probabilità di fecondazione dato che i fiori maturano in tempi diversi. (Fig. 4)



Figura 3: Foglia palmata di Cyclanthera pedata.

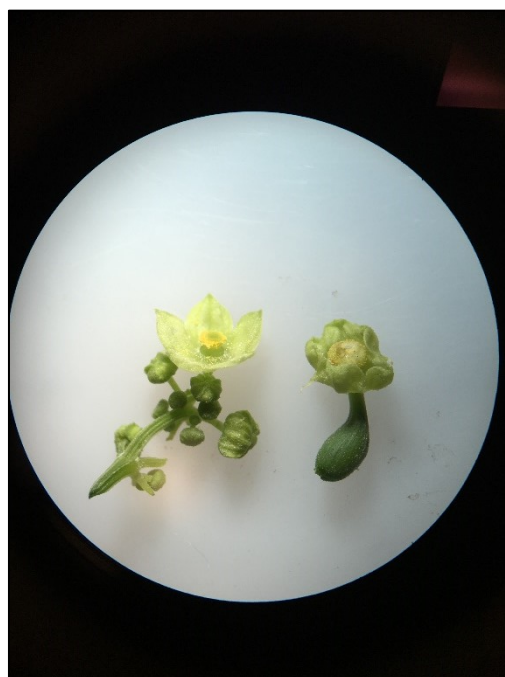


Figura 4: Fiori di Cyclanthera pedata. A sinistra il fiore maschile a destra il fiore femminile.

Frutti

La formazione del frutto ha luogo dopo il solstizio d'estate (21 giugno) quando iniziano a diminuire le ore di luce. I primi frutti possono essere raccolti a partire dalla metà di agosto. Il frutto è un pepo ovoidale, di 5-15 cm × 2,5-8 cm, lisci o con spine molli, verde-giallastre o striate (Fig. 5-10). Il mesocarpo è bianco spugnoso in questo possiamo trovare circa 12 semi neri, sub-oblungi, appiattiti di 10-12 x 7-8 mm (Actaplantarum, 2020). Analisi dei minerali hanno evidenziato che il frutto ha un alto contenuto di potassio, calcio e magnesio, mentre il contenuto di sodio è basso (Oliveira *et al.*, 2014).



Figura 5: Frutto di Cyclanthera pedata con dimensione di 0,2-0,5 cm.



Figura 6: Frutto di Cyclanthera pedata con dimensione di 1,5-2 cm.



Figura 7: Frutto di Cyclanthera pedata con dimensione di 3-4,5 cm.



Figura 8: Frutto di Cyclanthera pedata con dimensione di 3-4,5 cm.



Figura 9: Frutto di Cyclanthera pedata: "pepo ovoidale con spine molli".



Figura 10: Frutto di Cyclanthera pedata: "pepo ovoidale liscio".

Fonte:
<http://antropocene.it/2020/11/27/cyclanthera-pedata/>

Stagionalità e ciclo vegetativo

La Caigua ha una stagionalità annuale, mentre il suo ciclo vegetativo è di circa 100 giorni (Añez *et al.*, 2009). Una volta iniziata la fioritura, Miranda (2014) riporta che le piante potrebbero dare frutti per un anno intero.

Per quanto riguarda il post-raccolta, i frutti di Caigua possono essere conservati per circa 5 giorni in luoghi freschi e ventilati. Se si desidera prolungarne la durata di conservazione, i frutti devono essere messi a una temperatura di 7 ° C con un'umidità relativa del 95%. (Contreras *et al.*, 2014)

Valori nutrizionali

Tab. 2 mostra la composizione nutrizionale della Caigua per 100 grammi, espressi in peso fresco (Reyes *et al.*, 2017)

COMPONENTE	Composizione in 100 g di peso fresco
Acqua (g)	95
Proteine (g)	0,5
Grassi totali (g)	0,2
Carboidrati totali (g) di cui:	3,3
Fibra (g)	1,6
Vitamine:	
Vitamina C (mg)	11,4
Vitamina A (mg)	9
Tiamina (mg)	0,02
Riboflavina (mg)	0,02
Minerali:	
Calcio (mg)	34
Fosforo (mg)	43
Ferro (mg)	0,9
Energia (kcal)	15

Tabella 2: Componenti alimentari presenti in 100 g di Caigua

Fonte: Reyes et al., 2017

Come si nota dalla tabella soprastante, possiamo evidenziare che l'acqua è la componente principale di questa coltura, ricopre una percentuale del 95%. Nei carboidrati, si nota che 1/3 di essi sono fibra. Osservando le vitamine, possiamo notare un elevato contenuto di Vitamina C (11,4 mg) e di Vitamina A. Il fosforo è il minerale più presente, seguito dal Calcio e dal Ferro.

1.3 Habitat e distribuzione geografica

Cyclanthera pedata è una pianta originaria dell'America del Sud, possiamo osservare la sua distribuzione nei seguenti paesi (Plants of the world): Venezuela, Argentina, Bolivia, Brasile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras Messico e Perù.

Paesi d'origine della Caigua



Con tecnologia Bing
© Australian Bureau of Statistics, GeoNames, Microsoft, Navinfo, TomTom, Wikipedia

Figura 11: Paesi d'origine della Caigua.

Fonte: Elaborazione propria

Viene coltivata nelle zone subtropicali e temperate: ad oggi è coltivata in molte parti dell'America centrale (Fig. 11), dove può essere trovata fino a 3.000 metri. Le nazioni coinvolte nella promozione e nella diffusione di questa specie sono Perù, Ecuador, Bolivia, Colombia e Venezuela; è stata inoltre segnalata la sua presenza nella parte meridionale del Messico e nell'area caraibica.

Nel corso degli anni è stata introdotta in diverse aree del mondo (Fig. 12) (Plants of the world): Cina, Nepal ed Europa (Italia, Valli Alpine)

Paesi in cui è stata esportata la coltura



Con tecnologia Bing
© Australian Bureau of Statistics, GeoNames, Microsoft, NavInfo, TomTom, Wikipedia

Figura 12: Paesi in cui si è sviluppata la coltura.

Fonte: Elaborazione propria

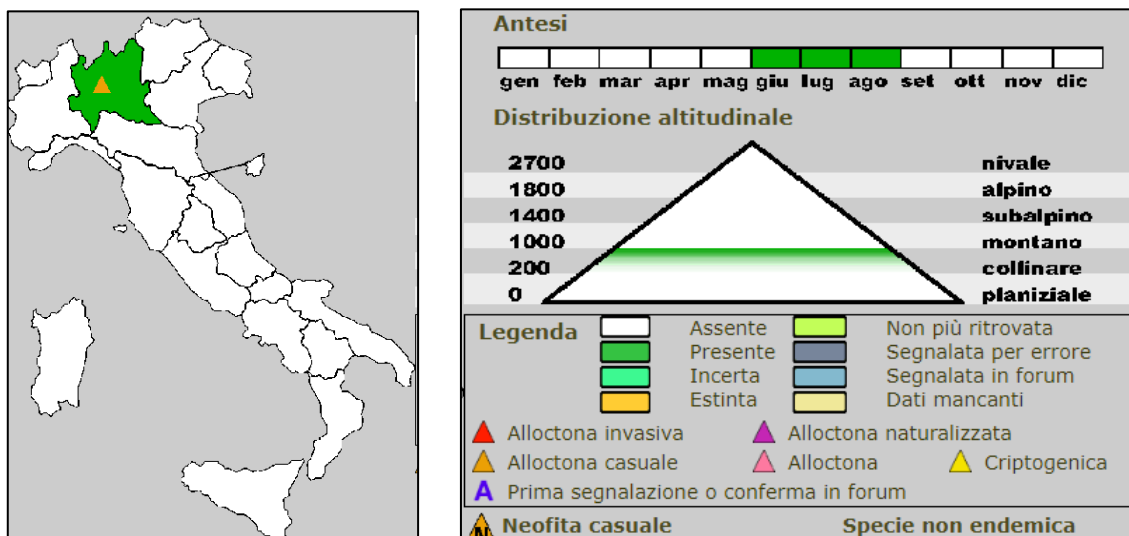


Figure 13-14: Distribuzione geografica in Italia di *Cyclanthera pedata*

Fonte: Acta plantarum https://www.actaplantarum.org/flora/flora_info.php?id=2460

Questa specie è coltivata anche in Italia, soprattutto nelle Valli Alpine (Fig. 13-14), dove la coltivazione prende il nome di “*Ciuenla*” (Bissanti, 2020). In Valle Camonica è presente dal 1960 (Lara Domini, 2018; Rossi *et al.* 2019), questa cultivar viene definita “Caigua Camuna” ed è il centro di studio del seguente elaborato.

Possiamo identificare quindi due differenti cultivar di Caigua, una denominata Caigua Americana e un'altra denominata Caigua Camuna. La prima viene appunto coltivata in Sud America, ed è quella più utilizzata dalle industrie farmaceutiche e alimentari. La seconda, la Caigua Camuna è una cultivar tradizionale (*Landrace*) coltivata da più di 50 anni da un agricoltore, che ha mantenuto la tradizione familiare, coltivandola annualmente e così facendo ha conservato il seme negli anni.

Altitudine: attualmente la Caigua è coltivata in varie parti del mondo. Salaverry e Cabrera (2014), menzionano che la sua coltivazione in America viene effettuata dal livello del mare a 2880 metri di altitudine.

1.4 Coltivazione e caratteristiche agronomiche

È una pianta che predilige un ambiente di crescita caldo, con esposizione soleggiata e riparata da eccessivo vento. È fondamentale la preparazione di reti/graticci su cui la pianta si possa arrampicare, altrimenti può essere allevata anche strisciante e si comporta similmente a una zucca, occupando tutto il terreno circostante; in questo caso è consigliato l'utilizzo della pacciamatura. La pianta cresce circa tre metri in altezza (arriva fino a cinque metri nei luoghi d'origine) se gli viene fornito un adeguato supporto. Il terreno ideale per questa specie deve essere ben drenato, con un pH compreso tra 6,0 e 7,0. La pianta non tollera la salinità e nemmeno terreni molto acidi, che ne ostacolano la crescita. Secondo Contreras *et al.* (2014), sono richiesti terreni di profondità media da 20 a 40 cm. Il terreno deve essere preparato con una concimazione di base (letame maturo/compost/humus).

Preparazione del terreno

Per quanto riguarda la preparazione del terreno si effettuano da uno a due passaggi di aratura (30 cm), accompagnata spesso da concimazione di base di stallatico (16kg al m²) ed erpicatura, per ultima lavorazione viene effettuata la solcatura.

In Sud America è consigliato alzare il letto di semina di almeno 20-25 centimetri, per fornire un adeguato drenaggio alla coltura, soprattutto nella stagione delle piogge. Mentre in Italia può essere necessaria l'irrigazione, preferibilmente con metodo a goccia per non danneggiare il colletto della pianta. L'irrigazione di supporto può essere necessaria lungo tutto il ciclo vegetativo

Propagazione

La propagazione avviene per semina effettuata a metà primavera in un ricco compost in serra calda. In Sud America la semina però può essere effettuata durante tutto l'anno. Può essere consigliabile, per aumentare la produzione o avere un ciclo più precoce, la preparazione delle piantine in semenzaio su substrato di torba in aprile e il trapianto in maggio. Le piante possono essere coltivate in fila singola o doppia; se si sceglie di coltivarle su differenti file, l'interfila deve essere minimo di 2 metri e la distanza delle piante sulla fila deve essere di

all'incirca 1 metro, con una densità di 0,25 piante/m². Il ciclo vegetativo della pianta è di 100 giorni e inizia a fruttificare a metà estate (agosto) e continua fino ai primi freddi.

Raccolta

Nelle regioni peruviane, i frutti vengono raccolti in giugno – luglio. La resa è di circa 7 t / ha, ma il potenziale di resa è di 15-20 t / ha (Añez *et al.*, 2009).

Il frutto per la raccolta deve essere di un colore verde intenso che non abbia iniziato a ingiallire. La durata della raccolta oscilla tra i 45 ei 60 giorni. Secondo Añez *et al.* (2009), la raccolta viene effettuata tagliando il peduncolo dei frutti o estraendoli, facendo attenzione a non strapparli. Dopo essere stati raccolti, i frutti vengono conservati per un massimo di 5 giorni in luoghi freschi, ombreggiati e ventilati e per circa 15 giorni in frigorifero.

La popolazione prevista per ettaro è prossima a 12.500 piante. La resa media è di 8.500 kg / ha.

Se si lasciano i frutti sulla pianta, quando raggiungono la maturità questi procedono con la disseminazione autocora: la pianta fa cadere a brevi distanze i semi. Se invece si raccolgono ancora verdi e si ha cura della pianta, questa continuerà a produrne fino ai primi freddi.

Poiché i semi posseggono una ottima germinazione, si può pensare di conservare i semi della cultura in atto. Questi devono essere recuperati prima che il frutto giunga a maturazione e poi essere posti ad essiccare completamente in un ambiente caldo. Infine, conservati in un contenitore ermetico fino alla prossima semina.

Nutrizione minerale

È consigliata una concimazione di base accompagnata da una concimazione di supporto, che può essere indicativamente 100 kg/ha di urea, 100 kg/ha di P₂O₅ e 100 kg/ha di K₂O (altri usano anche quantità maggiori, soprattutto per le concimazioni potassiche). È una pianta che richiede una buona quantità di macronutrienti, quindi richiede una fertilizzazione abbondante, chimica oppure organica anche con letame poco maturo. La Caigua è moderatamente esigente in sostanze nutritive: necessita quindi di terreni fertili per ottenere rese ottimali.

Secondo Añez et al. (2009), l'uso di letame è consigliato con una quantità da 10 a 20 t/ha, a seconda del contenuto di materia organica nel suolo. Lo spandimento può essere effettuato sull'intero campo durante la sua preparazione oppure in presemina.

1/3 di fosforo (P_2O_5), di potassio (K_2O) e di azoto (N) vengono applicati 20 giorni dopo la semina, il resto di N viene applicato 1/3 a 40 giorni e 1/3 a 60 giorni dopo la semina.

Per quanto riguarda la nutrizione minerale della Caigua (Tab.3), si è riscontrato effettuando la tecnica degli elementi mancanti (Añez et al. 2009) che in assenza dei seguenti elementi la pianta riscontra:

Elemento	Sintomo
Fosforo	Crescita limitata
Zolfo	Crescita limitata + minore sviluppo radici e germogli + ingiallimento foglie giovani
Calcio	Crescita limitata + riduzione sostanza secca
Magnesio	Crescita limitata + riduzione sostanza secca
Azoto	Minore sviluppo radici e germogli
Potassio	Riduzione produzione di sostanza secca
Zinco	Nessun sintomo di carenza
Boro	Nessun sintomo di carenza
Rame	Nessun sintomo di carenza

Tabella 3: La tabella esprime i sintomi riscontrati sulla pianta dovuti alla mancanza o eccesso di elementi. Fonte: Añez et al. (2009)

Osservando la tabella soprastante si può giungere alla conclusione che l'azoto e lo zolfo sono due nutrienti fondamentali per la sintesi proteica e l'apporto inadeguato di uno di questi nutrienti porta a un minore sviluppo di radici e germogli.

Quando lo zolfo è stato omesso, si è verificato un ingiallimento generalizzato delle foglie più giovani, il primo sintomo visivo di carenza nutrizionale visto

nell'esperimento. L'omissione di Ca o Mg ha favorito una significativa riduzione della sostanza secca della parte aerea e della radice.

In uno studio esplorativo, utilizzando la tecnica degli elementi mancanti, (Fernandes *et al.*, 2012) hanno evidenziato K come il terzo nutriente più estratto dalla coltura, durante il suo sviluppo iniziale, nonché una riduzione di circa il 25% nella produzione di massa secca delle piante quando l'elemento è stato omesso.

L'irrigazione

L'irrigazione deve essere frequente all'inizio della fase di germinazione e semina. Per Contreras *et al.* (2014), le irrigazioni abbondanti favoriscono la comparsa di malattie e la crescita di erbe infestanti. La Caigua è sensibile all'umidità in eccesso, quindi il collo della pianta non deve essere troppo bagnato. È importante che l'irrigazione venga mantenuta anche durante la fruttificazione e la raccolta per garantire rese elevate e frutti grandi e turgidi.

Controllo di erbe infestanti, parassiti e malattie

Il controllo delle infestanti viene effettuato manualmente e meccanicamente, sfruttando il cambio dei filari. Gli erbicidi non selettivi possono essere utilizzati immediatamente dopo la semina, ma prima della germinazione. La coltivazione di Caigua presenta vari parassiti e malattie. Secondo Ugás (2014), tra questi abbiamo:

Parassiti: ragnetto rosso, lombrichi, mosca bianca, mosca minatrice, mosca gemma, nematodi, afidi.

Malattie: avvizzimento, muffa e virus.

L'incidenza di parassiti, malattie ed erbe infestanti è simile a quella delle altre cucurbitacee, ma non presenta grosse complicazioni sanitarie.

1.5 Utilizzo tradizionale (etnobotanica) e impiego come alimento - preparato erboristico

Per quanto riguarda l'etnobotanica possiamo affermare che è lo studio delle conoscenze che una determinata popolazione o gruppo etnico o sociale possiede sul mondo vegetale (Lombardini *et al.*, 2015). Elaborata concettualmente da Harshberger (1896) per descrivere lo studio delle piante usate dai popoli primitivi ed aborigeni, l'etnobotanica si è successivamente sviluppata in un vero e proprio campo di ricerca multidisciplinare finalizzato ad indagare le relazioni pianta-uomo nell'ambito di una concezione dinamica dell'ecosistema di cui sono parte integrante non solo le componenti biologiche, ma anche quelle sociali, economiche e storicoculturali. Per questo motivo, molte sono le discipline che possono contribuire alla realizzazione di uno studio etnobotanico: botanica, antropologia, ecologia, farmacologia, economia, linguistica, agronomia. La realizzazione di un'indagine etnobotanica implica inoltre il contatto ed il rapporto tra un tipo di conoscenza scientifico ed una definita, invece, tradizionale (Lombardini *et al.*, 2015).

Questa coltura viene utilizzata in svariati modi a seconda della tradizione. Gli impieghi della Caigua in Europa sono più improntati nel ramo medico; invece, nel Sud America sono più improntati negli impieghi culinari. Il frutto è commestibile sia da crudo che da cotto: i frutti più vecchi sono cotti e possono essere farciti allo stesso modo delle zucchine. I frutti giovani e immaturi vengono consumati crudi o cotti e hanno un sapore simile ai cetrioli. Se mangiata cruda, viene utilizzata all'interno di insalate. Sono commestibili crudi anche i germogli e le giovani foglie. Tra le ricette a base di Caigua si possono ricordare diversi cibi di origine creola come il Guiso de Caigua oppure la Caigua *Rellena* (Orticolando, 2013).

Oltre all'utilizzo come alimento, questa specie trova impiego anche come pianta medicinale:

1. Il succo di frutta è consigliato come trattamento per persone che hanno livelli elevati di colesterolo nel sangue, ipertensione, arteriosclerosi, problemi circolatori, tonsillite e diabete.
2. Può essere utilizzato per il trattamento dell'alta pressione bevendo l'infuso di questa pianta.
3. I frutti e le foglie vengono bolliti in olio d'oliva e utilizzati esternamente come antinfiammatorio e analgesico topico.
4. I semi essiccati e in polvere vengono presi in dosi da 1 grammo come rimedio per i parassiti intestinali.
5. Le foglie sono considerate ipoglicemiche e vengono preparate in un decotto per il trattamento del diabete.

Questa pianta possiamo trovarla in polvere: è un prodotto ottenuto dal frutto della caigua, senza la presenza di conservanti o additivi.

La parte più utilizzata della pianta sono i frutti per via del loro contenuto di metaboliti secondari tra cui composti fenolici, flavonoidi, cumarine, tannini, terpeni e altri composti minoritari. (Macchia et al., 2009). Dai frutti sono stati inoltre isolati diversi composti appartenenti alla classe delle saponine triterpeniche. (De Tommasi et al., 1999)

1.6 Proprietà, molecole fitochimiche coinvolte e parametri qualitativi della materia prima

Alla Caigua sono attribuiti effetti benefici e da qualche anno viene utilizzata in campo farmaceutico. A questa pianta è attribuita la capacità di ripristinare i valori di colesterolo e trigliceridi nel sangue, ridurre l'obesità e possedere proprietà benefiche nel trattamento delle malattie coronariche/cardiache. Viene inoltre consigliata per aiutare a drenare i liquidi corporei in eccesso, migliorare le funzionalità delle vie urinarie e per la sua funzione regolatoria sulla glicemia. Questa pianta esplicherebbe inoltre un'azione riequilibrante sulla circolazione con regolazione della pressione arteriosa. (Favola, 2017). Nell'uso tradizionale delle popolazioni Andine, si impiega anche per trattare il diabete per la sua azione regolatrice del metabolismo dei lipidi e dello zucchero ne sangue.

In Italia, i frutti e le foglie essiccate di Caigua sono incluse nell'elenco dell'allegato 1 del decreto ministeriale del 10 agosto 2018, che regola le piante ammesse per l'uso erboristico ed in particolare per la preparazione di estratti o altri prodotti salutistici. Di conseguenza, la Caigua trova interesse in campo erboristico per l'utilizzo come droga essiccata nella preparazione di forme di dosaggio solide (compresse o capsule) o per la sua trasformazione in estratti da impiegare nella preparazione di integratori alimentari o altri prodotti salutistici o nutraceutici. In particolare, l'interesse verso questa pianta si focalizza sul suo uso come ipocolesterolemizzante. Infatti, la Caigua in polvere secondo Rivas *et al.*, (2013), ha caratteristiche nutraceutiche poiché aiuterebbe a ridurre i livelli ematici di colesterolo ed in particolare la componente LDL (*Low Density Lipoprotein*), i cui alti livelli ematici sono un riconosciuto fattore di rischio di patologie cardiovascolari legate alla formazione e sviluppo di placche aterosclerotiche.

Inoltre, ulteriori prove a supporto dell'attività ipocolesterolemizzante della Caigua sono state riportate da Frigerio *et al.* in un recente lavoro scientifico (Frigerio *et al.* 2021). In questo lavoro è stata confermata *in vitro* l'attività ipocolesterolemizzante di estratti di Caigua ed è stata osservata per la prima volta una significativa attività coleretica degli estratti su epatociti. Nello studio, una preparazione ottenuta con estratti di Caigua in miscela con estratti di carciofo e

fieno greco ha mostrato la capacità di migliorare la funzionalità epatica inducendo una riduzione della biosintesi di colesterolo e un contemporaneo aumento dell'eliminazione dello stesso mediante conversione in acidi biliari. In particolare, tra i tre estratti considerati nel lavoro, gli estratti di Caigua sono quelli che hanno espresso una attività ipocolesterolemizzante e un aumento della biosintesi di acidi biliari significativamente più alti.

In questo studio sono stati utilizzati, come materia prima per la preparazione degli estratti, campioni di Caigua Camuna: provenienti dai campi sperimentali del presente progetto. L'identità genetica dei campioni raccolti è stata indagata mediante tecniche di DNA barcoding, ed è stato confermato che la cultivar camuna appartiene effettivamente alla specie *Cyclanthera pedata*.

Oltre a questo studio, sono state condotte diverse indagini su adulti con valori non ottimali o elevati di colesterolo e trigliceridi, volti a verificare le proprietà note. In particolare, si è evidenziato che l'integrazione dietetica con 600 mg al giorno di estratto di Caigua, suddivisi in due somministrazioni da 300 milligrammi, ha mostrato dopo 3 mesi una diminuzione del colesterolo-LDL pari al 33%, ma contemporaneamente si è avuto un aumento del colesterolo-HDL pari al 33% (Matonti, 2016).

Le molecole che potrebbero conferire queste proprietà alla pianta sono:

- Flavonoidi
- Vitamina B1
- Cucurbitacine
- Triterpenoidi
- Steroidi

All'elenco sopracitato bisogna aggiungere delle sostanze chiamate nutraceutiche, cioè sostanze di origine naturale in grado di svolgere una funzione benefica sull'organismo. I nutraceutici sono delle sostanze derivanti da piante, agenti microbici e alimenti che possono essere integrati in una dieta sia tramite l'assunzione di cibi arricchiti con sostanze nutraceutiche, ma anche sotto forma di integratori in compresse o capsule.

Alcune sostanze nutraceutiche sono le seguenti:

- Peptine
- Acido galatturonico
- Diidrossitriptamina
- Resine e Sali minerali
- Vitamina C

I flavonoidi sono composti fenolici che sono in grado di esercitare svariate attività biologiche. Questi sono metaboliti secondari prodotti dalle piante molto diffusi nel regno vegetale e caratterizzati da attività antiossidante. Diversi studi (Firenzuoli *et al.*, 2004) ipotizzano il ruolo dei flavonoidi come agenti immunostimolanti, contro agenti infettivi e antiossidanti. L'attività antiossidante è stata determinata misurando l'attività di eliminazione dei radicali liberi, utilizzando il metodo della capacità antiossidante equivalente e l'ossidazione accoppiata di β -carotene e acido linoleico (Montoro *et al.*, 2001). Questi combattono l'eccesso di colesterolo e sono agenti immunostimolatori contro agenti infettivi.

La vitamina C svolge una funzione antiossidante.

La vitamina B1 svolge un ruolo fondamentale:

- nella sintesi lipidica nel metabolismo degli zuccheri
- nella trasmissione nervosa

Le cucurbitacine naturali costituiscono un gruppo di sostanze triterpeniche note per la loro amarezza e differenti attività biologiche; molecole molto simili alle prima citate sono le saponine anch'esse note per le varie attività biologiche che svolgono e il loro essere "amare" (De Tommasi *et al.*, 1996).

Per quanto riguarda gli steroidi, troviamo una tipologia di fitosterolo: 3- β -D-glicosidi del sitosterolo. I fitosteroli hanno un'influenza positiva nell'assorbimento di entrambi i tipi di colesterolo (endogeno ed esogeno), riducono la sua biosintesi e abbassano i trigliceridi. Questo ne evita l'accumulo in organi come fegato, pelle, intestino ed arterie, riducendo così il rischio di sviluppare diverse malattie coronariche e cardiache.

Un altro componente della Caigua (con una concentrazione molto bassa) è l'acido clorogenico (C-QA), componente molto importante perché grazie ad esso si esprime il dosaggio degli acidi caffeilchinici. È un estere che è presente in tutte le piante dal momento che rappresenta il precursore chiave nella biosintesi della lignina, uno dei principali componenti della biomassa vegetale. Il C-QA è un estere formato da acido caffeico ed acido quinico (Figura 15-16).

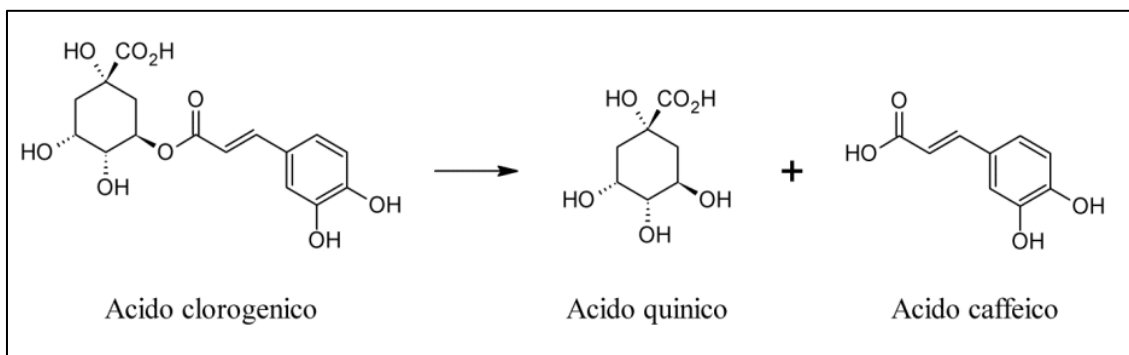


Figure 15-16: Bioconversione dell'acido clorogenico in acido caffeico ed acido quinico

Fonte: Biscotti, 2013

L'interesse nei confronti del C-QA deriva dal fatto che è in grado di proteggere dallo stress ossidativo (Mori *et al.*, 1986; Tanaka *et al.*, 1990, 1993; Tsuchiya *et al.*, 1996) e presenta caratteristiche antibatteriche e antivirali (Rice-Evans *et al.*, 1996). Il C-QA è molto diffuso in numerose matrici vegetali (Clifford, 1999). È presente nella mela, nei semi di girasole, nella buccia di melanzana e patata, e in quantità minori in mirtillo, pomodoro, albicocca, uva spina, pesca, pera, prugna, lampone, avocado e carota. Il caffè contiene elevate quantità di polifenoli, rappresenta una delle bevande più consumate, ed è la maggiore fonte di C-QA (Clifford, 2000; Clifford *et al.* 2005; Crozier *et al.*, 2012). Quest'ultimo rappresenta il 6-10 % del peso secco dei chicchi di caffè verde. (Biscotti, 2013)

In conclusione a questa introduzione, bisogna evidenziare alcune problematiche che non si sono ancora risolte: attualmente le industrie farmaceutiche italiane non sfruttano la Caigua Camuna, ma comprano esclusivamente Caigua Americana dall'estero. Questo perché sono stati svolti pochi studi agronomici e fitochimici volti ad effettuare un confronto tra le due. Una questione molto importante da far emergere è che spesso la Caigua d'importazione è coltivata usando trattamenti fitosanitari che non sono ammessi in Europa; di conseguenza la cultivar Camuna potrebbe essere un'alternativa come materia prima, ma occorrono studi agronomici e fitochimici per valutare la potenzialità nell'essere utilizzata.

Lo studio della Caigua Camuna sarebbe un punto di inizio per poter far nascere una nuova filiera, sia nel settore agro-alimentare, sia in quello erboristico-officinale, creando così un nuovo mercato. Sarebbe cosa buona verificare se le proprietà di essa risultassero migliori rispetto alla cultivar Sudamericana e in tal caso le industrie farmaceutiche potrebbero incentivare la produzione della cultivar Camuna e così facendo ridurrebbero i costi del trasporto dal Sud-America.

Inoltre, sarebbe cosa buona verificare la crescita della Caigua Americana anche nelle aree montane italiane ed effettuare approfondimenti per cercare di capire se le proprietà di essa, in condizioni differenti rispetto alla sua origine, rimangono invariate permettendo un eventuale crescita e produzione efficace.

2. SCOPO DEL LAVORO

Il presente lavoro si pone l'obiettivo, di analizzare le caratteristiche agronomiche, ecologiche e fitochimiche di una varietà di Caigua Americana coltivata in aree montane della Lombardia, confrontandola con quelle di una cultivar locale di Caigua coltivata in Valle Camonica da oltre 50 anni (varietà salvata nel tempo, grazie a un singolo agricoltore, che l'ha coltivata negli anni per tradizione familiare). Al fine di verificare se, sia la Caigua Sudamericana che la cultivar locale tradizionale (*Landrace*) della Valle Camonica, potrebbero avere le caratteristiche agronomiche e fitochimiche tali da essere impiegate sia in ambito agro-alimentare che erboristico-officinale. Lo studio della Caigua Americana verrà effettuato tramite il controllo di campi sperimentali (Fig.17) collocati in diverse aree montane: in Valle Camonica, Val Cavallina, Valtellina e Val Brembana.



Figura 17: Fotografia del campo sperimentale di *Cyclanthera pedata* presso l'azienda "La fattoria di Martina" situata a Berzo San Fermo.

3. MATERIALI E METODI

3.1 Materiale vegetale e allestimento campi sperimentali

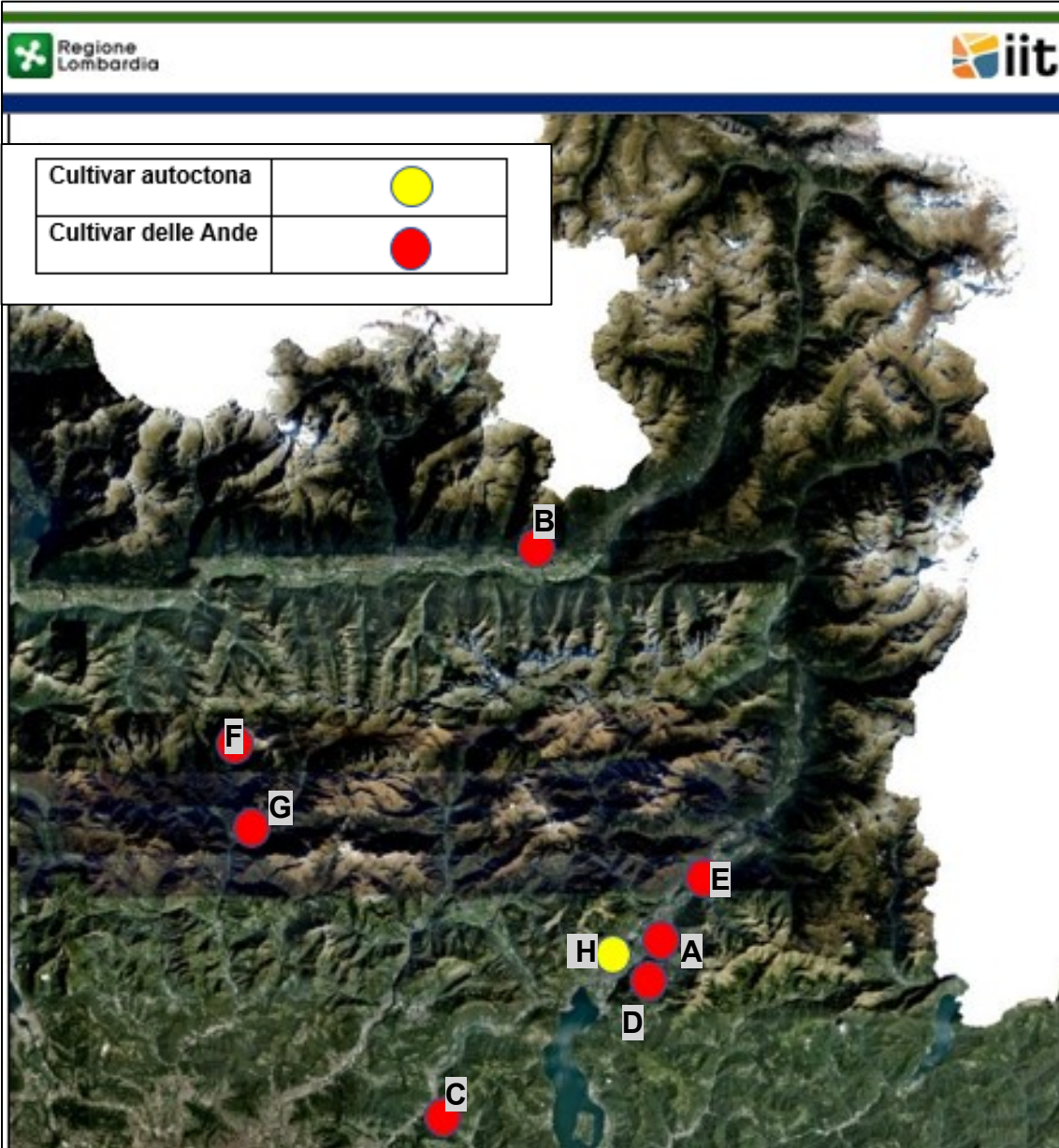
Per effettuare questo studio sono stati utilizzati due diverse tipologie di semi. Per quanto riguarda la cultivar Camuna, sono stati utilizzati dei semi recuperati da un agricoltore locale: che li ha seminati tutti in un campo di sua proprietà. Mentre per effettuare lo studio della Caigua Sudamericana, sono stati comprati dei semi commerciali d'importazione e con una parte di questi sono stati allestiti 7 campi sperimentali di diversi agricoltori (Fig. 18), situati tutti ad un'altitudine compresa tra i 238 metri e 925 metri (tutti i campi sono situati in Valli lombarde) (Tab.4-5). Mentre una parte dei semi commerciali sono stati utilizzati nelle analisi, insieme ai frutti maturi anch'essi acquistati.

Codice identificativo campo	Località Comune	Provincia	Origine cultivar	Quota m s.l.m.
A	Artogne	(BS)	Ande	380
B	Teglio	(SO)	Ande	880
C	Berzo San Fermo	(BG)	Ande	383
D	Vissona	(BS)	Ande	826
E	Plempo	(BS)	Ande	238
F	Mezzoldo	(BG)	Ande	925
G	Valnegrà	(BG)	Ande	600
H	Piancamuno	(BS)	Valle Camonica	244

Tabella 4: Elenco campi sperimentali di Caigua Camuna e Caigua Sudamericana

Codice identificativo	Latitudine (N)	Longitudine (E)	Inclinazione (°)	Esposizione (°)
A	45°51'10.962"	10°10'21.9648'	1	285
B	46°10'25.9032'	10°02'46.4928'	17	180
C	45°43'01"	9°54'25.6"	15	322
D	45°49'42.2868'	10°09'34.8848'	2	285
E	45°54'25.1316'	10°13'56.622"	9	321
F	46°01'06.8"	9°39'58.0"	14	130
G	45°56'58.3"	9°41'25.8"	4	164
H	45°50'58.3"	10°08'37.2"	0	0

Tabella 5: Latitudine, longitudine, inclinazione ed esposizione dei campi sperimentali



*Figura 18: Collocazione dei campi sperimentali di *Cyclanthera pedata* e del campo della cultivar autoctona. Le lettere indicano il codice identificativo di ciascun campo sperimentale.*

Fonte: Elaborazione propria tramite <https://www.geoportale.regione.lombardia.it/>

I campi sperimentali nel mese di aprile sono stati fresati e livellati, successivamente sono stati posizionati dei pali di legno (Fig. 19) trattati con catramina. A questi pali è stata fissata una rete di sostegno (Fig. 20) per la coltura, con altezza di 2 m e con dimensioni della maglia di 12 x 18 cm.



Figura 19: Posizionamento pali presso il campo sperimentale (C).



Figura 20: Posizionamento rete sui pali presso: La fattoria di Martina (C).

Successivamente in differenti date a seconda del campo (date visibili alla Tab. 6), sono stati messi a dimora 4-5 semi (provenienti dalle Ande) per buca (Fig. 22-23) ad una distanza di 50 cm e ad una profondità compresa tra i 2,5-4 cm. Generalmente sono state create due file, con una distanza dell'interfila di minimo 2 metri.

Nel campo della cultivar locale a Piancamuno (H), (Fig. 21) 1900 semi sono stati messi a dimora in vasi il giorno 24/04/2021 e tenuti in serra fino alla comparsa delle prime 2-3 foglioline che è avvenuta il 04/05/2021. I vasi sono rimasti in serra dal 30/04 al 16/05 e successivamente sono stati trapiantati in campo, dopo aver posizionato la rete antigrandine il giorno 08/06/2021.



Figura 21: Germogliamento piantine di Caigua nel campo H della Cultivar Camuna.

Campo	Data di semina	Numero piante
Artogne - A	20/04	15
Teglio - B	24/04	20
Berzo San Fermo - C	01/05	33
Vissona - D	24/04	16
Plempo - E	17/05	16
Mezzoldo - F	08/05	15
Valnegra - G	13/05	15
Piancamuno - H	24/04	1900

Tabella 6: Data di semina riferita a ciascun campo e numero di piante.



Figura 22: Semina nel campo di Berzo San Fermo (C).



Figura 23: Messa a dimora dei semi nel campo (C).

3.2 Raccolta dati agronomici

Dopo una ventina di giorni dal germogliamento (Fig. 24) è stato effettuato il diradamento, sono state estirpate le piantine più piccole ed è stata lasciata la piantina migliore: quella più vigorosa e forte. In tutti i campi sono stati effettuati monitoraggi mensili, misurando l'altezza della pianta (Fig. 25) tramite un metro per osservare l'andamento della crescita e per osservare eventuali anomalie.



Figura 24: Le piante prima di aver effettuato il diradamento presso il campo (C).



Figura 25: Misurazione mensile della pianta presso il campo di Artogne (A).

La raccolta dei frutti è stata effettuata manualmente e si è tenuta in diversi periodi a seconda del campo: in generale è stata effettuata dal 26 agosto, sino al 21 settembre. Nel campo della cultivar camuna (H), sono state effettuate due raccolte: il primo raccolto è iniziato il 04/08/21 e terminato il 29/10/21; il secondo raccolto è iniziato il 08/11/21 e terminato il 20/11/21.

3.3 Analisi del suolo

Il terreno di tutti i campi sperimentali è stato sottoposto ad analisi del terreno, con il fine di capire quale sia il miglior terreno per la coltivazione di *Cyclanthera pedata*.

3.3.1 Prelievo campione di terreno

Il prelievo di terreno è stato effettuato eliminando il primo strato superficiale, contenente erba e prelevando i 15-20 cm al di sotto di esso. Per ogni campo, è stato prelevato circa 1 kg di suolo, preso in 6-7 punti differenti dell'appezzamento.

3.3.2 Preparazione del campione per sottoporlo all'analisi

Dopo aver prelevato il campione, esso è stato fatto essiccare all'aria per circa 48 ore. È stato pesato e successivamente setacciato attraverso una maglia con dimensione di 2 mm, con lo scopo di separare lo scheletro dalla terra fine. Lo scheletro avendo un diametro maggiore di 2 mm, viene trattenuto dalla maglia e così avviene la separazione.

3.3.3 Determinazione della tessitura apparente della terra fine

Per determinare la ripartizione in classi granulometriche delle particelle presenti in un suolo, senza effettuare la rimozione di cementi organici o minerali responsabili della cementazione di particelle elementari, è indispensabile determinare la tessitura apparente della terra fine. Il metodo si basa sulla dispersione chimico-fisica delle particelle componenti il suolo e sulla loro separazione per sedimentazione. La dispersione avviene aggiungendo al campione di terra una soluzione di sodio esametafosfato. La separazione si basa invece esclusivamente sulla differenza di velocità caduta delle particelle nel fluido in cui sono immerse; secondo la legge di Stokes le particelle con dimensione maggiore cadono più rapidamente di particelle di dimensione minore. Dunque, ponendo una dispersione di suolo in un cilindro di sedimentazione, grazie alla

legge di Stokes è possibile calcolare i tempi e le profondità per il prelievo dei campioni. L'evaporazione dell'acqua avviene tramite evaporazione e consente di determinare il peso delle particelle e così determinare la consistenza rispetto alla quantità di terreno disperso (Tecnica USDA, 2005).

L'apparecchiatura utilizzata per effettuare questa determinazione possiamo osservarla nell'elenco puntato seguente:

- Terra fine dei vari campioni (fig. 26)
- Capsula Petri con capacità di 20 ml (fig. 27)
- Setaccio da 2 mm
- Levigatori (volume di 500 ml) (fig.28)
- Stufa (fig. 29)
- Magnete
- Bilancia di precisione



Figura 26: Terra fine dei diversi campioni di terreno.

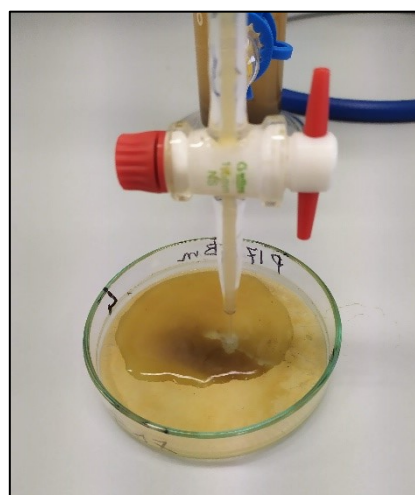


Figura 27: Capsula Petri con frazione sabbiosa.



Figura 28: Quattro levigatori che lavorano in doppia.



Figura 29: Stufa con all'interno le Capsule Petri.

3.3.4 Determinazione Carbonio organico e Sostanza organica

Il carbonio organico totale è stato determinato grazie al metodo “*Walkley e Black*”, questo metodo è applicabile a tutti i tipi di suolo: la quantità di campione da sottoporre all’analisi va scelta in base al contenuto di sostanza organica ipotizzato che ci sia nel terreno. Una volta effettuato il procedimento (Fig. 30-31), si calcola la sostanza organica: trasformando il carbonio organico moltiplicandolo per il coefficiente di Van Bemmelen.



Figura 30: Aggiunta di acido solforico alla soluzione di potassio bicromato.



Figura 31: Titolazione con soluzione di solfato ferroso

3.3.5 Determinazione del pH

La determinazione del pH dei terreni è stata effettuata grazie al pH-metro, in acqua (Fig. 32). Lo strumento è stato tarato a due punti usando soluzioni tampone a pH 4.01 a 25°C e 6.86 a 25°C (Fig. 33), per effettuare l'analisi sono stati prelevati 10 g di suolo a cui sono stati aggiunti 25 ml di acqua distillata fatta bollire per eliminare l'anidride carbonica (rispettando sempre il rapporto 1:2,5). L'agitazione è avvenuta tramite una bacchetta di vetro e successivamente è stato aggiunto il sistema elettrodico: per ottenere un valore di pH valido bisogna aspettare circa 30 secondi e vedere se il numero dopo la virgola resta stabile.

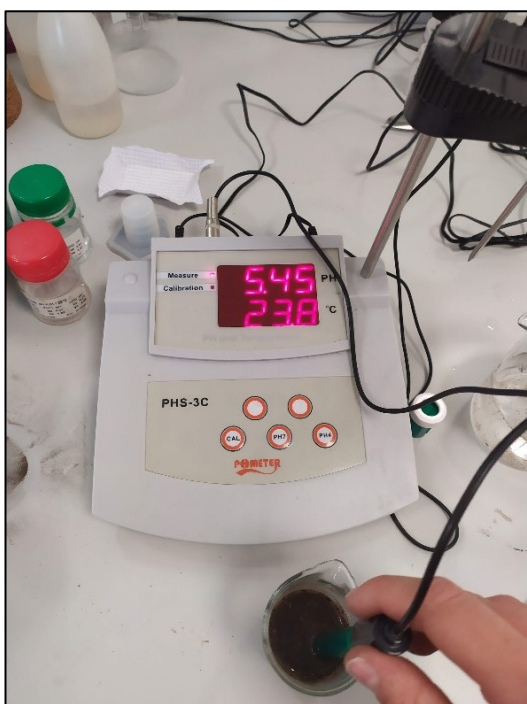


Figura 32: pH-metro da tavolo che rileva il pH di un determinato terreno.

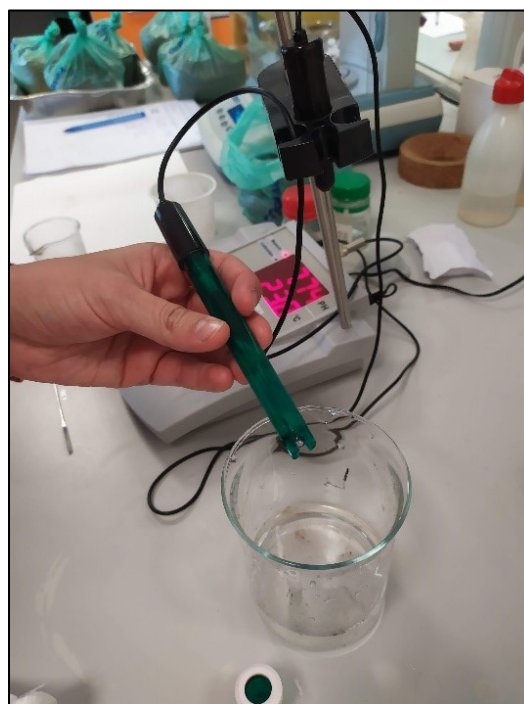


Figura 33: Elettrodo del pH-metro che viene tarato con acqua distillata

3.3.6 Analisi Kjeldahl

Per determinare il contenuto di azoto totale nei campioni di suolo sono state effettuate le analisi Kjeldahl (Fig. 34-35), queste analisi prevedono la mineralizzazione della sostanza organica con acido solforico e pastiglie catalizzatrici. Per effettuare questa analisi sono stati inseriti in una provetta 50 ml di acqua distillata, 1 g di terreno e 2 catalizzatori (Fig. 36). L'azoto organico viene trasformato in ammoniaca, la quale dopo la distillazione viene titolata con acido cloridrico (Fig. 37-38). In base a quanti ml di HCl 0,1 N si utilizzeranno nella titolazione poi si calcoleranno i g N/kg.

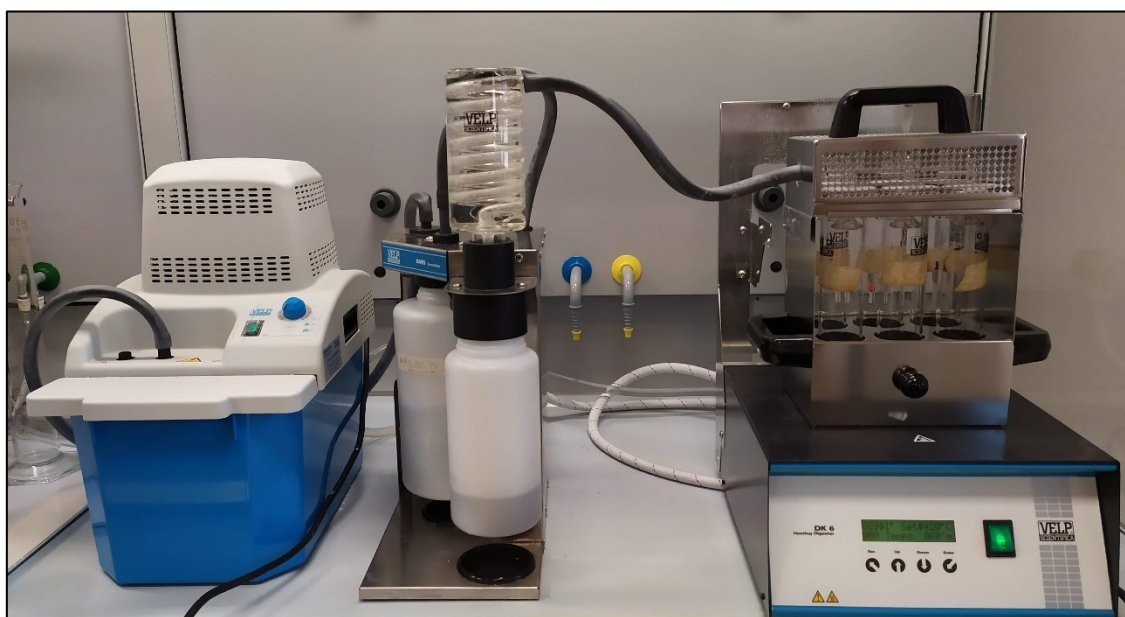


Figura 34: Digestore Kjeldahl e sistema di rimozione dei fumi.



Figura 35: Distillatore Kjeldahl UDK 129.

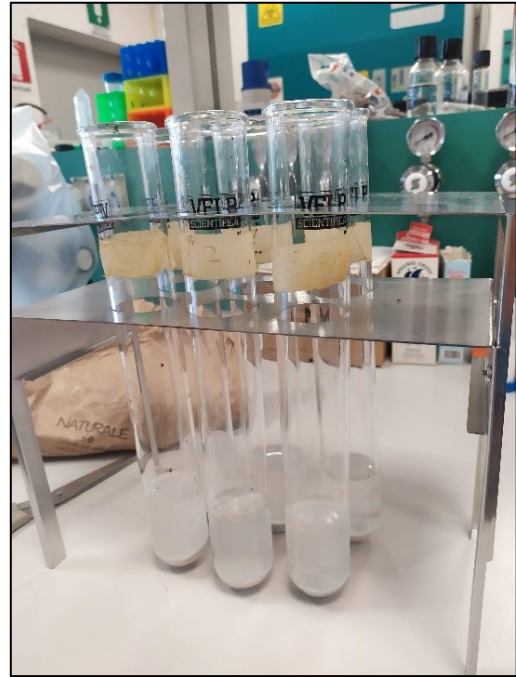


Figura 36: Provette contenenti acqua distillata, terreno e catalizzatore.

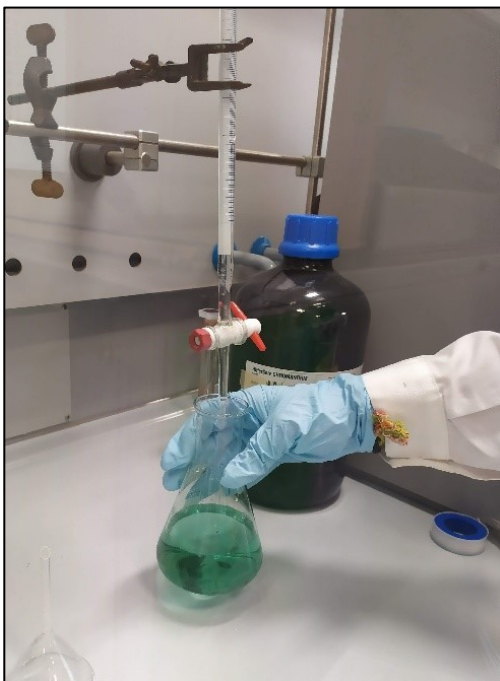


Figura 37: Titolazione con acido cloridrico.



Figura 38: Titolazione con acido cloridrico.

3.4 Valutazione della strategia funzionale CSR

Nel corso degli anni, numerosi biologi e botanici hanno cercato di trovare delle classificazioni funzionali per le specie vegetali esistenti (Bosio, 2017). Nel 1974, per mano di un ecologista inglese, il professor John Philip Grime nasce la classificazione CSR: *Competitor, Stress tolerator, Ruderals* (Grime, 1974). Che ha come obiettivo quello di individuare la strategia ecologico-funzionale di ogni pianta.

Secondo Grime esistono tre principali strategie vegetali, selezionate in risposta a diversi fattori ambientali: competizione, stress e disturbo. Le piante in base alla strategia CSR possono essere ripartite in: competitive (C), tolleranti allo stress (S) e ruderali (R).

Questo modello si basa sul principio dell'allocazione delle risorse destinate allo sviluppo (caratterizzate dal tasso di crescita, dai pattern di allocazione della biomassa prodotta, parti dell'organismo, la durata dello sviluppo e della sopravvivenza), al mantenimento delle funzioni somatiche (nutrizione, respirazione, regolazione, difesa, relazione) e riproduttive (allocazione delle risorse alla riproduzione caratterizzata dalla fecondazione e fertilità) e che riflette l'esistenza di compromessi evolutivi tra diversi tratti biologici.

La competizione è definita da Grime come "la tendenza delle piante vicine a usare lo stesso quanto di luce, lo stesso nutriente minerale ionico, la stessa molecola d'acqua o lo stesso volume di spazio". Definisce lo stress come "i vincoli esterni che limitano il tasso di produzione di sostanza secca di una parte della vegetazione o dell'intera vegetazione" (esempio: mancanza di risorse). Per disturbo si intendono "i meccanismi che limitano la biomassa vegetale provocandone la distruzione". Il metodo CSR può essere utilizzato per caratterizzare sia piante selvatiche, ma anche piante di interesse agrario (Giupponi *et al.* 2019).

Per ogni campo sono state raccolte circa 10 foglie, di diversa dimensione, prese da diversi parti del filare e da diversi individui. Le foglie, appena prelevate sono state posizionate in scottex bagnati (Fig. 39) e avvolte successivamente da

alluminio, successivamente sono state messe in frigorifero per tutta la notte. La mattina seguente, è stato possibile effettuare una scannerizzazione delle foglie, mettendoci a fianco la carta millimetrata (Fig. 40) (valore espresso in mm quadri utilizzato per la misura del LA) e il livello di Leaf Fresh Wright (LFW) dei campioni saturi di acqua.



Figura 39: Foglia di Cyclanthera pedata appena raccolta e posizionata in uno scottex bagnato.

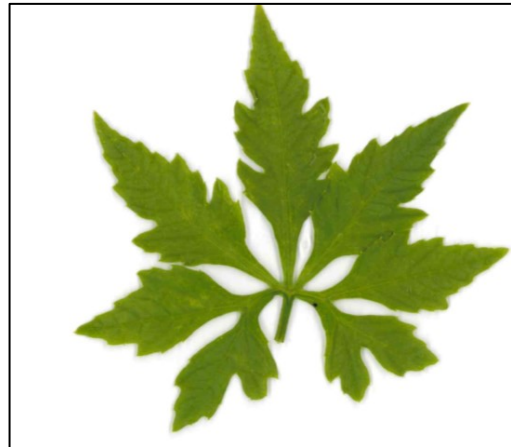


Figura 40: Scannerizzazione di foglia di Cyclanthera pedata, per la misurazione dell'area fogliare.

Per la misurazione dell'area di ciascuna foglia è stato utilizzato il software ImageJ. Per la misurazione del LFW, i campioni saturi di acqua sono stati pesati su una bilancia di precisione, successivamente sono stati collocati all'interno di una stufa (Fig. 41) per circa 24 ore a una temperatura di 105 gradi. Il giorno seguente, sono state ripesate le foglie per effettuare il calcolo dell'LDW (Leaf dry weight), sempre sulla bilancia di precisione e i dati ottenuti sono stati inseriti del foglio di calcolo "StrateFy" (Pierce et al., 2017). Inserendo i dati è stato possibile ottenere la strategia riferita a ogni foglia.



Figura 41: Foglie di Caigua in stufa.

3.5 Analisi fitochimiche

Le analisi fitochimiche sono state effettuate, al fine di valutare il contenuto di acidi caffeilchinici totali, nei frutti, foglie, semi e nei germogli. Il contenuto percentuale di acidi caffeilchinici totali espressi come acido clorogenico viene utilizzato come parametro dall'industria erboristica per valutare la qualità dei lotti di droga essiccata. In questa analisi è stato effettuato un confronto tra la cultivar Camuna e quella delle Ande utilizzando un parametro che fosse significativo per esprimere la qualità in ambito erboristico. Nell'analisi sono state incluse anche le parti aeree della pianta (foglie e germogli) e i semi per valutare la loro potenzialità come materia prima da usare in campo erboristico. Sono state inoltre considerati anche frutti a diverso stadio di maturazione per effettuare una valutazione preliminare del tempo balsamico. Per tempo balsamico si intende il periodo del ciclo vitale in cui una certa pianta medicinale presenta il contenuto ottimale di principi attivi, esso è il momento ottimale per la raccolta.

3.5.1 Campionamento materiale per le analisi

Per effettuare le varie analisi, frutti maturi e acerbi, foglie e germogli sono stati raccolti lungo diversi punti dei campi, poi sono stati mescolati per randomizzare.

Le foglie e i germogli sono stati essiccati in stufa ventilata per 36 ore a 70 °C. Il grado di maturazione è stato valutato guardando l'interno: sono stati considerati maturi i frutti in cui si aveva la completa formazione e il completo distacco dei semi dalla polpa del frutto. I frutti maturi sono stati tagliati in quarti e privati dei semi. Il frutto è stato essiccato per 48 ore a 70 °C in stufa ventilata, i semi puliti sono stati essiccati all'aria. Il frutto acerbo è stato tagliato in quarti ed essiccato senza rimuovere i semi. Sempre 48 ore a 70 °C.

Dopo essiccamento le diverse parti sono state conservate in vaso di vetro chiuso al buio a temperatura ambiente. Prima dell'analisi un campione è stato polverizzato in mulino da laboratorio (MM400, mulino vibrazionale 30 Hz; 1 minuto)

3.5.2 Quantificazione acidi caffeilchinici totali

Per effettuare la quantificazione di acidi caffeilchinici totali sono stati eseguiti differenti passaggi in laboratorio: è stato utilizzato il metodo spettrofotometrico. Questo metodo consente la determinazione degli acidi caffeilchinici in droga di caigua: sono stati estratti 2,5 g di droga polverizzata, per 15 minuti con 40 ml di etanolo al 75% v/v a ricadere su bagnomaria scaldando a 70° C. È stata lasciata raffreddare e decantare la soluzione (Fig. 42), che verrà raccolta da parte (Fig. 43). È stata ripetuta l'operazione sulla droga per tre volte, utilizzando sempre 8-10 ml di etanolo a 75% riunendo le soluzioni idroalcoliche.



Figura 42: Decantazione della soluzione, separazione tra liquido e massa vegetale.

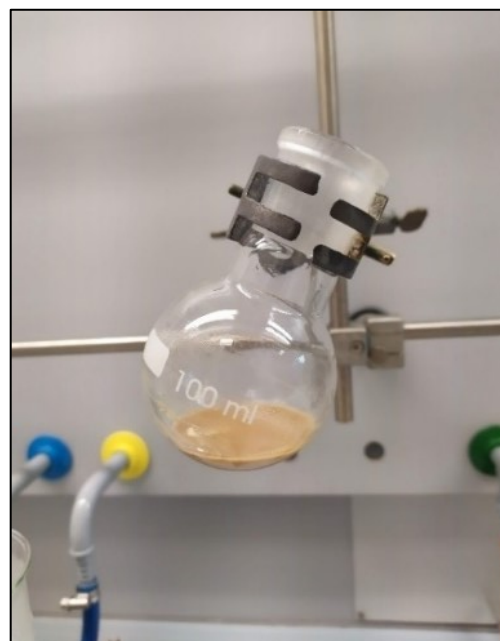


Figura 43: Rimozione della parte liquida, in figura si nota solo il residuo.

Gli estratti idroalcolici sono stati concentrati sottovuoto usando un evaporatore rotante (Fig. 44) Su bagno-maria a 50°C. Il residuo ottenuto è stato solubilizzato in acqua, cercando di rimuovere eventuali residui rimasti attaccati alla parete, portando ad un volume finale di 20 ml. In seguito, si è portata la soluzione ottenuta a ebollizione ed è stato aggiunto 1 ml di soluzione satura di piombo acetato. Il tutto è stato fatto raffreddare, centrifugato ed eliminato il surnatante limpido. Successivamente, il precipitato è stato disciolto il precipitato con 35 ml

di acido acetico 2 M ed è stata scaldata all'ebollizione, in seguito quando la miscela era ancora calda è stata filtrata (Fig. 45), è stato aggiunto 1 ml di una soluzione di acido solforico diluito 1:5 in volume con acqua, centrifugato nuovamente e trasferita la soluzione in un matraccio da 50 ml.

Il precipitato è stato lavato con 2,5 ml di acido 2 M, centrifugato nuovamente e portato a volume a 50 mL con lo stesso solvente. Infine, 1 mL 1,0 ml a 25,0 ml con metanolo.



Figura 44: Rotovapor



Figura 45: Filtrazione con cotone.

3.5.3 Analisi spettrofotometrica

Eseguiti i passaggi elencati sopra, è stata determinata l'assorbanza della soluzione a 325 nm, usando come bianco una soluzione ottenuta diluendo 1,0 ml di acido acetico 2 M a 25,0 ml con metanolo. Per effettuare l'analisi spettrofotometrica, la soluzione è stata inserita in una cuvetta di quarzo da 1 cm (Fig. 46) e poi successivamente nello spettrofotometro (Fig. 47).



Figura 46: Cuvetta per l'analisi spettrofotometrica.

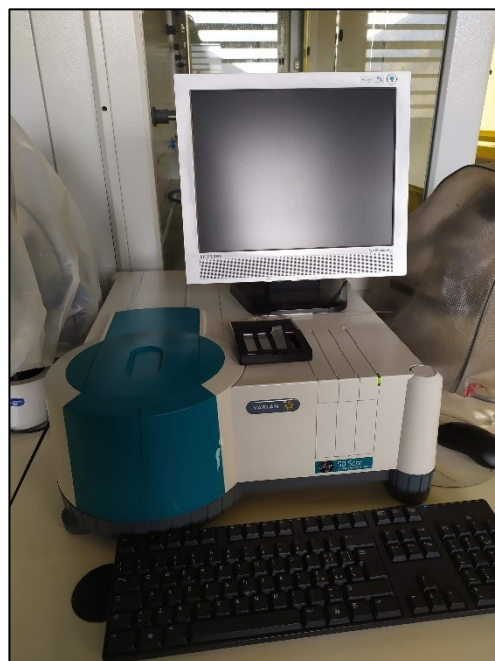


Figura 47: Spettrofotometro

Dopo aver ottenuto i risultati dall'analisi spettrofotometrica, per ottenere il contenuto percentuale di acidi caffeilchinici, espressi come acido clorogenico sono stati eseguiti dei calcoli utilizzando la seguente formula:

$$\frac{A \times 2500}{485 \times P}$$

Dove:

485 → assorbanza specifica dell'acido clorogenico

A → assorbanza della soluzione in esame

P → massa della droga pesata in grammi

4. RISULTATI

Nel seguente capitolo sono riportati i risultati ottenuti dall'analisi del terreno, dall'analisi della crescita e sviluppo, dalla valutazione della strategia funzionale CSR e dalle analisi fitochimiche.

4.1 Analisi del terreno

Per quanto riguarda le analisi del terreno si può osservare la Fig. 48, in essa sono espresse le percentuali di sabbia, *mud* (limo + argilla) e argilla presente in ogni campo dove è stata coltivata la cultivar camuna. Possiamo osservare che la % di sabbia è compresa tra 77% e 96%. Il campo con minor percentuale di sabbia è quello con il codice identificativo C, mentre quello con la percentuale più alta è il campo D.

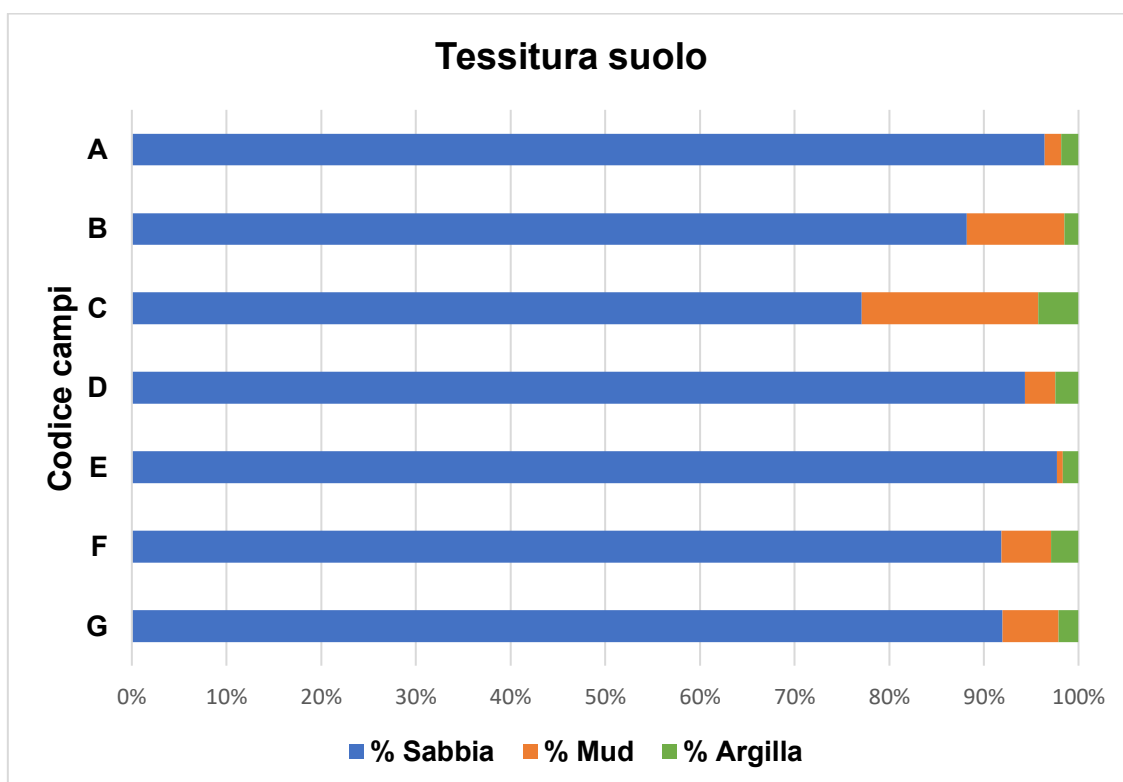


Figura 48: % di sabbia, mud e argilla nei campi della cultivar camuna.

Osservando la Fig. 49, si può osservare la % di scheletro in ogni terreno. Per ottenere questa percentuale è stato effettuato un setacciamento, dove le particelle più grosse di 2 mm, sono state “bloccate” da una maglia. Il campo con percentuale più elevata di scheletro è il campo F (Mezzoldo), mentre quello con un valore più basso è quello di Plemo (E).

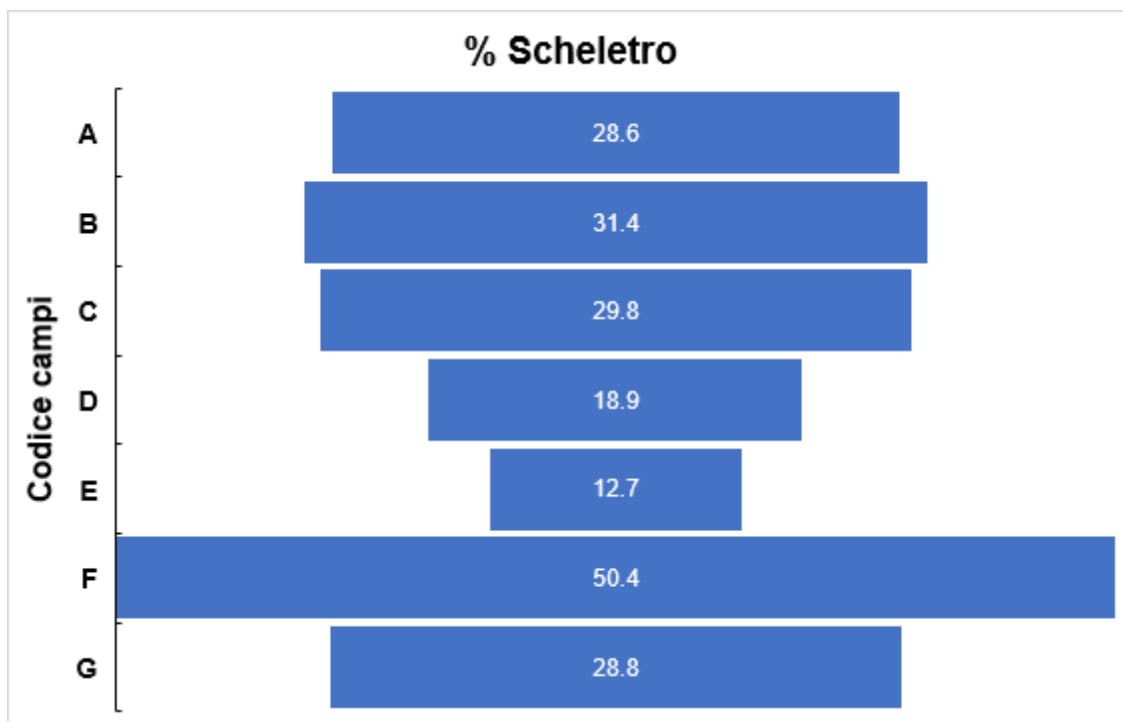


Figura 49: % scheletro nei campi sperimentali

Per quanto riguarda la percentuale di sostanza organica, si deve fare riferimento alla Fig. 50. Si può osservare che il campo A è quello con maggior SO e quello con una percentuale minore è il B. Il campo A possiede una % elevata di SO, perché è un terreno molto ricco di residui vegetali: per residui si intendono quelle sostanze che arrivano al terreno come foglie, parti legnose, essudati radicali, deiezioni animali, che pur essendo già in fase di degradazione mantengono la loro struttura fisica originaria (Giandon *et al.* 2007).

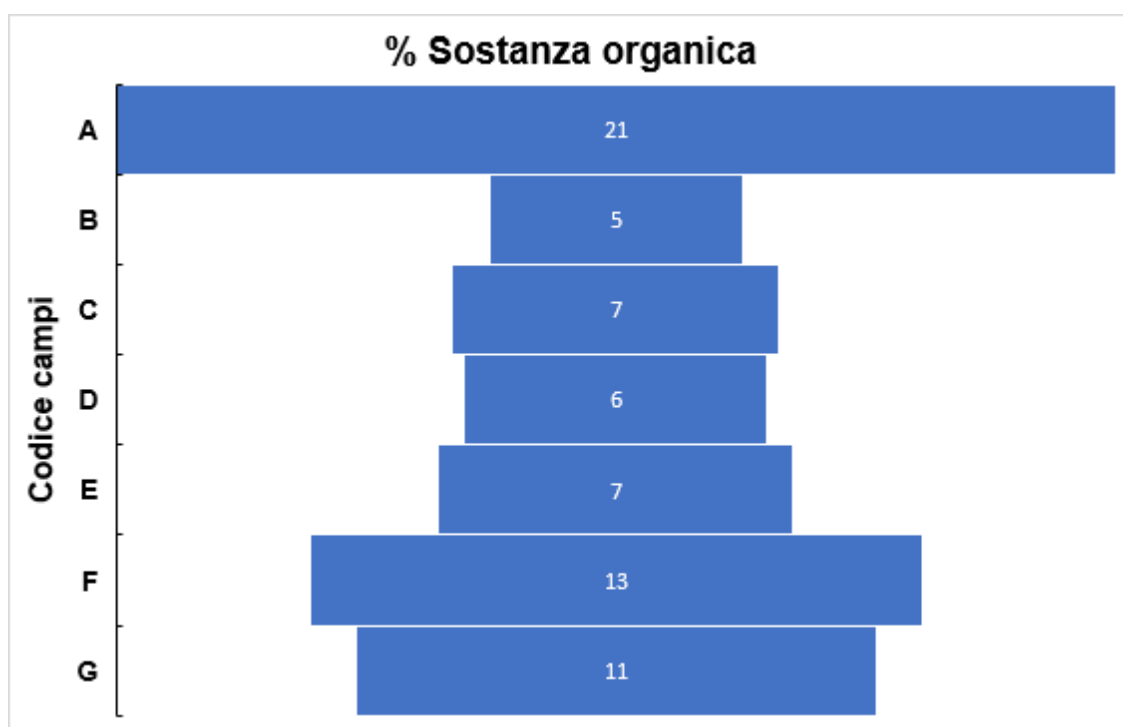


Figura 50: % SO nei campi di caigua camuna

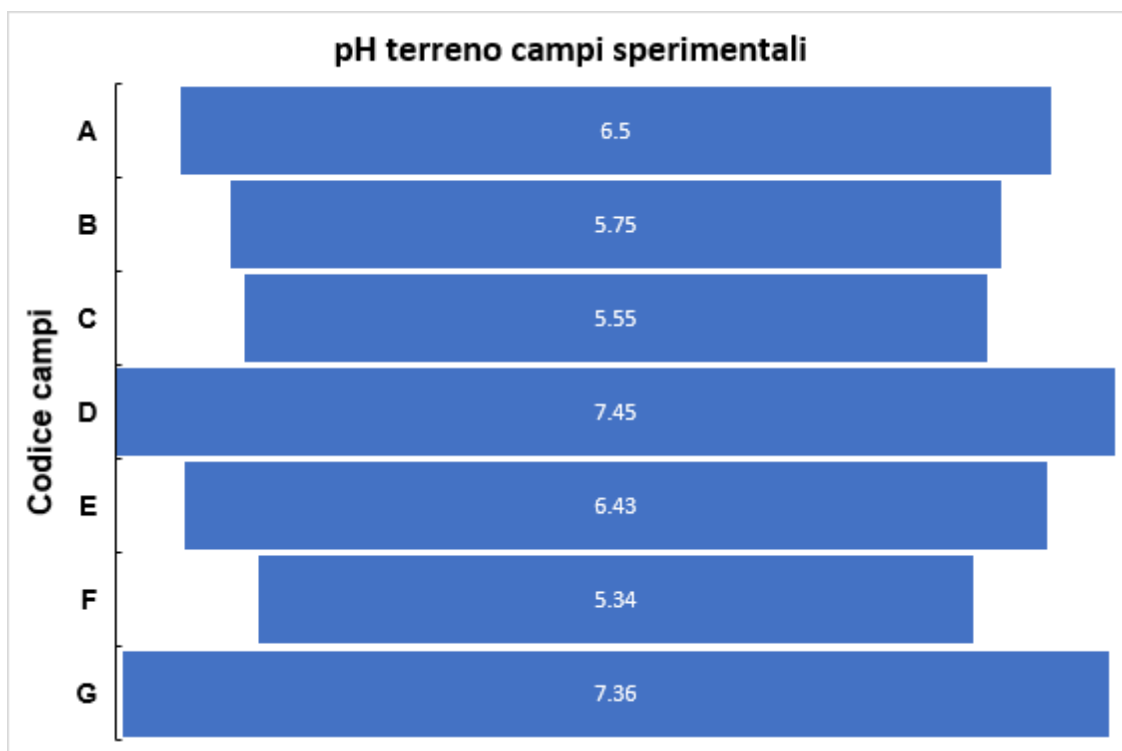


Figura 51: pH terreno campi sperimentali

I risultati ottenuti dalla misurazione del pH sono osservabili alla Fig. 51. Si osservano valori abbastanza differenti: abbiamo campi che possiedono un pH molto acido (campo F), mentre altri hanno un pH più elevato: tendente al sub alcalino (campi D-G). La Caigua, come detto in precedenza predilige terreni con un pH compreso tra 6 e 7.

È stato possibile, inoltre, misurare la quantità di azoto totale nel terreno (espresso in g/kg). Facendo riferimento alla classificazione del suolo in base al contenuto di azoto totale (g/kg), secondo lo schema interpretativo ARPAV. (Giandon *et al.* 2007).

Giudizio	Azoto totale (g/kg)
Molto povero	<0,5
Scarsamente dotato	0,5-0,7
Mediamente dotato	0,8-1,2
Ben dotato	1,3-2,4
Ricco	2,5-5,0
Molto ricco	>5,0

Tabella 7: Classificazione del suolo in base al contenuto di azoto totale (g/kg).

Fonte: Giandon *et al.*

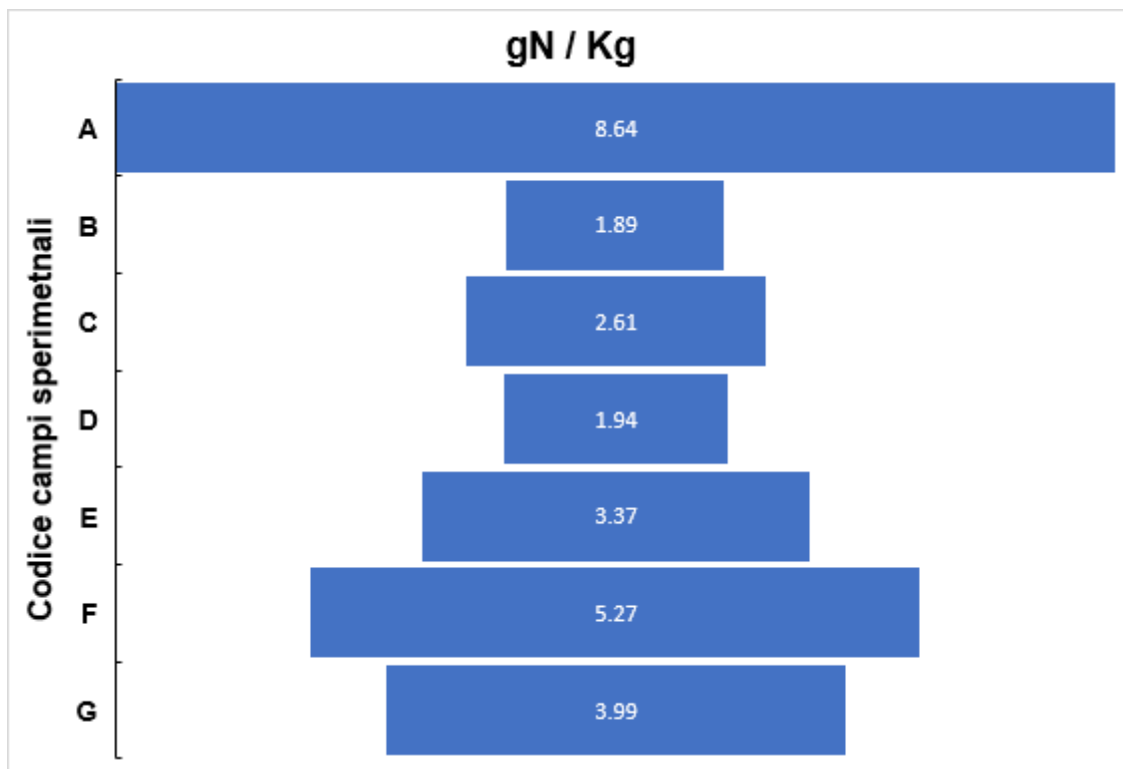


Figura 52: g N / Kg

Osservando la Tab. 7 e la Fig. 52, si può giungere alla conclusione che il campo A e il campo F, sono terreni molto ricchi di azoto totale. Dato che ci aspettavamo, perché il coltivatore del campo A, ci aveva avvertito del fatto che durante il periodo invernale, il terreno sarebbe stato adibito al razzolamento di galline. Gli altri campi, potremmo inserirli nella categoria "ben dotati/ricchi" di azoto.

4.2 Analisi della crescita e sviluppo

Analizzando le Tab. 8-9, si possono osservare le date riferite alla semina e alla germinazione delle cultivar nei differenti campi. Per quanto riguarda la cultivar Sudamericana è possibile osservare che la germinazione è avvenuta mediamente dopo 14 giorni dalla semina. Nel campo B si è riscontrato l'intervallo minore di tempo semina-germinazione di soli 7 giorni (il minor intervallo dovuto anche dal fatto che la semina è avvenuta in serra e successivamente, le piantine sono state trapiantate in terra piena), l'intervallo massimo invece si è riscontrato nel campo D con 20 giorni.

Campo Cultivar Sudamericana	Data di semina (* Semina in serra	Data germinazione	di Giorni semina- germinazione
A	20/04	04/05	15
B	24/04 (*)	30/04	7
C	01/05	10/05	10
D	24/04	13/05	20
E	17/05	27/05	11
F	08/05	26/05	19
G	13/05	28/05	16
Media (gg)			14

Tabella 8: Data di semina e germinazione riferita a ciascun campo.

Campo Cultivar Camuna	Data di semina (* Semina in serra	Data germinazione	di Giorni semina- germinazione
H	24/04 (*)	04/05	11
Media (gg)			11

Tabella 9: Data di semina e germinazione riferita al campo di Caigua Camuna.

Per quanto riguarda la cultivar Camuna, la semina è avvenuta in serra: si è riscontrato un intervallo di tempo tra la semina e la germinazione di 11 giorni, 3 giorni in meno rispetto alla media della cultivar Sudamericana.

Nella Tab. 10 è possibile osservare la data di germinazione, quella della fioritura, la maturazione, il numero di giorni tra la germinazione e la fioritura e il numero di giorni tra fioritura e maturazione. Il numero di giorni che passano dalla germinazione alla fioritura sono in media 59, si può osservare un intervallo maggiore nel campo C e un numero inferiore di giorni nel campo E. Mentre se si osserva la colonna dei giorni che passano tra la fioritura e la maturazione, si osserva in primis che alcuni campi non hanno una data di maturazione: questo perché i frutti non hanno proseguito il proprio ciclo e non sono riusciti ad ingrandirsi e a maturare. Se si osservano i giorni, abbiamo un intervallo di giorni molto basso nel campo B e il più alto nel campo F. In media i giorni che passano tra la data di fioritura e maturazione del frutto sono 59.

Campo cultivar Sudamericana	Data di germinazione	Data fioritura	Data di maturazione	Giorni germinazione - fioritura	Giorni fioritura - maturazione
A	04/05	30/06	/	57	/
B	30/04	07/07	26/08	68	50
C	10/05	10/08	/	92	/
D	13/05	10/07	13/09	58	65
E	27/05	09/07	/	43	/
F	26/05	15/07	21/09	50	68
G	28/05	14/07	06/09	47	54
Media (gg)				59	59

Tabella 10: Data di germinazione, fioritura, maturazione e intervallo di giorni della cultivar Sudamericana.

Analizzando la correlazione tra quota e i giorni che passano dalla fioritura alla maturazione, si deduce che con l'aumento di quota i giorni tra la fioritura e la maturazione tendono ad aumentare, dato osservabile grazie alla linea di tendenza visibile alla Fig. 53.

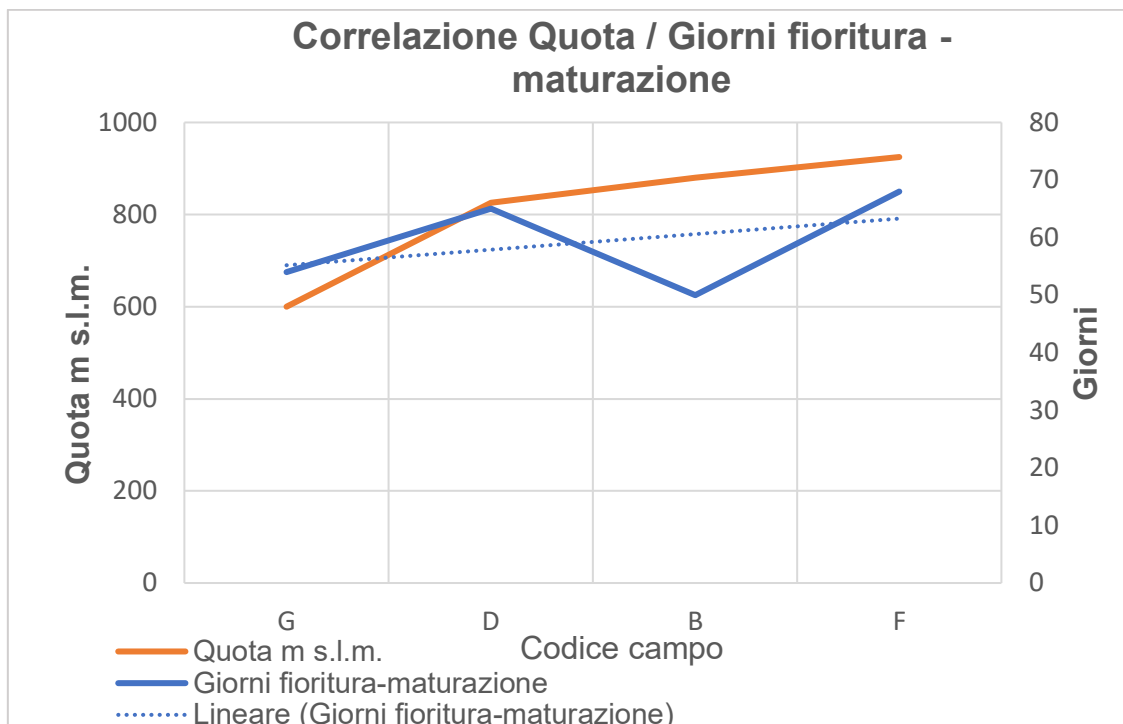


Figura 53: Correlazione quota e giorni che trascorrono tra la fioritura e la maturazione (cultivar Sudamericana)

Campo cultivar Camuna	Data germinazione di	Data della 1° fioritura	Giorni germinazione- fioritura
H	24/05	14/06	21

Tabella 11: Data di germinazione, fioritura e intervallo di giorni della cultivar Camuna.

Nella Tab. 11, si osserva che l'intervallo di tempo tra la germinazione e la fioritura della cultivar Camuna è di 21 giorni, è un dato nettamente inferiore rispetto alla media dei giorni che ci ha impiegato la cultivar Sudamericana a fiorire. Per quanto riguarda la maturazione della cultivar Sudamericana, non è stato possibile stabilire un solo giorno preciso, perché la maturazione è avvenuta per vari mesi (dato dal numero elevato di piante). Per questo motivo, sono state effettuate 2 raccolte: la prima dal 04/08 al 29/10, mentre la seconda dal 08/11 al 19/11. Questi dati sono visibili in Tab. 12-13

Data 1° Raccolto	Numero di frutti	Peso frutti (g)
04/08	133	1188
05/08	144	1450
14/08	10	100
16/08	38	284
17/08	59	480
19/08	62	466
20/08	333	3031
24/08	61	516
25/08	294	2564
26/08	308	2850
31/08	762	8186
02/09	628	6933
05/09	248	2088
06/09	1040	10800
07/09	1087	12132
08/09	1000	12050
09/09	750	8719
11/09	3620	36297
13/09	2872	27319
14/09	2093	21531
15/09	788	8027
17/09	2227	20497
18/09	3775	37514
20/09	1743	29553
23/09	1240	10338
24/09	1230	13197
25/09	1592	15928
28/09	1400	12860
14/10	80	882
15/10	283	2464
19/10	80	680
21/10	162	1735
29/10	105	830
Totale	30247	313489

Tabella 12: 1° Raccolta, numero frutti e peso cultivar Camuna

Data 2° Raccolto	Numero di frutti	Peso frutti (g)
08/11	2561	23917
09/11	1685	16251
10/11	606	5596
11/11	1400	11654
13/11	516	4266
14/11	383	2913
16/11	596	4500
18/11	1455	10587
19/11	790	4182
Totale	9992	83866

Tabella 13: 2° Raccolta, numero di frutti e peso cultivar Camuna

Nella seconda raccolta, la maggior parte dei frutti sono stati raccolti prima che fossero arrivati al giusto grado di maturazione. Per questo motivo il peso mediamente è maggiore rispetto a quelli del primo raccolto (Fig. 54).

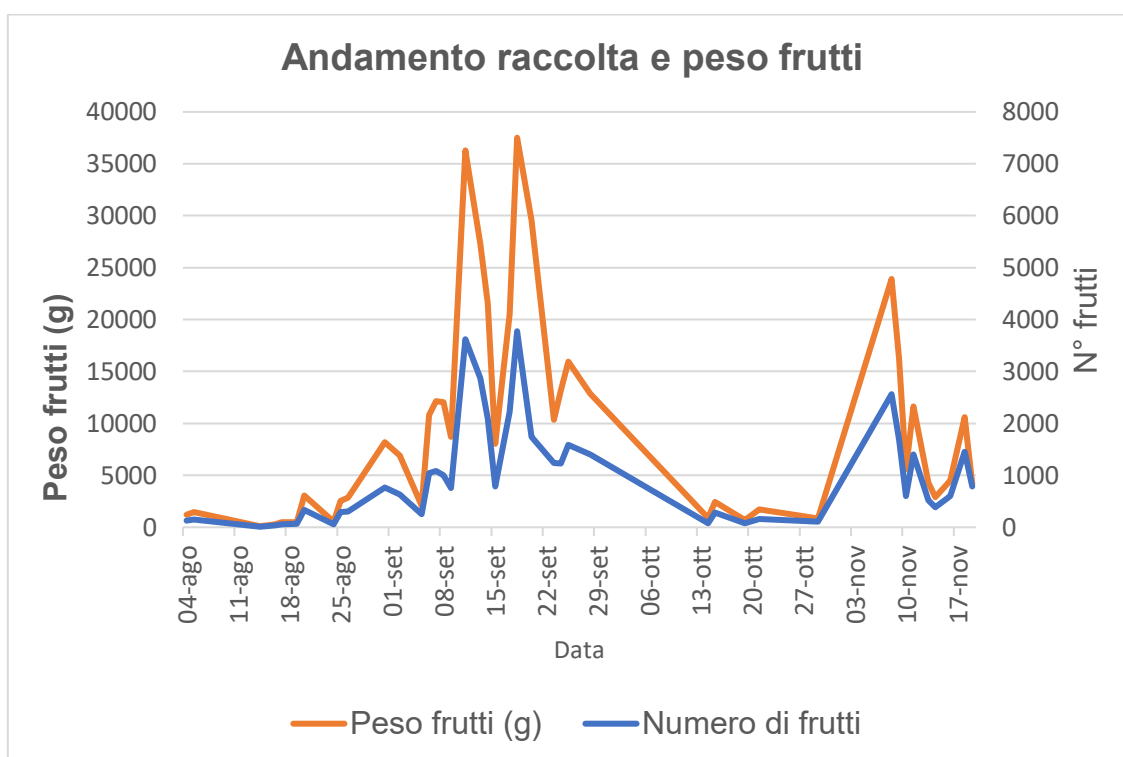


Figura 54: Andamento raccolta e peso frutti campo H

Se si sommano le due raccolte, i frutti totali sono: 40239 per 1900 piante (Fig. 55). Mentre il peso: 397,355 kg.



Figura 55: Frutti della cultivar Camuna (Campo H)

Per quanto riguarda la cultivar Sudamericana, solamente 4 campi su 7 hanno prodotto frutti (Fig.56-57). Bisogna tener conto che le piante dei campi sperimentali erano tra le 15 e le 20, rispetto alle 1900 del campo della cultivar Camuna.

Campo Cultivar Sudamericana	Raccolta	Numero frutti	Peso frutti (g)	Numero piante
A	/	/	/	/
B	26/08	3	194	20
C	/	/	/	/
D	13/09	79	7712	16
E	/	/	/	/
F	21/09	14	(*)	15
G	06/09	59	7150	15
Totale		155	15056	66

Tabella 14: Raccolta, numero frutti e peso cultivar Sudamericana

(*) dato non disponibile

Analizzando la Tab. 14, si può osservare che la produzione totale di 3 campi è stata di circa 15,1 kg (Il peso di un campo non è stato reperito). Se si effettua un rapporto tra $\frac{N^{\circ} \text{frutti totali}}{N^{\circ} \text{piante produttive}}$ (Tab. 15) si può effettuare un paragone tra le due cultivar:

Cultivar	N° Frutti totali	N° piante produttive	$\frac{N^{\circ} \text{frutti totali}}{N^{\circ} \text{piante produttive}}$
Cultivar Camuna	40239	1900	21,18
Cultivar Sudamericana	155	66	2,35

Tabella 15: Rapporto $\frac{N^{\circ} \text{frutti totali}}{N^{\circ} \text{piante produttive}}$ (numero di frutti medi per pianta) tra le due cultivar

Dalla tabella 15, si possono osservare i frutti medi per pianta. Nella cultivar Camuna, mediamente, abbiamo 21,18 frutti; nella cultivar Sudamericana solamente 2,35. Questo ci indica una produzione nettamente superiore della cultivar Camuna, coltivata nel campo H, rispetto che alla cultivar Sudamericana coltivata nei 7 campi sperimentali.



Figura 56: Raccolta del giorno 11/11 della cv Sudamericana nel campo F



Figura 47: Raccolta cv Sudamericana

4.2.1 Confronto morfologico cultivar Camuna con cultivar delle Ande

Avendo avuto a disposizione i 7 campi di Caigua Sudamericana e il campo H, è stato possibile effettuare un confronto tra la Caigua Camuna e quella Sudamericana. Si è giunti alla conclusione che ci sono differenze morfologiche visibili principalmente nei frutti.

4.2.1.1 Frutti camuna

I frutti della cultivar camuna (Fig.re 58-59), hanno una dimensione di 9 x 3,5 cm. Possono essere lisci, oppure possedere delle spine molli lungo tutto il corpo del frutto. Possiedono un colore verde chiaro, mentre all'interno contengono un tessuto spugnoso biancastro, che contiene dai 6 agli 8 semi.



Figure 58-59: Frutti della cv Camuna.

4.2.1.2 *Frutti Sudamericana*

I frutti della cultivar Sudamericana (Fig.re 60-63), hanno una dimensione di 24 x 7cm, più del doppio rispetto alla cultivar Camuna. Hanno anche questi un colorito verde, sono più rugosi e possiedono la parte finale del frutto curvata.

Al loro interno possiedono un tessuto spugnoso biancastro, che contiene i semi (7-8).



Figure 60-61: Frutti della cv Sudamericana del campo D



Figura 62: Frutto della cv Sudamericana del campo D



Figura 63: Frutto della cv Sudamericana del campo B

Nella Fig. 64 è possibile osservare a sinistra il frutto del campo H (cultivar Camuna) e a destra il frutto della cultivar Sudamericana. Si nota in primis la differenza di dimensione.

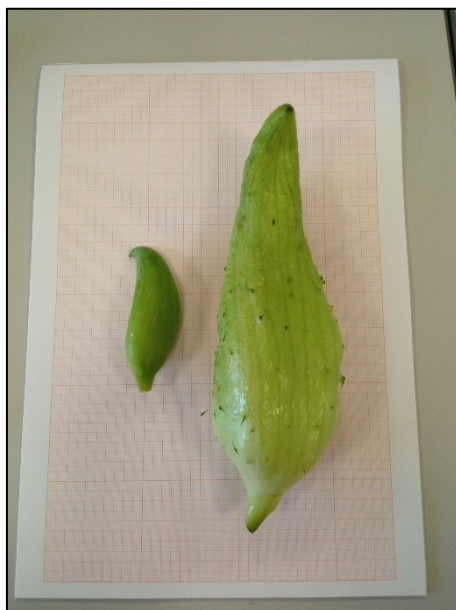


Figura 54: Frutti a confronto. A sinistra frutto cv Camuna a destra frutto cv Sudamericana

4.2.1.3 Vigore e campo cultivar Camuna

Osservando le Fig. 65-66 si può osservare il campo della cultivar Camuna (H). Possiamo osservare che la vegetazione è rimasta ad un'altezza ridotta, non ha raggiunto la massima altezza delle reti. Da fine luglio, le piante hanno iniziato a produrre frutti anche se la vegetazione era molto ridotta (differenza con la cultivar Sudamericana). Quasi il 90% delle piante ha completato il suo ciclo di sviluppo e hanno sempre avuto un ottimo vigore, dato probabilmente anche dalle maggiori cure date dall'agricoltore.



Figura 65: Campo H in fioritura.



Figura 66: Campo H in fruttificazione

4.2.1.4 **Vigore e campo Sudamericana**

Per quanto riguarda la cultivar Sudamericana, solo 4 campi su 7 hanno terminato il proprio ciclo in modo completo. Questo perché in alcuni campi, ci sono state varie problematiche (stress e competitori) che non hanno permesso la crescita delle piante, in Fig. 67-68 possiamo osservare due piante (del campo C) con clorosi. In questo campo, i semi sono stati messi a dimora lungo due file con esposizione N-O: tutto il giorno le piante prendevano irradiazione solare e le temperature erano molto elevate.



Figura 67-68: Piante della cv Sudamericana campo C



Se consideriamo il campo G, le piante erano molto vigorose (Fig. 69), tanto da arrampicarsi sul muro della casa che si trovava a pochi passi da esse.

Figura 69: Campo G, le piante si arrampicano sul muro della casa

Nel campo D (Fig.70), abbiamo avuto la maggior produzione di frutti. Fin da subito abbiamo misurato un'altezza molto elevata (superiore a 2 metri) e una dimensioni delle foglie maggiori rispetto agli altri campi (Fig. 71).



Figura 70: Campo D, coltivazione con rete antigrandine



Figura 71: Foglia di caigua con dimensioni elevate rispetto alla media

Da segnalare è stato il caso nel campo F, ad agosto c'è stata una grandinata che ha provocato seri danni alla vegetazione (Fig. 72), dopo solo 30 giorni la vegetazione è ritornata ad essere vigorosa (Fig. 73): ha ripreso a vegetare e a fine ciclo sono stati prodotti ben 14 frutti.



Figura 72: Campo F distrutto in seguito ad una tempesta



Figura 73: Campo F dopo la tempesta

4.3 Analisi della strategia funzionale CSR

L'analisi della strategia funzionale (Tab. 16) è stata effettuata solo sulla cultivar Sudamericana: sono state analizzate le foglie di tutti i campi, tranne del campo F, che in quel momento era appena stato colpito da una forte tempesta e non aveva materiale a disposizione per effettuare lo studio.

Codice identificativo campo	% Competitrice	% Stress tollerante	% Ruderale	Strategia
A	69.9 ± 3.48	0 ± 0	30.1 ± 3.48	C/CR
B	63.6 ± 5.76	0.2 ± 0.63	36.2 ± 6.14	C/CR
C	45.8 ± 9.89	12.7 ± 11.79	41.3 ± 17.63	C/CSR
D	78.7 ± 3.97	0 ± 0	21.3 ± 3.86	C/CR
E	60.4 ± 5.50	0.7 ± 1.67	38.9 ± 6.42	C/CR
G	61.7 ± 6.40	0 ± 0	38.3 ± 6.40	C/CR

Tabella 16: Analisi della strategia funzionale, percentuale media riferita a ogni campo con deviazione standard.

Analizzando la Tab.16, la prima cosa che si osserva è che quasi tutte le piante analizzate appartengono alla categoria “competitrici” e/o “ruderali”.

Le specie competitrici richiedono abbondanti risorse e sono in grado di sfruttarle meglio delle altre specie sviluppando una serie di adattamenti specifici (es. rapido sviluppo di ampie volte fogliari, esteso apparato radicale). (*Grime et al., 2001*). Nei nostri campi abbiamo infatti misurato un incremento di crescita molto elevato, appunto per accaparrarsi le migliori condizioni e la miglior luce.

Le ruderali invece sono capaci di rigenerarsi rapidamente dopo un episodio distruttivo (questo spiega il fatto che nel campo F colpito da una tempesta, dopo soli 30 giorni, la vegetazione era ricresciuta).

Le stress tolleranti sono in grado di sopravvivere anche in condizioni di scarse risorse ambientali, risultando in questo modo altamente efficienti e capaci di colonizzare ambienti preclusi ad altre specie (Grime *et al.* 2001).

Analizzando le Fig.re 74-79 si può osservare la distribuzione della strategia media riferita ad ogni campo. La colonna più rilevante è sempre quella della strategia “competitrice”, quella con percentuale più bassa è “stress tolleranti”.

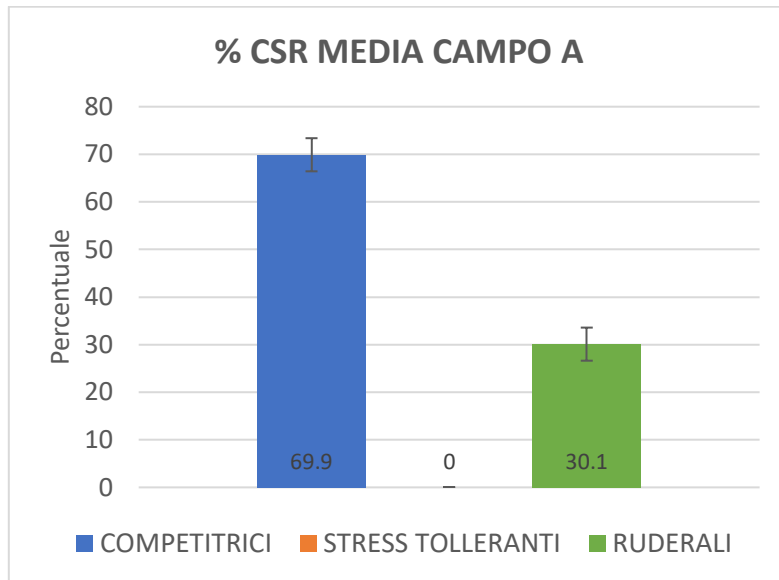


Figura 74: Distribuzione percentuale della strategia CSR campo A

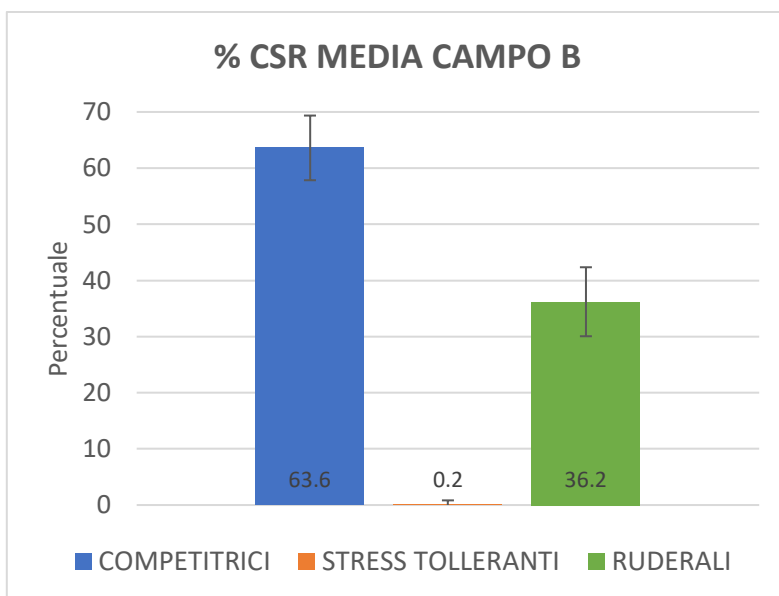


Figura 75: Distribuzione percentuale della strategia CSR campo B

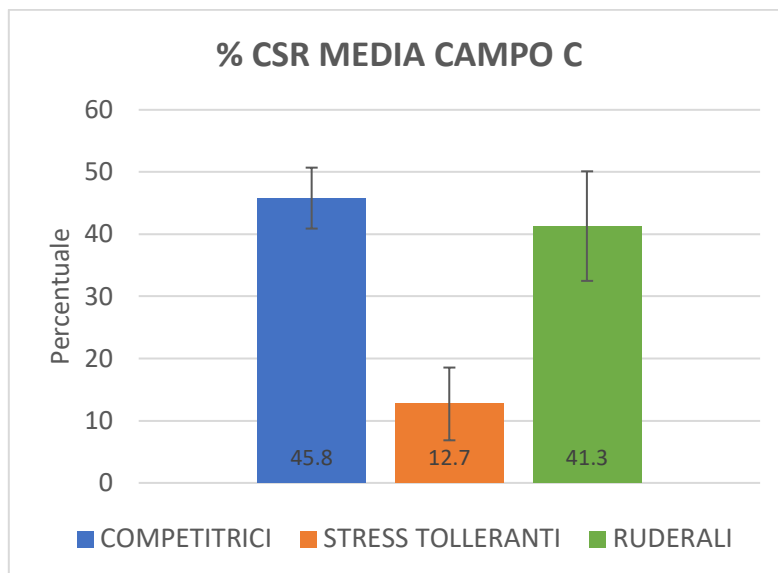


Figura 76: Distribuzione percentuale della strategia CSR campo C

Solamente il campo C (Fig. 76) ha dato una valutazione differente rispetto agli altri 5 campi analizzati. Nel campo C, si nota che le piante hanno una strategia oltre al “competitrice” e “ruderale” anche “stress tollerante”. Le piante in questo campo hanno sopportato a lungo carenza di risorse.

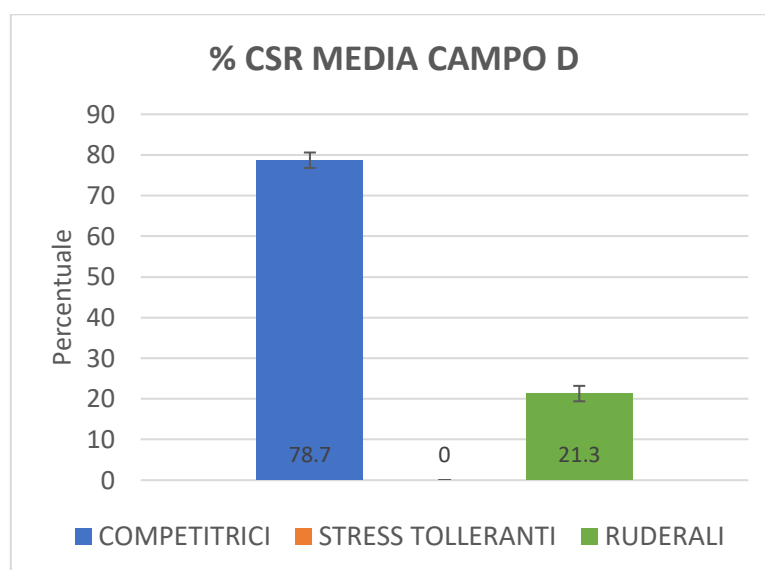


Figura 77: Distribuzione percentuale della strategia CSR campo D

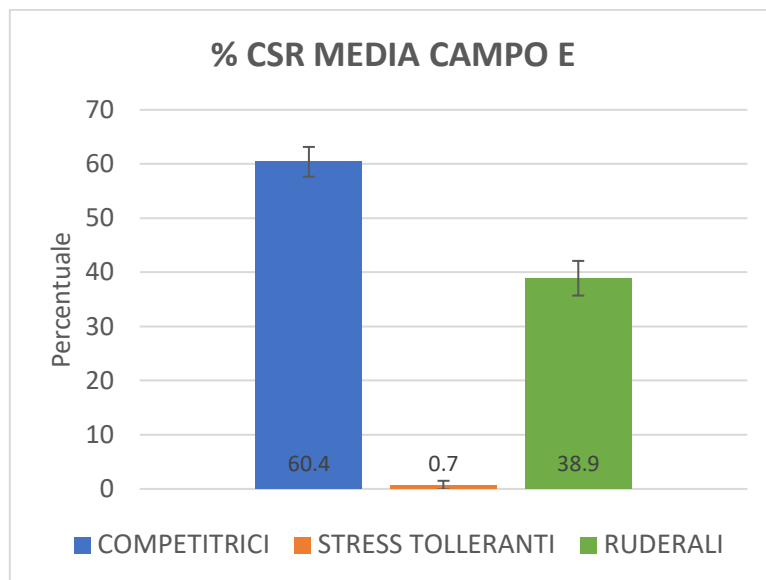


Figura 78: Distribuzione percentuale della strategia CSR campo E

Nelle Fig. 78-79 si può osservare che la percentuale maggiore è occupata dalla strategia “competitrice”. Infatti durante i nostri sopralluoghi, le piante in poco tempo hanno cercato di occupare tutto lo spazio che avevano a disposizione.

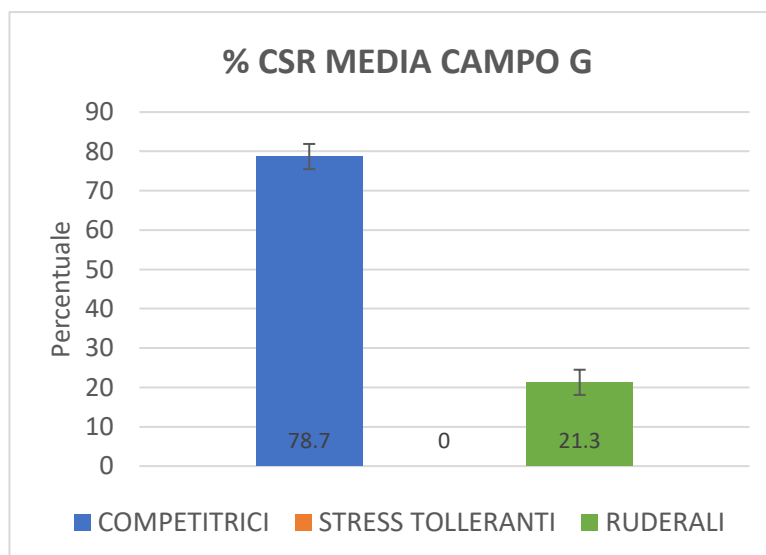


Figura 79: Distribuzione percentuale della strategia CSR campo G

4.4 Analisi fitochimica

4.4.1 Dosaggio degli acidi caffeilchinici totali

I risultati qualitativi dei prodotti sono stati ottenuti dalla quantificazione degli acidi caffeilchinici totali; essi sono stati individuati in 3 diverse tipologie di cultivar: quella Camuna, quella Sudamericana e per finire quella commerciale importata dal Perù. Per ogni cultivar sono state analizzate foglie, germogli, frutti maturo, frutti acerbo e semi (Tab. 17). Per ogni campione sono state effettuate 3 triplicati: per ottenere un risultato più attendibile. Una volta ottenuti Abs dall'analisi spettrofotometrica, sono stati calcolati gli acidi caffeilchinici totali.

Legenda codici	
C = caigua commerciale	f = foglie
G = campo Gervasoni	g = germoglio
L = campo Laffranchini	fa = frutto acerbo
C = cultivar Camuna	fm = frutto maturo
S = cultivar Sudamericana	s = semi

Tabella 17: Legenda codici

Cultivar	Campione	Contenuto di ac. caffeilchinici tot.
Camuna	Foglie	3.94 ± 0.26
	Germoglio	6.17 ± 0.02
	Frutto acerbo	0.19 ± 0.01
	Frutto maturo	0.60 ± 0.04
	Semi	0.08 ± 0.01
Sudamericana	Foglie	2.96 ± 0.19
	Germoglio	6.37 ± 0.15
	Frutto acerbo	0.26 ± 0.02
	Frutto maturo (Campo D)	0.21 ± 0.03
	Frutto maturo (Campo G)	0.15 ± 0.01
	Semi	0.14 ± 0.03
Comm. ^b	Frutto maturo	0.50 ± 0.01
	Semi	0.10 ± 0.01

Tabella 18: Contenuto acidi caffeilchinici cultivar Camuna, Sudamericana e commerciale d'importazione

^aEspressi come percentuale di acido clorogenico su grammo di droga essiccata; ^bCaigua peruviana commerciale acquistata da importazione. Ogni analisi è stata eseguita in triplicato

Dalla Tab.18 è possibile effettuare delle considerazioni sul contenuto di acidi caffeilchinici: per quanto riguarda la concentrazione nelle foglie, si può notare che la cultivar Camuna ha un contenuto più elevato rispetto alla cultivar Sudamericana con una media di 3,94 rispetto a 2,96 espressa come % su peso secco. Foglie e germogli hanno per entrambe le cultivar un valore molto alto di acidi caffeilchinici, questo è interessante soprattutto per le foglie perché potrebbero essere una materia prima interessante da usare per preparare integratori o estratti, soprattutto in virtù della grande biomassa di foglie che produce la pianta, molto maggiore rispetto al frutto.

Il frutto della Camuna è migliore della Sudamericana prodotta in Valcamonica e quindi sarebbe, in base a questa analisi, idonea di qualità, per l'uso erboristico.

Sia per il frutto che per le foglie, è necessario un ulteriore lavoro di caratterizzazione fitochimica per approfondire più nel dettaglio le caratteristiche del fitocomplesso delle diverse parti: sia in termini qualitativi, per definire quali classi di metaboliti secondari sono contenuti, sia in termini quantitativi e valutare analogie e differenze nel contenuto dei diversi composti del fitocomplesso.

In conclusione, prima di confermare se le foglie vanno bene devono essere prima effettuate altre valutazioni per capire quali composti contengono e se quello che contengono è lo stesso contenuto nei frutti.

5. DISCUSSIONE DEI RISULTATI

I risultati ottenuti confrontando i campioni di cultivar Sudamericana: prelevati da 7 campi sperimentali collocati in valli Lombarde, con la cultivar Camuna, campione prelevato dal campo di Piancogno (BS); hanno mostrato che la cultivar Camuna è più adatta per la coltivazione nelle valli Alpine rispetto alla cultivar Sudamericana in quanto è più produttiva. La cultivar Camuna ha prodotto per pianta circa 21 frutti, mentre quella Sudamericana solamente 2. Il peso medio dei frutti è risultato: per la cultivar Sudamericana 97 g, mentre per la cultivar Camuna 9,8 g/frutto. Osservando quindi il numero di frutti e il peso medio, si giunge alla conclusione che anche se la cultivar Sudamericana ha prodotto frutti che sono 10 volte più pesanti rispetto al frutto Camuno, la produzione totale sarà, a fine stagione, maggiore per la cultivar Camuna con un peso totale di 205,8 grammi per pianta contro i 19,6 grammi per pianta della Sudamericana.

Per quanto riguarda l'analisi della crescita e sviluppo si sono riscontrate molte differenze: i giorni medi tra la semina e la germinazione di quella Sudamericana sono risultati maggiori rispetto a quella Camuna: 14 giorni per la prima contro 11 per la seconda. È risultata migliore la procedura di seminare in serra e successivamente trapiantare in campo, seguendo questo metodo si ottiene un'anticipata germinazione. Relativamente ai giorni passati tra la germinazione e la fioritura, la cultivar Camuna ha avuto un intervallo di 21 giorni, mentre la cultivar Sudamericana ha impiegato 59 giorni; si può affermare quindi che la cultivar Sudamericana ha una fase vegetativa molto più lunga rispetto a quella della cultivar Camuna. Avere meno giorni tra la germinazione e la fioritura, come nel caso della cultivar Camuna, porta a un'anticipazione della fruttificazione e quindi si ha a disposizione un maggior intervallo di tempo per la maturazione del frutto; anticipando la fruttificazione, si sfrutta al meglio il periodo con le temperature favorevoli alla maturazione. Nel caso del campo di cultivar Camuna, la maturazione è avvenuta in modo scalare, questo ha permesso di effettuare più raccolti nel periodo utile. La Sudamericana, avendo una fase vegetativa molto

più lunga, ha avuto una formazione del frutto posticipata e di conseguenza la maturazione del frutto si è traslata verso il periodo autunnale: dove le temperature non erano più ottimali e la maturazione era sfavorita.

La qualità chimico-biologica è l'elemento importante per un integratore a base vegetale dal momento che la composizione quali-quantitativa e la presenza di ingredienti funzionali sono quelli che più lo caratterizzano. (Oelker, 2005). Per valutare la qualità del prodotto relativamente al contenuto di principi attivi, è stato analizzato il contenuto di acidi caffeilchinici totali espressi come acido clorogenico sul peso secco, questo è il parametro utilizzato dall'industria erboristica come valutazione del contenuto di principi attivi nelle analisi per determinare la qualità dei lotti di droga essiccata e per l'accettazione degli stessi, come materia prima da usare per la preparazione di estratti o altre trasformazioni. Da queste analisi si è riscontrato un valore nei frutti maturi della cultivar Camuna di 0.60 %, contro il 0.21 % contenuti nella Sudamericana. Come criterio di accettazione, i lotti di Caigua devono possedere un contenuto minimo di acidi caffeilchinici pari allo 0.10 % (comunicazione personale da azienda erboristica privata). Dai risultati ottenuti, entrambe le cultivar coltivate in Valcamonica producono frutti che risultano idonei, almeno per quanto riguarda il contenuto di principi attivi, all'utilizzo come materia prima in campo erboristico; tuttavia, la cultivar Camuna è risultata nettamente migliore rispetto alla Sudamericana sotto questo aspetto. È stato possibile analizzare anche i frutti maturi d'importazione: le analisi effettuate su di essi hanno riscontrato un valore di acidi caffeilchinici pari a 0.50%, quindi un valore che supera di molto il valore minimo richiesto. Anche in questo caso si può effettuare un confronto con i frutti Camuni e si può stabilire che quest'ultimi sono i migliori rispetto ai frutti importati poiché possiedono un valore di acidi caffeilchinici più alti (0.60%).

Durante il seguente studio, sono state investigate anche altre parti di pianta oltre ai frutti, tra cui: semi, foglie e germogli. Per valutare se potenzialmente anch'essi potessero essere sfruttati sempre ad uso erboristico. Dalle analisi si è riscontrato che nelle foglie di Caigua Camuna, il valore di acidi caffeilchinici è di 3.94 %, mentre nella Caigua Sudamericana si è riscontrato un valore di 2.96%: entrambi i valori sono risultati nettamente superiori rispetto a quello che si può trovare nei

frutti. In Italia, i frutti e le foglie essiccate di Caigua sono incluse nell'elenco dell'allegato 1 del decreto ministeriale del 10 agosto 2018, che regola le piante ammesse per l'uso erboristico ed in particolare per la preparazione di estratti o altri prodotti salutistici. Le foglie essendo ammesse per l'uso erboristico e avendo valori molto alti, potrebbero essere un prodotto molto interessante per l'uso potenziale come materia prima erboristica.

Per quanto riguarda la strategia adottata dalle piante, è stato utilizzato il metodo dei "tipi funzionali", l'approccio funzionale consente di ricavare molte informazioni analizzando un numero relativamente piccolo di caratteri, permettendo una generalizzazione della complessità delle singole specie. È stato utilizzato il modello di Grime (Grime *et al.*, 2001) ed è stato riscontrato che la tendenza delle piante è quella di essere in primis competitive; quindi, sono specie che prediligono condizioni di basso stress e basso disturbo, per questo sono caratterizzate da un alto tasso di accrescimento e la loro tendenza è quella di occupare lo spazio circostante con i propri apparati (Brusa, 2014), una pianta che possiede la strategia funzionale competitiva è per esempio lo *Zea mays*. Un'alta percentuale delle piante però, è risultata avere una strategia ruderale: queste sono specie che prediligono condizioni di basso stress e alto disturbo (Brusa, 2014), infatti tollerano disturbi biotici e abiotici il che rende la Caigua una pianta molto rustica e resistente. Solamente il campo C ha riscontrato una % di strategia "stress tollerante", queste piante prediligono condizioni di alto stress e basso disturbo dove la sopravvivenza e la riproduzione delle specie dipendono dalla capacità di sopportare a lungo la carenza di risorse. Sono caratterizzate da un tasso di crescita relativamente basso e un basso investimento negli apparati atti alla riproduzione (Brusa, 2014): in quest'ultimo campo, la crescita delle piante è avvenuta molto lentamente, con solamente la produzione di un fiore.

La piantagione di Caigua Camuna potrebbe essere molto interessante per le aziende montane, questo perché attraverso il seguente studio si è giunti alla conclusione che è una pianta che ben si adatta al clima montano della Valle Camonica, bisognerebbe effettuare ulteriori accertamenti e studi per cercar di capire se la crescita di questa, in altre zone potrebbe confermare il nostro risultato. Se così fosse, la piantagione di questa cultivar potrebbe dar origine a

una filiera e così creare una nuova entrata economica per gli agricoltori che vivono in montagna. Oltre al creare un nuovo mercato potrebbe essere una soluzione per quanto riguarda l'abbandono delle aree montane e potrebbe svolgere un ruolo importante per quanto riguarda la salvaguardia dei terreni. Sarebbe utile attivare inoltre un'attività di tutela nei confronti di questa cultivar, per esempio attraverso l'iscrizione al "Registro delle Varietà Vegetali" da conservazione, per evitare la perdita di una *landrace* che ben si è adattata a clima montano.

Andrebbero effettuate ulteriori indagini fitochimiche per acquisire una migliore e più dettagliata conoscenza del fitocomplesso della pianta. Data l'importanza del dosaggio degli acidi caffeilchinici come parametro qualitativo per l'uso erboristico, servirebbe un'indagine più approfondita su estratti arricchiti in questi componenti. In particolare, mediante l'uso di tecniche di separazione cromatografica, tra cui la cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC), si potrebbe studiare il profilo di questi estratti e procedere ulteriormente all'isolamento, caratterizzazione, identificazione e alla quantificazione dei singoli acidi caffeilchinici. Queste analisi, ed in particolare lo studio del profilo HPLC, fornirebbero anche un metodo più accurato del dosaggio con metodo spettrofotometrico per valutare il titolo di acidi caffeilchinici, utile per il confronto e la valutazione della qualità di cultivar e lotti diversi di Caigua.

Inoltre, data la scarsa conoscenza relativa al fitocomplesso di queste piante, sarebbero necessarie ulteriori analisi per lo studio di altre frazioni di metaboliti secondari come, ad esempio, i composti fenolici, le frazioni flavonoidiche o i composti appartenenti alla classe delle saponine. Queste analisi potrebbero fornire ulteriori parametri per la comparazione tra cultivar e lotti, per la valutazione della qualità e per lo studio dell'influenza dei fattori pedoclimatici e relativi alla coltivazione sulla fitochimica della pianta, ma anche informazioni preliminari utili allo studio delle attività biologiche dei costituenti del fitocomplesso e delle attività medicinali/salutistiche attribuite a questa specie.

6. CONCLUSIONI

Il presente lavoro ha consentito di ampliare la conoscenza relativa alla Caigua, creando una base per eventuali lavori futuri di approfondimento. La cultivar "Camuna" conservata grazie ad un agricoltore negli anni ha creato un'opportunità per effettuare vari studi, in primis ha permesso di effettuare un confronto agronomico e fitochimico tra essa e la cultivar Sudamericana. Questo ha consentito di individuare la cultivar che meglio risponde al clima montano italiano: la Caigua Camuna ha dato dei risultati molto positivi, con una produzione per pianta 10 volte superiore rispetto a quella Sudamericana.

Attraverso il dosaggio degli acidi caffeilchinici totali si può affermare che la Caigua coltivata in Valcamonica fornisce una produzione idonea, per quanto riguarda il contenuto di principi attivi e all'uso in campo erboristico-officinale. Tuttavia, la cultivar Camuna ha dimostrato di essere migliore sotto questo aspetto rispetto alla cultivar Sudamericana. Da queste analisi preliminari si può affermare che la coltivazione della Caigua in Valcamonica è possibile e fornisce una produzione che, per quanto riguarda il contenuto di principi attivi, ha i requisiti per l'uso come materia prima erboristica. In particolare, la cultivar Camuna, data la maggior produttività derivante dall'adattamento al territorio, così come i migliori risultati ottenuti nelle analisi fitochimiche preliminari, risulta essere la scelta migliore per la coltivazione e la produzione di Caigua nei territori alpini

In conclusione, si può affermare che la Caigua Camuna è un prodotto unico, che potrebbe dare origine ad una buona filiera produttiva nelle Valli Lombarde. Andrebbero effettuati ulteriori studi, al fine di individuare le condizioni ideali per essa e che possano far incrementare ancora ulteriormente la produzione. Altri studi potrebbero essere analisi fitochimiche, per acquisire una migliore e più dettagliata conoscenza del fitocomplesso della pianta. Data l'importanza del dosaggio degli acidi caffeilchinici servirebbe un'indagine più approfondita su estratti arricchiti in questi componenti. In particolare, mediante l'uso di tecniche di separazione cromatografica, tra cui la cromatografia liquida ad alta prestazione

(HPLC); ulteriori analisi sarebbero utili per lo studio di altre frazioni di metaboliti secondari come, ad esempio, i composti fenolici, le frazioni flavonoidiche o i composti appartenenti alla classe delle saponine.

7. FONTI BIBLIOGRAFICHE

- Acta Plantarum, *Indice dei nomi delle specie botaniche presenti in Italia*.
https://www.actaplantarum.org/flora/flora_info.php?id=2460
(Pagina visualizzata a febbraio 2021)
- Añez B., Espinoza W., Jaimez R., 2009. *La caigua, cultivo con perspectivas en los Andes*. Instituto de investigaciones agropecuarias. Universidad de los Andes.
- Biscotti A., 2013. *Trasformazione dell'acido clorogenico in un modello in vitro di microbiota intestinale*. Tesi di laurea in biotecnologie industriali.
- Bissanti G., 2020. *Cyclanthera pedata. Un mondo ecosostenibile*.
<https://antropocene.it/2020/11/27/cyclanthera-pedata/>
(Pagina visualizzata a febbraio 2021)
- Bosio P., 2017. *Comunità vegetale, ecologia e strategia funzionale di Linaria tonzigii Lona, specie steno-endemica delle prealpi bergamasche*. Tesi di laurea in valorizzazione e tutela dell'ambiente e del territorio montano.
<https://www.unimontagna.it/tesi/comunita-vegetale-ecologia-e-strategia-funzionale-di-linaria-tonzigii-lona-specie-stenoendemica-delle-prealpi-bergamasche/>
(Pagina visualizzata a febbraio 2022)
- Brusa G., 2014. *Le strategie nelle piante: aspetti teorici e implicazioni*.
- Clifford M. N., 1999. *Chlorogenic acids and other cinnamates-nature, occurrence and dietary burden*. J. Sci. Food Agr. 79, 362–372.
- Clifford M. N., 2000. *Chlorogenic acids and other cinnamates—nature, occurrence, dietary burden, absorption and metabolism*. J. Sci. Food Agr. 80, 1033–1043.
- Clifford M. N., Knight S., Kuhnert N., 2005. *Discriminating between the six isomers of dicaffeoylquinic acid by LC-MSn*. J. Agric. Food Chem. 53, 3821– 3832.

- Crozier T. W. M., Stalmach A., Crozier A., 2012. *Espresso coffees, caffeine and chlorogenic acid intake: potential health implications*. Food Funct. 3, 30–33.
- Contreras S., Schwember A., Segura P., 2014. *Caigua, curcubitácea nativa con potencial hortícola*. Revista Agronomía y Forestal UC. FACULTAD DE AGRONOMÍA E INGENIERÍA FORESTAL.
https://agronomia.uc.cl/component/com_sobipro/Itemid,232/pid,1607/sid,1615/
(Pagina visualizzata a febbraio 2021)
- De Tommasi N., De Simone F., Speranza G., Pizza C., 1999. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 47, 4512-4519
- De Tommasi N., De Simone F., Speranza G., Pizza C., 1996. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 44, 2020-2025
- Domini L., 2018. *Censimento delle cultivar locali tradizionali della Valle Camonica*. Tesi di laurea in valorizzazione e tutela dell'ambiente e del territorio montano.
<https://www.unimontagna.it/tesi/censimento-delle-cultivar-locali-tradizionali-della-valle-camonica/>
(Pagina visualizzata a febbraio 2022)
- Favola G., 2017. *Caigua un rimedio naturale per ripristinare i valori di colesterolo e trigliceridi*.
<https://www.ambientebio.it/rimedi-naturali/caigua-un-rimedio-naturale-per-ripristinare-i-valori-di-colesterolo-e-trigliceridi/>
(Pagina visualizzata a marzo 2021)
- Firenzuoli F., Gori L., Crupi A., Neri D., 2004. *Flavonoidi: rischi o opportunità terapeutiche?* Recenti progressi in medicina. 94, 345-349
- Frigerio J., Tedesco E., Benetti F., Insolia V., Nicotra G., Mezzasalma V., Pagliari S., Labra M., Campone L., 2021. *Anticholesterolemic Activity of Three Vegetal Extracts (Artichoke, Caigua, and Fenugreek) and Their Unique Blend*.

- Fernandes L., Valadares R., Valadares S., Ramos S., Da Costa C., Sampaio R., Martins E. 2012. *Fontes de potássio na produtividade, nutrição mineral e bromatologia do maxixe do reino*. 607-612
- Fernandes L., Alves D., Ramos S., Oliveira F., Da Costa C., Martins E., 2005. *Nutrição mineral de plantas de maxixe-do-reino*. 719-722
- Giandon P., Bortolami P. 2007. *L'interpretazione delle analisi del terreno. Strumento per la sostenibilità ambientale*. Centrooffset s.r.l. Mestrino (PD).
- Giupponi L., Pilu R., Scarafoni A., Giorgi A. 2020. *Plant agro-biodiversity needs protection, study and promotion: Results of research conducted in Lombardy region (Northern Italy)*. 409-430
- Giupponi L., Borgonovo G., Panseri S., Giorgi A. 2019. *Multidisciplinary study of a little known landrace of *Fagopyrum tataricum* Gaertn. of Valtellina (Italian Alps)*.
- Grime P., 2001. *Plant strategy theories*. Chichester, UK
- Lombardini C., Bruschi P., Signorini M. 2015. *Ricerca etnobotanica. Un'indagine nel territorio di San Miniato*. 217-226
- Margarida T., 2015. *Uno strano cetriolo della Vallassina*.
<https://www.terranuova.it/Blog/I-Semi-e-la-Terra/Uno-strano-cetriolo-della-Vallassina#:~:text=Si%20tratta%20di%20una%20sorta,be%20fogliame%20abbondante%20e%20verde>.
(Pagina visualizzata ad aprile 2021)
- Matonti L., 2016. *Le straordinarie virtù di un ortaggio peruviano che può rivelarsi un grande alleato per ripristinare i valori ottimali di colesterolo e trigliceridi*.
<http://www.piemonteparchi.it/cms/index.php/natura/piante/item/1601-stop-al-colesterolo-con-la-caigua>
(Pagina visualizzata a ottobre 2021)
- Miranda L., 2014. *Etnopercepción andina: valles dulces y valles salados en la vertiente occidental de los andes*. *Revista de Historia, Geografía y Cultura Andina*. 7-10

- Montoro P., Carbone V., De Simone F., Pizza C., De Tommasi N., 2001. *Studies on the Constituents of Cyclanthera pedata Fruits: Isolation and Structure Elucidation of New Flavonoid Glycosides and Their Antioxidant Activity*. Journal of agricultural and food chemistry. 49, 5156-5160
- Montoro P., Carbone V., Pizza C., 2005. *Flavonoids from the leaves of Cyclanthera pedata: two new malonyl derivatives*. Phytochemical analysis. 16, 210-216
- Mori H., Tanaka T., Shima H., Kuniyasu T., Takahashi M., 1986. *Inhibitory effect of chlorogenic acid on methylazoxymethanol acetate-induced carcinogenesis in large intestine and liver of hamsters*.
- Oelker L., 2005. *Il controllo di qualità degli integratori a base vegetale*. Ann Ist Super Sanità. 41, 43-48
- Oliveira A., Vitor S., Dos Santos V., Dos Santos D., Correia D., Carvalho R., Souza A., Ferreira S., Costa L., 2014. *Determination of the mineral composition of Caigua (Cyclanthera pedata) and evaluation using multivariate analysis*. Food chemistry. 152, 619-623
- Orsini F., Vovk I., Glavnik V., Jug U., Corradini D., Beekwilder J., 2019. *HPTLC, HPTLC-MS/MS and HPTLC-DPPH methods for analyses of flavonoids and their antioxidant activity in Cyclanthera pedata leaves, fruits and dietary supplement*. Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies. 42, 290 - 301.
- Rossi G., Guzzon F., Canella M., Tazzari E., Cauzzi P., Bodino S., Ardenghi N., 2019. *Le varietà agronomiche lombarde tradizionali a rischio di estinzione o di erosione genetica*. (Pavia University Press, Segrate)
- Reyes García M., Gómez-Sánchez Prieto I., Espinoza Barrientos C., 2017. *Tablas peruanas de composición de alimentos*. (Ministerio de salud del Perú, Lima)
- Rivas M., Vignale D., Ordoñez R., Zampini I., Alberto M.R., Sayago J., Isla M. 2013. *Nutritional, Antioxidant and Anti-Inflammatory Properties of Cyclanthera pedata, an Andinean Fruit and Products Derived from Them*.
- Rizzo A., 2020. *La Caigua*, Scientific training.
<http://www.scientific-training.it/la-caigua/>

(Pagina visualizzata a novembre 2021)

- Salaverry O., Cabrera J., 2014. *Florística de algunas plantas medicinales: floristics of some medicine plants*. 167
- Tanaka T., Nishikawa A., Shima H., Sugie S., Shinoda T., Yoshimi N., Iwata H., Mori H., 1990. *Inhibitory effects of chlorogenic acid, reserpine, polyphenolic acid (E5166), or coffee on hepatocarcinogenesis in rats and hamsters*.
- Tanaka T., Kojima T., Kawamori T., Wang A., Suzui M., Okamoto K., Mori H., 1993. *Inhibition of 4-nitroquinoline-1-oxide-induced rat tongue carcinogenesis by the 50 occurring plant phenolics caffeic, ellagic, chlorogenic, and ferulic acids*.
- Tellincamuno, 2015. *Il Ciuenlai; un ortaggio Camuno poco comune*.
<https://tellincamuno.wordpress.com/2015/11/01/il-ciuenlai-un-ortaggio-camuno-poco-comune/#:~:text=arrampicandosi%20su%20palizzate%20e%20ringhiere,a%20secco%20ricoperti%20di%20edera>.

(Pagina visualizzata a novembre 2021)

- Treben M., 2000. *La Salute dalla Farmacia del Signore. Consigli ed esperienze con le erbe medicinali*. (Ennsthaler, Steyr).
- Treccani G., Istituto della Enciclopedia Italiana.
- Ugas R., 2014. *Cuarenta (40) viejas y nuevas verduras para diversificar tu alimentación y nutrirte mejor (anexo 31 del informe técnico final)*

8. SITOGRAFIA

- <http://caigua.it/caigua.htm>
(Pagina visualizzata a febbraio 2021)
- <https://lafalda.it/impara-come-prendersi-cura-dellastilbe-una-pianta-che-illuminera-la-tua-vita/>
(Pagina visualizzata a ottobre 2021)
- <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:292512-1>
(Pagina visualizzata a novembre 2021)
- <https://www.terranuova.it/Blog/I-Semi-e-la-Terra/Uno-strano-cetriolo-della-Vallassina>
(Pagina visualizzata a novembre 2021)
- <https://www.giardinaggio.it/erboristeria/piante-medicinali/caigua.asp#:~:text=Per%20incrementare%20gli%20effetti%20benefici,coenzima%20e%20da%20diuretico%20naturale.>
(Pagina visualizzata a novembre 2021)
- <https://www.regione.lombardia.it/wps/wcm/connect/aa30890b-b398-450e-b4bd-a72c8754b2ba/Le+variet%C3%A0+agronomiche+lombarde+tradizionali+a+rischio+di+estinzione+o+di+erosione+genetica.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-aa30890b-b398-450e-b4bd-a72c8754b2ba-n9Z-JTi>
(Pagina visualizzata a novembre 2021)
- https://it.frwiki.wiki/wiki/Th%C3%A9orie_des_strat%C3%A9gies_CSR
(Pagina visualizzata a gennaio 2022)
- http://www.anisn.it/miur/todaro/flora_paesaggio/grime.htm
(Pagina visualizzata a gennaio 2022)
- https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Th%C3%A9orie_des_strat%C3%A9gies_CSR&oldid=179016645
(Pagina visualizzata a gennaio 2022)

- <https://www.treccani.it/vocabolario/fitochimica/>
(Pagina visualizzata a febbraio 2022)
- <http://www.piemonteparchi.it/cms/images/schedaCaigua.pdf>
(Pagina visualizzata a febbraio 2022)
- <https://germoglioverde.altervista.org/che-cosa-e-e-come-avviene-la-disseminazione/>
(Pagina visualizzata a febbraio 2022)
- <https://www.orticolando.it/caigua/#:~:text=Tra%20le%20ricette%20a%20base,Caigua%20oppure%20la%20Caigua%20Rellena.&text=Per%20le%20sue%20propriet%C3%A0%20di,Per%C3%B9%20sin%20da%20epoche%20remote.>
(Pagina visualizzata a febbraio 2022)
- <https://www.humanitas.it/enciclopedia/integratori-alimentari/acido-clorogenico/>
(Pagina visualizzata a marzo 2022)

9. RINGRAZIAMENTI

In primo luogo, vorrei ringraziare i miei correlatori, il Dott. Luca Giupponi e il Dott. Marco Zuccolo, per il supporto costante e per l'aiuto datomi nella realizzazione del seguente elaborato.

Un ringraziamento speciale va alla Dott.ssa Alessia Rodari, per avermi seguito passo dopo passo durante tutto il mio tirocinio formativo.

Un grazie va inoltre alla Dott.ssa Valeria Leoni, anch'essa di enorme supporto per la stesura dell'elaborato.

Un grande ringraziamento va alla "Fattoria di Martina" di Berzo San Fermo, in particolare a Paolo e a Enrica per avermi dato la possibilità di seguir da vicino un campo sperimentale.

Vorrei ringraziare i miei genitori, Elide e Giancarlo, che da sempre mi sostengono e che mi hanno sempre lasciata libera di scegliere. Grazie anche a Gabriele, che mi ha sempre supportato.

Un grazie va ai "nuovi" amici che ho incontrato a Edolo e a quelli "vecchi" che conoscevo già dalle superiori, senza di voi non sarebbe stata la "Edolo" che conosco.

Grazie a Elisa, presenza costante e fondamentale nella mia vita, che mi ha dato una gran mano nella stesura di questo elaborato.

Grazie ai miei super coinquilini Francesco, Manuel e Paolo.

Un ringraziamento speciale va a Giulia, Flo e Giulia, che hanno saputo sostenermi e motivarmi durante questo percorso.

Grazie a Pietro, fidanzato, amico di viaggio e di studio. Grazie per avermi sostenuta, incoraggiata e per non avermi fatta mai sentire sola in questi tre lunghi anni.