



Corso di Laurea Magistrale in
SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE

(Classe LM-69 - classe delle lauree magistrali in Scienze e tecnologie agrarie)

MATERIA DI TESI

Arboricoltura Speciale e Frutticoltura

TITOLO DELLA TESI

Mirtillo (*Vaccinium myrtillus* L.) dell'Abetone e calafate (*Berberis microphylla* G. Forst) di Tierra del Fuego: aspetti produttivi di due specie spontanee.

Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) from Abetone and Magellan barberry (*Berberis microphylla* G. Forst) from Tierra del Fuego - Argentina: productive aspects of two spontaneous species

Relatore

Edgardo Giordani

Correlatori

Silvia Radice, Miriam Arena e William Antonio Petrucci

Candidato

Francesco Junior Pasqua

Sommario

Introduzione	2
Parte A – Indagine conoscitiva	3
1. I sistemi di raccolta di frutti spontanei: <i>gathering system</i>	3
2. Il “Mirtillo dell’Abetone”	8
2.1. Descrizione botanica della specie	11
2.2. Descrizione dell’ambiente di crescita.....	12
2.3. Aspetti fenologici	13
3. Il calafate di Tierra del Fuego.....	14
3.1. Descrizione botanica della specie	19
3.2. Descrizione dell’ambiente di crescita.....	20
3.3. Aspetti fenologici	21
4. Caratteristiche dei frutti di mirtillo e calafate	23
Parte B – Indagine sperimentale	25
5. Introduzione.....	25
6. Materiali e metodi	25
6.1. Studio di filiera.....	25
6.2. Aspetti pomologici del mirtillo e del calafate	29
7. Risultati	32
7.1. Studio di filiera del mirtillo	32
7.2. Aspetti pomologici del mirtillo e del calafate	45
8. Discussione e conclusione	50
8.1. Studio di filiera.....	50
8.2. Aspetti pomologici del mirtillo e del calafate	52
9. Conclusioni.....	56
9.1. Studio di filiera.....	56
9.2. Aspetti pomologici del mirtillo e del calafate	60
Bibliografia	61

Introduzione

L'obiettivo di questo elaborato è quello di descrivere, analizzare e studiare approfonditamente i sistemi di raccolta di frutti spontanei. Successivamente ad una descrizione generale dei sistemi soprascritti, è stata focalizzata l'attenzione su due particolari prodotti: il “*Mirtillo dell'Abetone*” ed il “*Calafate di Tierra del Fuego*”.

Il fine dell'intero lavoro è di effettuare un confronto tra i prodotti stessi e tra le due filiere, che conseguentemente si vengono a creare, per valutarne l'importanza sociale, ecologica ed economica. L'interesse inoltre è rivolto all'osservazione attenta delle popolazioni e delle comunità che storicamente utilizzano tali specie spontanee in modo da ottenere una grande quantità di prodotti. Sebbene possano sembrare due prodotti tipici di aree geografiche completamente diverse, le intere filiere nel loro insieme ed una visione globale dei sistemi produttivi, dimostrano quanto numerosi siano i punti di contatto di due realtà spazialmente così distanti.

La tesi è stata sviluppata in due parti: una prima parte, denominata “A”, rappresenta un'indagine conoscitiva dei due sistemi di raccolta, iniziando con una descrizione storica e generica per proseguire approfondendo le caratteristiche di mirtillo e calafate; una seconda parte, denominata “B”, contiene invece una parte sperimentale con la quale sono stati analizzati filiera ed aspetti pomologici dei frutti in questione.

L'indagine conoscitiva è stata sviluppata utilizzando materiale bibliografico posseduto e trovato in rete sui maggiori motori di ricerca di letteratura scientifica ed accademica (es. *Scopus*, *Scholar Google*, *Web of Science*). È stato effettuato un studio di filiera intervistando direttamente ricercatori, raccoglitori ed imprese di trasformazione nelle zone oggetto di studio. I dati necessari per la sezione sperimentale sono stati ottenuti diversamente per mirtillo e calafate; per il primo sono state effettuate analisi di laboratorio su materiale e campioni prelevati sul Monte Abetone, mentre per il secondo sono stati utilizzati dati bibliografici.

Parte A – Indagine conoscitiva

1. I sistemi di raccolta di frutti spontanei: *gathering system*

Ogni ecosistema naturale è stato modificato dall'uomo con l'obiettivo di creare un ambiente nel quale, piante ed animali, potessero svilupparsi in condizioni ottimali; il fine principale era quello di ottenere risorse alimentari, materie prime e medicinali necessari per la sopravvivenza. Storicamente, piante ed animali selvatici rappresentavano gli unici componenti della dieta dell'uomo dedito alla caccia ed alla raccolta. Nonostante la maggior parte delle comunità, col tempo, si sia evoluta a favore dell'agricoltura, l'utilizzo di specie vegetali e animali selvatici rappresentano, ancora oggi, una chiave di lettura importante della società moderna (Bharucha e Pretty, 2010).

Il termine “raccoltore” viene utilizzato per definire quegli individui che ottenevano ciò di cui necessitavano a livello alimentare tramite appunto la raccolta di prodotto spontanei e non tramite la coltivazione. Generalmente vivevano in maniera stanziale in un determinato posto ma regolarmente si allontanavano alla ricerca del necessario; infatti, secondo Binford (1980), i raccoglitori non stoccavano il cibo ma si procuravano le quantità necessarie giornalmente.

Nel mondo odierno i raccoglitori occupano spesso un ruolo di secondo piano ma, nonostante ciò, esistono buone documentazioni e dati storici. Gli antropologi iniziarono ad interessarsi a questi dal momento in cui compresero la loro importanza; molto probabilmente infatti, fino a 10.000 anni fa, il modo di vivere dei raccoglitori era diffuso praticamente ovunque. Ovviamente non mancano dibattiti e contestazioni riguardo uno stile di vita così particolare; spesso viene giustificata la loro esistenza solo in quegli habitat considerati marginali e quindi non occupati dalle attività agricole (Marlowe, 2005).

Effettivamente è plausibile che i raccoglitori abbiano occupato e riempito nuove nicchie nei diversi continenti. Le nicchie umane generalmente sono definite, in larga scala, dal livello di tecnologia; questo è ritenuto valido anche per i raccoglitori. Storicamente, più ci spostiamo indietro nel tempo e minore è il livello di tecnologia; i reperti archeologici indicano spesso un aumento di efficienza a seguito di un'evoluzione tecnologica, spostandoci temporalmente in periodi successivi. Il livello tecnologico ha sempre avuto fondamentale importanza ed influenza sulla vita dell'uomo; effetti diretti scaturiti dal

progresso tecnologico sono, ad esempio, l'aumento di produttività o anche di variazione socio-culturale all'interno di una comunità (Marlowe, 2005).

Secondo dati storici, praticamente tutti i raccoglitori utilizzavano il fuoco nelle loro attività; l'utilizzo controllato del fuoco portò ad un cambio radicale nella vita. Oltre ad essere impiegato per illuminazione, cottura di determinati cibi, repellente per i predatori naturali e riscaldamento, il fuoco deliberatamente acceso dai raccoglitori era utilizzato per bruciare il sottobosco e favorire lo sviluppo di nuove specie vegetali; anche il fumo, ad esempio, era utilizzato con le api al momento della raccolta del miele (Marlowe, 2005).

I primi utensili di pietra ritrovati sono stati datati 2.6 milioni di anni; da qui si è verificata una rapida evoluzione nella sofisticazione tecnologica. Tra il 2000 ed il 1500 a.C. apparve per la prima volta il ferro; questa fu una delle innovazioni più importanti nella storia dell'umanità. La superiorità estrema del ferro, rispetto a legno e pietra, per durabilità, resistenza ed efficacia di costruzione consentì una diffusione molto rapida in tutto il globo (Marlowe, 2005).

Ancora oggi non è chiara la divisione sessuale all'interno di un gruppo di raccoglitori; probabilmente esisteva una specializzazione tra uomini e donne in determinati compiti. La visione comune è quella in cui gli uomini attuassero solo la caccia e le donne solamente la raccolta di frutta e specie selvatiche; secondo dati storici questo non è necessariamente vero; infatti, in determinate comunità, le donne attuavano la caccia di piccoli animali mentre gli uomini si occupavano della raccolta di frutta e miele. Contemporaneamente non è chiaro quale fosse il numero di individui minimo e/o massimo necessario a comporre un gruppo; per avere un'idea delle dimensioni di un gruppo è utile individuare tutti quei fattori che possono essere determinanti e limitanti (Marlowe, 2005).

La "*biomassa primaria*" è un indicatore della produttività di un determinato habitat calcolata da dati climatici; questa è basata sulla materia vegetale totale presente in un luogo e che perciò rappresenta un fattore limitante importante per lo sviluppo di esseri viventi. Dal calcolo sono escluse la biomassa animale e comprese piante o parti di esse non utilizzabili o commestibili; proprio per questa ragione rappresenta una stima approssimativa della produttività di un habitat (Marlowe, 2005).

Tenendo in considerazione quanto detto, non sembra esserci un'influenza diretta della *biomassa primaria* ed il numero di individui che compongono un gruppo. Secondo dati

storici il numero medio di componenti è 30; è plausibile ipotizzare che un numero limitato di persone risulti più equilibrato e facile da organizzare. Inoltre, con buona probabilità, al di sopra dei 30 individui i conflitti tra gli stessi o tra i gruppi familiari potevano causare rotture o separazioni (Marlowe, 2005).

Infine, essendo la raccolta una attività itinerante, la mobilità dei gruppi di raccoglitori era sicuramente elevata e maggiore rispetto a gruppi di cacciatori e pescatori del medesimo periodo storico (Marlowe, 2005).

Molte delle specie spontanee, a differenza di quello che si potrebbe pensare, sono sempre state gestite attivamente da raccoglitori e cacciatori, suggerendo che esiste un'errata percezione della convivenza di due ecosistemi, quello agricolo e quello naturale, spesso ritenuti in contrapposizione ma che in realtà non lo sono; raccoglitori e cacciatori hanno sempre gestito l'ambiente per salvaguardare le risorse dell'ecosistema naturale, dal quale però, anche gli agricoltori attingevano regolarmente, utilizzando piante ed animali selvatici (Bharucha e Pretty, 2010).

Nonostante il valore molto elevato di queste risorse naturali, spesso ancora oggi, non viene considerata la reale importanza, sociale ed economica, che queste rappresentano; infatti oggi, in molte comunità, piante ed animali selvatici contribuiscono ancora in maniera importante all'alimentazione. Secondi dati FAO, circa un milione di persone al mondo basa la propria dieta o fa utilizzo di specie spontanee (Bharucha e Pretty, 2010).

Considerando le abitudini alimentari della popolazione mondiale, fa molto riflettere il fatto che oltre il 50% della dieta e del fabbisogno alimentare mondiale provenga da sole 3 specie: frumento, mais e riso; inoltre, l'80% di proteine e carboidrati per la medesima popolazione deriva da 12 specie totali. Questo fa comprendere quanto sia precaria e minima la sicurezza alimentare. In contrapposizione a tutto questo, abbiamo la presenza di tutte le specie selvatiche e spontanee, capaci di apportare una fondamentale varietà alla dieta dell'uomo; oltre al valore alimentare che queste risorse rappresentano, esiste ovviamente un valore economico forse spesso sottovalutato. È da sottolineare però che ad oggi l'utilizzo di specie spontanee non riguarda solamente i paesi in via di sviluppo bensì esiste un trend in costante aumento anche nei paesi industrializzati (Bharucha e Pretty, 2010).

Purtroppo non è presente una stima del valore economico di tali specie a livello globale e le motivazioni sono molteplici. In primo luogo è molto difficile effettuare una valutazione quantitativa ed economica esatta dei prodotti derivanti da specie spontanee ed attuare una comparazione con quei prodotti ottenuti dalle colture tradizionali. In secondo luogo, generalmente la scala di interesse di tali prodotti è minore ed interessa mercati locali e puntuali; proprio per questo è complicato ottenere una contabilizzazione del valore economico reale. Considerato tutto ciò, è senza dubbio indiscutibile quanto sia elevato l'apporto di queste specie a realtà che si ritrovano spesso al di fuori della grande distribuzione organizzata (Bharucha e Pretty, 2010).

L'utilizzo delle differenti specie vegetali, spontanee o coltivate, all'interno di una particolare area geografica e di uno specifico contesto culturale è considerato sempre più importante, al fine di comprendere a fondo tali culture e per attuare confronti interculturali. Oltre a fattori culturali, risulta interessante comprendere le motivazioni nell'utilizzo di queste specie, non solo a livello alimentare ma anche, ad esempio, a livello "medico-curativo" nel contesto di una determinata comunità (Pieroni, 2001).

L'etnobotanica è una scienza interdisciplinare che non considera appunto solo gli aspetti botanici bensì anche quelli sociali e culturali; negli ultimi anni questi aspetti sono diventati sempre più centrali e sotto l'attenzione di vari studi. Ad oggi si è rinnovato l'interesse per tutte quelle tradizioni locali strettamente ricollegate ad alimenti e fonti di cibo derivanti da specie vegetali spontanee, spesso trascurate a livello globale ma ancora importanti nelle culture locali. Questo nuovo interesse è mirato inoltre alla valorizzazione territoriale e del patrimonio culturale locale. Infine, sebbene normalmente le risorse spontanee non siano sufficienti per soddisfare il fabbisogno energetico, queste rappresentano un elevato potenziale dal punto di vista nutraceutico (es. antiossidanti) e per la prevenzione del cancro (Ghirardini et al., 2007).

Insieme a questo forte interesse coesiste però una problematica non di poco conto; generalmente la raccolta e l'utilizzo di specie selvatiche e spontanee riguarda società e culture non moderne e le persone che se ne occupano sono ormai adulte o anziane. Questo fenomeno di "abbandono" e di non interesse da parte dei giovani o di classi urbane più agiate, provoca un'erosione delle conoscenze culturali tradizionali sempre più irreversibile. Nonostante questo in Italia la raccolta, il consumo, la trasformazione e la vendita di specie spontanee a scopi alimentari è ben diffuso nell'intero territorio. Inoltre, molte di queste

specie si ritrovano in luoghi diversi, dimostrando che in realtà esistono non pochi punti di contatto tra le varie culture regionali, rappresentando un valore etnobotanico importante (Ghirardini et al., 2007).

2. Il “Mirtillo dell’Abetone”

Il *Vaccinium myrtillus* L. (mirtillo nero) è probabilmente la specie più nota del genere *Vaccinium*, presente nell’areale dell’Abetone e discretamente diffusa in Italia. Storicamente, a livello locale, ha rivestito sempre una risorsa importante, non solo a livello alimentare ma anche ecologico,



naturalistico ed economico; infatti, la raccolta e la trasformazione del frutto rappresenta una tradizione fortemente radicata nelle comunità alpine e appenniniche italiane (Ronchieri e Mazzei, 1997).

Le ben apprezzate caratteristiche del frutto, edule e molto gradevole sia a livello visivo che gustativo, hanno rappresentato alcuni dei maggiori punti di forza dell’intero sistema; proprio per questo, la raccolta di mirtillo nero, ha ottenuto sempre più attenzione ed interesse da parte di commercianti e consumatori. Oltre a tutto ciò è cresciuta sempre più la volontà di utilizzare tale prodotto anche a scopi farmaceutici e cosmetici (RaFT, 2005; Ronchieri e Mazzei, 1997).

Grazie a tutti questi fattori ed all’elevato valore del frutto in questione, col tempo, si è venuto a creare un vero e proprio sistema commerciale ed economico; questo risulta costituito da almeno tre imprese che lavorano, trasformano e commercializzano prodotti a base di mirtillo nero. Tutto il sistema perciò, ad oggi, è in grado di rappresentare un importante integrazione al reddito per tutti gli operatori locali (RaFT, 2005; Ronchieri e Mazzei, 1997).

Inoltre, le capacità professionali, il rispetto per la tradizione e la valorizzazione dell’ambiente in questione da parte delle comunità locali, ha favorito lo sviluppo del turismo montano che rappresenta un altro fondamentale potenziale economico (RaFT, 2005).



Figura 2: Mappa della Toscana

Le masse di aria provenienti da Nord – Est trovano l’opposizione della catena appenninica, creando una forte differenza tra il clima adriatico e quello tirrenico (RaFT, 2005).

Contemporaneamente, le correnti provenienti da Ovest e l’azione mitigatrice del mare, sono ostacolate dalle Alpi Apuane e dalle colline poste sul litorale; in conclusione vengono definiti differenti situazioni climatiche: lungo la costa il clima risulta mite mentre, spostandoci verso l’interno, diventa molto più simile a quello di tipo continentale (RaFT, 2005).

Allo stesso modo, a livello meteorologico esistono situazioni ben definite e tipiche per l’intero arco dell’anno: nel momento in cui abbiamo condizioni di alta pressione si manifestano periodi stabili con carenza di piogge; in caso di bassa pressione invece si verificano periodi prolungati di maltempo; infine, quando massa di aria calda e fredda entrano in contatto danno origine a lunghi periodi di forte maltempo (RaFT, 2005).

In conseguenza a quanto detto, nelle aree costiere ed occidentali gli inverni vengono mitigati e quindi non sono generalmente rigidi, a differenza delle zone orientali e collinari dove invece si raggiungono temperature molto più basse. In estate le temperature medie si

La Toscana si estende per 22.993 km², occupando un totale di 2.300.000 ettari. Il territorio regionale risulta molto vario, alternando rilievi che rasentano i 2000 metri, colline, pianure e comprendendo anche circa 300 km di coste. È intuibile come questa conformazione geografica influisca direttamente sul clima, rendendolo perciò altamente variabile (RaFT, 2005).

attestano su 28 – 31 °C a partire dal mese di giugno e continuando in luglio ed agosto; nelle zone più continentali, dove non abbiamo azione di mitigazione del mare, vengono raggiunte massime anche di 41 – 42 °C (RaFT, 2005).

Anche a livello di distribuzione delle precipitazioni, come a livello meteorologico e climatico, la variabilità è elevata; infatti, a livello delle Alpi Apuane e dell'Appennino la media annua di precipitazione è di 2000 – 3000 mm, mentre scende fino a 600 mm nella zona costiera. In linea di massima perciò possono essere individuati due regimi pluviometrici differenti:

- Sublitoraneo appenninico, con precipitazioni modeste nel periodo invernale ed estivo e forti nel periodo autunnale e primaverile;
- Tirrenico, con il massimo di precipitazione in autunno e inverno, quantità elevate in primavera ed estati spesso siccitose; soprattutto nel periodo estivo le piogge risultano occasionali ma con breve durata e forte intensità.

Il vento invece è il risultato dell'azione contemporanea della circolazione di massa d'aria a grande scala e quelle originate nelle zone costiere; particolare attenzione va infatti attribuita proprio a quest'ultime che rappresentano le cosiddette “brezze”, molto importanti a livello locale e che spesso rappresentano i fenomeni prevalenti. Le brezze che si vengono a creare a causa di una marcata differenza di temperatura tra mare e terra (tipico del periodo estivo) generalmente diventano forti e persistenti (RaFT, 2005).

È intuibile come l'insieme delle caratteristiche climatiche e meteorologiche di una data area o dell'intera regione abbia un'elevata influenza sulla totalità delle specie vegetali presenti; la combinazione di temperatura, pioggia e vento rappresenta uno dei più importanti fattori limitanti a livello produttivo (RaFT, 2005)

2.1. Descrizione botanica della specie

Il *Vaccinium myrtillus* (Figura 3) è un arbusto deciduo, rizomatoso, che può raggiungere un'altezza di 45 cm; presenta rami di sezione triangolare, molto ramificati, con accrescimento verticale, glabri, di lunghezza compresa tra 10 e 45 cm, di colore variabile dal verde, quando giovani, al rosso – marrone fino al grigio, quando vecchi e lignificati (Ritchie, 1956).



Figura 3: *Vaccinium myrtillus*

Le foglie, generalmente portate all'apice dei rami da un picciolo di 1 mm, sono semplici, alternate e glabre, di colore verde chiaro con una venatura reticolata nella pagina inferiore, con lamina dimensioni di 10 – 15 x 20 – 26 cm, forma da ovata a lanceolata o ellittica, con margini seghettati (Ritchie, 1956).



Figura 4: fioritura di mirtillo nero

I fiori, di colore rosa carico tendente al rosso (Figura 4), sono di forma urceolata, solitari (raramente si ritrovano in coppia), penduli e portati su peduncoli glabri di colore rossastro e lunghi 4 – 7 mm, posizionati all'ascella delle foglie; la corolla, di dimensione 4 – 6 x 5 – 7 mm, è data dalla fusione dei petali che creano 5 piccoli lobi; anche il calice risulta formato dalla fusione dei sepali. L'androceo

è formato da 10 stami, deiscenti apicalmente, portati da filamenti glabri, completamente racchiusi nella corolla; il gineceo presenta un ovario infero il cui pistillo invece fuoriesce dalla corolla stessa (Ritchie, 1956; Ronchieri e Mazzei, 1997).

Il frutto, che si ritrova singolarmente, è una bacca sferica di 5 – 8 mm di diametro e con colorazione variabile dal viola scuro al blu scuro (Ritchie, 1956).

2.2. Descrizione dell'ambiente di crescita

Il termine “vaccinieto” è utilizzato per indicare una formazione vegetale nella quale la specie predominante è quella del *V. myrtillus*, accompagnato spesso dal *Vaccinium gaultherioides* Bigelow. (falso mirtillo) e da altre specie arbustive. La diffusione di questa formazione vegetale interessa principalmente le aree alpine e gli Appennini Centrale e Settentrionale, a partire da un'altitudine minima di circa 800 m s.l.m (Ronchieri e Mazzei, 1997).

I vaccinieti si sviluppano generalmente nelle aree alpine – subalpine e appenniniche in cui la vegetazione boschiva tende a sparire. È possibile ritrovare queste formazioni però anche in castagneti e querceti, dove si creano le migliori condizioni di crescita e sviluppo; il mirtillo nero infatti predilige terreni acidi (Bounous, 2009; Ronchieri e Mazzei, 1997).



Figura 5: esempio di vaccinieto

L'areale di crescita in Italia interessa le Alpi e buona parte dell'Appennino Tosco – Emiliano, comprendendo entrambi i versanti e le province di Pistoia, Lucca e Modena. Esiste quindi un'ampia distribuzione altitudinale nella quale possiamo avere la presenza di mirtillaie; quest'ultime tendono principalmente ad occupare aree di terreno scoperto come piste da sci o sentieri (Ronchieri e Mazzei, 1997).

Al di sopra del limite della vegetazione boschiva il *V. myrtillus* tende a formare delle brughiere, nelle quali lo ritroviamo, come detto, assieme al falso mirtillo. Proprio quest'ultimo rappresenta un problema importante per il mirtillo nero, pregiudicandone diffusione ed espansione dell'areale (Ronchieri e Mazzei, 1997).

Il pascolamento inoltre rappresenta un ulteriore limite in termini di accrescimento per il mirtillo nero; in quelle zone in cui questa attività non è più presente o quantomeno risulta minore al passato, si nota invece una nuova colonizzazione (Ronchieri e Mazzei, 1997).

2.3. Aspetti fenologici

Lo sviluppo fenologico, come in tutte le specie vegetali, è influenzato sia dal clima sia da latitudine e longitudine. In media, la ripresa vegetativa inizia nel periodo tra marzo ed aprile, con la produzione dei nuovi germogli (Nestby *et al.*, 2010).

Il *V. myrtillus* presenta tre tipi di gemme: gemme a legno, che alla loro rottura formano solamente un germoglio vegetativo; gemme a fiore, che generalmente formano un solo fiore; gemme miste, che formano un fiore ed un germoglio laterale. Tutte le gemme risultano protette da due brattee (Nestby *et al.*, 2010).

Le gemme a fiore sono portate sui rami di un anno e generalmente posizionate all'ascella delle foglie; all'interno di essa svernano gli abbozzi fiorali, sviluppati l'anno precedente alla fioritura. In primavera, quando si manifestano le migliori condizioni climatiche, avviene la rottura delle gemme e la fioritura, in un periodo compreso tra maggio a giugno (Nestby *et al.*, 2010).



Figura 6: impollinazione entomofila

L'impollinazione può essere entomofila (Figura 6) oppure autogama, anche se non è chiaro in che percentuale sia divisa tra le due; secondo Nestby *et al.* (2010) però i fiori in cui è avvenuta l'impollinazione incrociata, grazie agli

insetti, sviluppano frutti che presentano semi più numerosi e fenomeni di aborto inferiori. La maturazione dei frutti viene completata normalmente in un periodo di circa 50 giorni, a partire dalla fioritura (Nestby *et al.*, 2010).

L'intero periodo di attività vegetativa e produttiva ha una durata di circa 5 mesi; a latitudini crescenti e a temperature minori, ovviamente lo sviluppo tende ad essere ritardato (Nestby *et al.*, 2010).

3. Il calafate di Tierra del Fuego

Il genere *Berberis* è ben presente in Patagonia con 16 specie differenti di arbusti nativi. Tuttavia, secondo una classificazione effettuata successivamente da Landrum (1999), il numero di specie risulta minore; questo infatti raggruppa *B. buxifolia*, *B. microphylla* e *B. heterophylla* in un'unica nomenclatura, *Berberis microphylla* G. Forst, affermando che le differenze entro la stessa specie non sono costanti tali da giustificare il “livello” di specie (Arena *et al.*, non pubblicato).

Le specie vegetali originarie della Patagonia hanno sempre avuto contributo fondamentale sull'alimentazione e la salute delle popolazioni indigene. Storicamente sappiamo che le popolazioni “Ona” di *Tierra del Fuego*, originarie dell'America meridionale, utilizzavano il frutto fresco ed il legno per la realizzazione di frecce e utensili; I “*Teuelches*”, tribù di nativi americani stanziati in Patagonia, ottenevano una bibita a base di acqua e frutta tritata e spremuta, senza processi di fermentazione (Arena *et al.*, non pubblicato).

Il calafate è riconosciuto come fonte di alcaloidi quali la berberina e l'antocianina, con applicazione mediche e tintorie; inoltre le foglie, la corteccia ed il legno possono essere utilizzate per le proprietà astringente, febbrifuga, digestiva, rinfrescante e lassativa, oltre che per affezioni epatiche. Grazie proprio a queste caratteristiche, questa specie, ricopre un ruolo importante nella cultura mapuche, nella quale il frutto viene utilizzato contro raffreddore e febbre intermittente; le radici ed il legno vengono impiegati per realizzare tonici energizzanti ed il succo, derivato dal frutto, per fini oftalmici. Il popolo Mapuche elabora inoltre una “*chicha*” e cioè una bevanda alcolica derivata dalla fermentazione del frutto, alla quale viene aggiunto “*chacai*” (*Ulex europaeus* L.); infine viene prodotto anche il cosiddetto “vino di calafate”, derivato sempre dalla fermentazione del succo, ma al quale non viene aggiunto nient'altro (Arena *et al.*, non pubblicato).



Figura 7. Mappa della Patagonia

La Patagonia è una vasta regione geografica, estesa per circa 900.000 km², che s'identifica con l'estrema cuspid meridionale del continente sudamericano, comprendendo l'Argentina e il Cile meridionali. È delimitata a Nord dal corso del Rio Colorado ed a Sud dallo Stretto di Magallanes, che la separa dalla grande isola di *Tierra del Fuego* (Treccani, 2007). Qui i rilievi diminuiscono di altezza da Ovest ad Est, come anche le piogge, andando nella medesima direzione; la complessità delle strutture geologiche occidentali e della zona centrale, si semplificano nelle *mesetas* (altipiani) orientali. L'integrazione di questi elementi permette di individuare tre grandi aree principali ed un mosaico di unità subordinate (Capua, 2007):

- Area Andina
 - Area Extrandina
 - Area Costiera
- Area Andina

L'Area Andina si localizza nell'estremo occidente della regione patagonica; si distingue per gioventù geologica, altezza dei rilievi, affioramenti rocciosi di forte pendenza, valli profonde e buona disponibilità di acqua. Tenendo in considerazione la morfologia e la dimensione di questa macroarea, è possibile dividerla in due unità subordinate: l'unità andina settentrionale è caratterizzata dalla presenza della *Cordillera de los Andes* ad Est e dalla Cordigliera del Viento ad Ovest che influenzano direttamente il clima, rendendolo più freddo e montano; le condizioni climatiche consentono il solo sviluppo di una steppa arbustiva erbacea che si accresce molto poco rispetto alla superficie rocciosa, in modo che, ad una certa distanza, la superficie montana appare come completamente nuda. L'unità

andina meridionale, dove la media altimetrica diminuisce considerevolmente ed il clima diviene più umido e piovoso, presenta invece una vegetazione molto più ricca e con altezza maggiore, quale il bosco andino-patagonico (Capua, 2007).

▪ Area Extrandina

Quest'area si estende da Ovest ad Est, a partire dalla *Cordillera de los Andes* fino alla costa atlantica, con un profilo topografico discendente in maniera scalare. In questo senso, il paesaggio integra catene montuose basse, colline ed altipiani. L'influenza topografica a livello climatico è notevole; i valori pluviometrici discendo, insieme al livello topografico, progressivamente, fino a zone in cui si registra carenza di acqua. Associati a valori superiori di precipitazioni delle aree più protette del settore occidentale, si sviluppano piccoli boschi (Capua O., 2007).

▪ Area Costiera

Il litorale patagonico presenta, a partire dal Rio Negro fino alla Bahia Buen Suceso in *Tierra del Fuego*, una chiara sequenza di fenomeni erosivi e di accumulo che originano una costa frastagliata, nella quale, a pareti ripide e scogliere, si alternano zone basse e

riviere sinuose (Capua, 2007).



Figura 8. Mappa di Tierra del Fuego

L'Isola Grande di *Tierra del Fuego* è l'unità di maggior superficie dell'arcipelago "*fueguino-magallánico*", nell'estremo Sud del continente americano. Amministrativamente risulta ripartita tra Argentina e Cile. Sebbene ancora vi siano zone non abitate, in questa isola si è manifestata un'estesa occupazione urbana e rurale. La posizione geografica, la prossimità al continente ed all'Oceano Antartico e la conformazione geologica sono i fattori che

determinano le caratteristiche del paesaggio di *Tierra del Fuego* (Coronato, 2007).

Le Ande Fueghine, disposte in direzione Ovest – Est a causa della spinta esercitata dalla *Placa de Scotia* sulla quale si trovano, formano una cordigliera di bassa altura.

L'orientamento predominante O – E di suddetta catena montuosa, intercetta le masse di aria fredda e umida provenienti tanto dall'anticiclone dell'Oceano Pacifico del Sud quanto del Fronte Polare. Il contributo di un centro di bassa pressione determina così la direzione dei venti, predominando il versante O – SO. La topografia delle montagne, caratterizzata da lunghe valli, origina corridoi di vento che apportano umidità e generano fenomeni piovosi provenienti dagli oceani circostanti l'isola. Il clima perciò risulta temperato – freddo, con una temperatura media annua di 5,6°C, 9°C in estate e 2°C in inverno. Le precipitazioni sono influenzate dall'orografia, originando un gradiente di precipitazioni S – N di 1 – 1,5 mm/Km. Le precipitazioni annuali sulla costa del *Canal de Beagle*, ad Ushuaia, sono di 560 mm e nell'estremo Nord dell'area montuosa raggiungono i 400 mm. Le nevicate in altura possono manifestarsi in qualsiasi momento dell'anno, a livello del mare invece si concentrano nel periodo tra giugno a settembre (Coronato, 2007).

Le diramazioni settentrionali della *Cordigliera Fueguina* danno origine ad un sistema collinare disposto in direzione SO – NE, di bassa altitudine (200 – 600 m s.l.m.); questo sistema collinare culmina nella costa atlantica, dove forma numerosi promontori. Anche qui il clima risulta temperato – freddo con caratteristiche continentali più marcati che nelle altre aree. La temperatura media del mese più freddo e di quello più caldo è rispettivamente di -4°C e 10°C. Le precipitazioni oscillano in un range annuale di 300 – 400 mm, causate dai fronti provenienti da SO – S o per l'ingresso di masse umide da N – E, dall'Oceano Atlantico (Coronato, 2007).

Le pianure di steppa occupano la zona Nord della Provincia di *Tierra del Fuego*. Il clima della regione è sempre temperato – freddo, con influenza oceanica; le precipitazioni oscillano tra 200 e 300 mm annui, definendo questa come la zona maggiormente arida della provincia. Il costante vento in direzione O – NE produce una condizione climatica secca nel periodo estivo e di raffreddamento in quello invernale (Coronato, 2007).

Nell'estremità orientale di *Tierra del Fuego* si trova un settore conosciuto come *Península Mitre*, dove il paesaggio è occupato da pianure “torbose”. Si tratta di una vasta estensione di torbiere ombrotrofiche di colore rosso con abbondanza di stagni, circondate da macchia costiera. Il clima di questa zona è temperato – freddo oceanico con esposizione diretta ai venti umidi provenienti da Sud; questo scaturisce la più alta piovosità, tra 600 e 1000 mm annui, della parte di *Tierra del Fuego* argentina (Coronato, 2007).

Partendo dal capo *Espíritu Santo*, limite Nord di *Tierra del Fuego* nello *Estrecho de Magallanes*, fino a capo *San Diego*, situato nell'estremo orientale di *Península Mitre*, la costa si sviluppa in alte scogliere di roccia sedimentaria. La vegetazione litoranea è povera e si trova associata nelle coste del Nord alla steppa, nella zona centrale ad un mosaico di bosco deciduo e nella zona meridionale alle torbiere (Coronato, 2007).

A livello climatico l'area meridionale del Sudamerica è considerata temperata, dove il vento proveniente da Ovest gioca un ruolo fondamentale. La zona può essere divisa in due parti dal punto di vista delle precipitazioni: una parte ubicata più a Nord, tra il 38° S e 45° S, con il picco massimo di pioggia in inverno; una parte situata a Sud, tra il 45° S e il *Cabo de Hornos* di *Tierra del Fuego*, che risulta invece umida tutto l'anno e non presenta un marcato picco massimo di precipitazione. Il clima della Patagonia è influenzato essenzialmente da due fattori, il primo è l'intenso e predominante vento proveniente da Ovest ed il secondo è rappresentato dalla *Cordillera de los Andes*, che costituisce una barriera orografica perpendicolare al vento precedentemente presentato, con conseguente influenza sulla distribuzione delle precipitazioni (Cogliati e Cuello, 2007).

La regione presenta marcate differenze da Ovest ed Est riguardo al regime delle precipitazioni: la parte Ovest, dalla costa del Pacifico fino alla parte principale della *Cordillera de los Andes*, presenta precipitazioni molto più intense (al 52° S le precipitazioni ad Ovest sono maggiori a 5000 mm/anno); ad Est, a partire dalla *Cordillera de los Andes* fino all'Oceano Atlantico, abbiamo poche precipitazioni (come massimo 500 mm/anno; Cogliati e Cuello, 2007).

La velocità media annuale del vento è approssimativamente 12 m/s, con una media mensile non minore ad 8 m/s; in alcuni mesi la velocità del vento eccede i 30 m/s, questo valore aumenta spostandoci verso Sud. Facilmente intuibile è che l'effetto del vento provoca maggiore evapotraspirazione e stress alla vegetazione (Cogliati e Cuello, 2007).

Il regime di temperatura della Patagonia si caratterizza per estati fresche e inverni temperati con una media annuale di 6.5°C. La media mensile del mese più caldo (gennaio) è approssimativamente 11°C mentre quella del mese più freddo (luglio) è di 2°C (Cogliati e Cuello, 2007).

3.1. Descrizione botanica della specie



Figura 9: *Berberis microphylla*

Il *Berberis microphylla* G. Forst (Figura 9) è un arbusto perenne, rizomatoso, molto ramificato che può raggiungere un'altezza compresa tra 1 e 4 m; presenta rami con diametro fino a 3 cm, di sezione angolare, con nodi cospicui e internodi di 10

– 20 mm, di colore variabile dal rosso scuro – marrone,

quando giovani, al grigio – nero, quando vecchi; sono caratterizzati da forti spine, generalmente tripartite, rigide, appuntite, divaricate, dal castano chiaro allo scuro fino al rossastro, con lunghezza media di 5 – 25 mm, sebbene solo quella centrale si ritrovi normalmente ben sviluppata (Lorrea *et al.*, 1984; Alonso e Desmarchelier, 2006; Moore, 1983).

Le foglie sono fascicolate, da sessili a subsessili, glabre, di colore verde acceso nella pagina superiore, pallido in quella inferiore con venature giallastre, con lamina di dimensione 7 – 26 x 3 - 12 mm, forma da oblanceolata – obovata a ovata – ellittica, di consistenza coriacea, mucronate all'estremità e con margine liscio (Lorrea *et al.*, 1984; Moore, 1983).

I fiori, giallo – arancio, sono solitari e pedicellati (6 – 25 mm), con diametro di 10 mm; il calice è formato da 3 sepali esterni (6,5 x 4 mm) e 3 sepali interni (8,5 x 5 – 7 mm) tutti obovati, di colore giallo; la corolla è composta di 6 petali (6 x 4 mm), arancio, che presentano 2 ghiandole nettariifere basali fusiformi ognuno. L'androceo è composto da 6 stami (5 mm) opposti ai petali, di deiscenza opercolare, con connettivo arrotondato o apiculato e filamento privo di appendici laterali; i granuli pollinici sono sferici, tricolpati di circa 40 µm di diametro e numerosi (Radice e Arena, 2016). Il gineceo, monocarpellare, di 5 mm (altezza) x 2,5 mm (diametro), presenta ovario supero subgloboso, uniloculare con numerosi ovuli; lo stigma, sessile o subsessile, presenta abbondante secrezione già prima

dell'inizio dell'antesi e permane per due terzi di essa; lo stilo è molto corto o assente (Lorrea *et al.*, 1984; Moore, 1983; Arena *et al.*, 2011).

Il frutto è una bacca di 8 – 10 mm di diametro, globosa, pruinosa, con 7 – 11 semi di 0.5 x 2 mm, di colorazione verde quando immaturo e nera – blu quando già maturo (Lorrea *et al.*, 1984; Moore, 1983).

3.2. Descrizione dell'ambiente di crescita

In Argentina il calafate è distribuito a partire dalla provincia di *Neuquén* (37° LS) fino a *Tierra del Fuego* (54°8' LS), e dalla *Cordillera de los Andes* fino alla meseta patagonica, arrivando infine alla costa orientale (Arena *et al.*, non pubblicato).

Gli ambienti in cui si ritrova sono molti e diversificati, passando da zone collinari, valli e canyon alle rive di fiumi, laghi e lagune, per arrivare infine a foreste di *Nothofagus* e boschi ombrosi e umidi; a livello di altitudine, cresce sulla costa a pochi metri sul livello del mare fino a 3000 m s.l.m (Arena *et al.*, non pubblicato).

Questo arbusto viene anche utilizzato come foraggio da ovini e caprini, che si alimentano di fiori, frutti e nuovi germogli; inoltre entra a far parte della dieta di guanachi e nandù. Tuttavia, probabilmente a causa della forte presenza di spine, ai rami lignificati e alla struttura stessa della pianta, non è consumata come specie principale; grazie a questo riesce a svolgere un ruolo fondamentale per l'ecosistema, fornendo riparo per piccoli animali e altre specie vegetali, oltre a controllare i processi erosivi del suolo (Arena *et al.*, non pubblicato).

Il *B. microphylla* si ritrova in ambienti con differenti quantità di nutrienti inorganici, quali azoto (0,1 al 0,6%) e fosforo (2.2 al 47.4 ppm), nei primi 10 cm di suolo. Esistono dati storici di popolazioni sviluppatesi in suoli con orizzonte superficiali organici e con contenuto medio (%) di carbonio organico, azoto e potassio rispettivamente di 8.0, 0.6 e 0.2, nella zona di Ushuaia, in *Tierra del Fuego* (Arena *et al.*, non pubblicato).

3.3. Aspetti fenologici

Il *B. microphylla* è un arbusto perenne che è possibile considerare come “semi – sempreverde”, probabilmente a causa del duro e freddo inverno di *Tierra del Fuego*. In questo periodo le gemme, vegetative e miste, sono chiuse e protette da perule marroni – rossastre (Arena *et al.*, 2013). Appena la temperatura dell’aria è prossima a 3 – 4 °C le gemme iniziano a schiudere. In seguito inizia la distensione delle foglie, che continua fino al completamento della rosetta basale (Arena *et al.*, 2013).



Figura 10: Germogliamento

Nel periodo che precede la fioritura avviene l’accrescimento dei nuovi germogli (Figura 10), che termina nel periodo della fioritura stessa, e di tutto il sistema rizomatoso (Arena *et al.*, 2013).

La fioritura si verifica in tempi differenti, l’inizio e la durata di essa sono influenzate sia dalle caratteristiche dell’accessione stessa (fenotipo e genotipo) sia da fattori

ecologici. Sono state riconosciute sette fasi fenologiche durante il periodo di fioritura, secondo una modificazione della scala di Fleckinger: D, E, F₁, F₂, F₃, G, H. I fiori aumentano di dimensione velocemente e, circa quindici giorni dopo la loro comparsa, avviene l’antesi (Arena *et al.*, 2011).

I bottoni florali di colore verde appaiono nella parte basale della rosetta di foglie; l’allungamento del pedicello e l’aumento di diametro del bottone stesso avvengono rapidamente (Fase D, Figura 11); l’allungamento del pedicello termina nel momento in cui la struttura florale raggiunge il 90% della



Figura 11: Fase C – D



Figura 12: Fase E

dimensione totale. Questa fase generalmente si manifesta nella prima metà del mese di ottobre. Quando l'allungamento del pedicello termina, i bottoni fiorali diventano di colore giallo ed entrano in un periodo di pre – antesi (Fase E, *Figura 12*); in questa fase gli stami mostrano ancora antere non deiscenti, vicine allo stigma; solitamente il periodo di riferimento è la seconda metà del mese di ottobre. L'antesi inizia quando, i sepali prima ed i petali poi, si aprono dal centro del fiore verso l'esterno, lasciando i pistilli esposti (Fase F₁). Successivamente, i sepali si dispongono in una posizione di 90° rispetto all'asse florale, mentre i petali continuano a circondare parzialmente gli organi fiorali; gli stami seguono il movimento dei petali (Fase F₂). La senescenza dei petali è una caratteristica che indica il termine dell'antesi (Fase F₃); la lunghezza di questa fase è strettamente ricollegata alle condizioni climatiche. La caduta dei petali (Fase G) è una fase molto corta, solo 2-4 giorni, che prosegue fino all'esposizione completa dei frutti (Fase H). Quindici giorni dopo la rottura delle gemme tutti i fiori sono generalmente nella fase di caduta dei petali (Arena *et al.*, 2011; Arena *et al.*, 2013).

Una volta che l'allegagione è avvenuta e gli ovari cominciano ad accrescere, ha luogo una fase di rapido accrescimento dei frutti; allo stesso tempo la buccia assume il colore viola. Al termine di questa fase la dimensione del frutto può variare molto, anche in base alle condizioni climatiche. In seguito abbiamo un periodo di accrescimento lento in cui il frutto diviene di forma tonda. Infine si verifica una seconda fase di accrescimento rapido con la quale il frutto termina il suo accrescimento (Arena *et al.*, 2013).



Figura 13: Maturazione fisiologica dei frutti

Durante la seconda fase di accrescimento rapido, il frutto presenta il 50% della buccia di colore viola, acquistando la maturità fisiologica (*Figura 13*); successivamente comincia l'accumulo di zuccheri e la colorazione viola incrementa fino a coprire l'intera superficie (Arena *et al.*, 2013).

Al termine della stagione produttiva i germogli concludono l'accrescimento, le nuove foglie completano la distensione e divengono di color verde scuro, le vecchie invece ingialliscono, cadono (parziale senescenza) e la pianta entra nel periodo di riposo vegetativo invernale (Arena *et al.*, 2013).

4. Caratteristiche dei frutti di mirtillo e calafate

Mirtillo. Grazie alle innumerevoli caratteristiche e proprietà, è sicuramente uno dei prodotti spontanei di maggior pregio presenti sul territorio italiano. Queste qualità storicamente sono sempre state radicate nella cultura popolare ed attribuite non solo ai frutti bensì anche alle foglie. I frutti generalmente erano utilizzati freschi ma anche essiccati, mentre le foglie infuse per ottenere bevande e decotti a scopo medicamentoso (Nestby *et al.*, 2010; Melegari e Albasini, 1988).

Oggi diversi studi hanno sottolineato come i prodotti di questa specie spontanea abbiano numerose proprietà: astringente; antistaminica, antisetica, antimicrobica e antidiarrea. L'insieme di queste proprietà va a formare quelle che sono considerate le qualità nutraceutiche del mirtillo spontaneo; queste sono scaturite dalla forte abbondanza di antiossidanti naturali e svariati principi attivi quali: polifenoli, tannini, pectine e terpeni (Nestby *et al.*, 2010; Ancillotti *et al.*, 2016).

I polifenoli in particolare, presenti in alte concentrazioni nei frutti di mirtillo, sono dei metaboliti secondari prodotti dalle piante e conosciuti proprio per le proprietà anticancerogene, antinfiammatorie, antipertensive oltre che antimicrobiche. Studi hanno evidenziato come gli antociani siano la classe di polifenoli maggiormente presente nelle bacche di mirtillo spontaneo. La suddetta classe di polifenoli in particolare è considerata un importante indicatore per la valutazione della qualità (Ancillotti *et al.*, 2016; Ronchieri e Mazzei, 1997).

Oltre all'insieme di queste molteplici proprietà benefiche e salutari, i frutti di mirtillo presentano un elevato valore commerciale; sono infatti molte le industrie interessate a tale prodotto, partendo da quella alimentare per arrivare a quelle farmaceutiche e cosmetiche. Nel dettaglio, proprio gli antociani, hanno interessanti proprietà tintorie ed aromatiche (Ronchieri e Mazzei, 1997).

In conclusione è bene considerare quelli che sono i fattori limitanti per questa specie. Uno dei più importanti è sicuramente il *V. gaultherioides* o “falso mirtillo” che cresce e sviluppa nel medesimo ambiente; quest’ultimo, oltre a limitare lo sviluppo e l’ampliamento dell’areale di crescita, è caratterizzato da proprietà organolettiche scarse e non comparabili a quelle del mirtillo spontaneo e presenta un contenuto molto inferiore in polifenoli e conseguentemente in antociani (Ancillotti *et al.*, 2016; Ronchieri e Mazzei, 1997).

Calafate. Presenta anch’esso frutti con elevato valore nutrizionale, derivato dall’alto contenuto di acidi organici e composti antiossidanti. Grazie alle caratteristiche peculiari, a quelle nutrizionali e nutraceutiche, il calafate viene considerato un alimento funzionale con ottime proprietà (Arena *et al.*, non pubblicato).

Attraverso la valutazione del colore dell’epidermide dei frutti viene impostata la raccolta; essendo di fatto un frutto aclimaterico, questo non accumula composti zuccherini durante la conservazione. È necessario quindi procedere a tale pratica solamente nel momento in cui è stata raggiunta la piena maturazione, in modo da ottenere il contenuto zuccherino più elevato possibile (Arena *et al.*, non pubblicato).

In letteratura è possibile trovare dati relativi alle caratteristiche dei frutti al momento della piena maturazione e quindi della raccolta; il contenuto in solidi solubili è mediamente di 20 °Brix, l’acidità assume valori variabili da 3 a 3,4% (espressa come acido malico) e perciò superiore a numerose altre specie da frutto, ed infine il pH risulta mediamente di 3-3,4 (Arena *et al.*, non pubblicato).

Secondo analisi pomologiche, allo stesso modo di altre specie spontanee, i frutti di calafate presentano buone proprietà nutraceutiche attribuite agli elevati quantitativi di antiossidanti; l’elevato contenuto di antociani che, come per il mirtillo, conferiscono proprietà anticancerogene, antinfiammatorie e antimicrobiche (Arena *et al.*, non pubblicato; Nestby *et al.*, 2010).

Parte B – Indagine sperimentale

5. Introduzione

Alla luce di quanto emerso dall'indagine conoscitiva è stata sviluppata una sezione sperimentale nella quale si studiano direttamente le caratteristiche delle filiere prese in esame e gli aspetti pomologici dei frutti.

In questa seconda parte dell'elaborato infatti sono inserite le metodologie utilizzate per l'ottenimento delle informazioni e dei dati necessari. Inizialmente sono presenti le indagini portate avanti per descrivere le filiere di entrambe le specie, successivamente sono esposti i risultati ottenuti dalle analisi di laboratorio dei frutti ed infine una discussione degli stessi.

6. Materiali e metodi

6.1. Studio di filiera

Uno degli scopi del lavoro di tesi è quello di effettuare una valutazione ed una comparazione delle due differenti filiere per osservare quelli che sono i punti in comune e le differenze tra i sistemi oggetto di studio. Tenuto in considerazione che, informazioni e dati relativi ai sistemi produttivi e di raccolta di mirtillo e calafate non sono facilmente reperibili in pubblicazioni e/o articoli scientifici, è stato effettuato uno studio di filiera. Questo è stato sviluppato tramite interviste rivolte direttamente a ricercatori, raccoglitori ed imprese di trasformazione e commercializzazione dei due prodotti. Seguendo il medesimo schema, inserito e consultabile come *Allegato 1* in questo capitolo, sono state poste numerose domande al fine di ottenere il maggior numero di informazioni su entrambi i sistemi. L'obiettivo principale è quello di individuare le peculiarità, i punti di forza e gli aspetti critici relativi alle filiere, in modo da effettuare una descrizione ed un confronto quanto più completi e chiari possibile.

Per quanto riguarda il mirtillo sono state effettuate 3 interviste riguardante la sua filiera: le prime due ad aziende che trasformano e commercializzano principalmente i prodotti derivati dalla lavorazione del frutto; entrambe sono localizzate nella Provincia di Pistoia, in Abetone e più precisamente sono l'azienda artigiana "*Il baggiolo*" e la cooperativa "*L'Erbolaio*". L'ultima intervista è stata rivolta ad una raccoglitrice che attua tale

dall'infanzia ed è a conoscenza del funzionamento dell'intero sistema di filiera oltre che dei cambiamenti che si sono verificati negli anni intorno a questa specie.

Riguardo al calafate la prima intervista sul sistema di raccolta e produzione è stata realizzata con il proprietario dell'azienda *Chacra "Don Neno"* situata in *Los Antiguos*, nella provincia di *Santa Cruz*, Argentina. La persona in questione acquista, trasforma e commercializza prodotti ottenuti da frutti di calafate. La seconda intervista è stata rivolta invece ad un dottore agronomo di origine argentina.

Argomenti indagati per lo studio di filiera del mirtillo e del calafate

Caratteri storici

- La pratica della raccolta ed impiego dei frutti
- Evoluzione della filiera nel tempo

Aspetti geografici

- Caratteristiche dell'areale di distribuzione e differenze odierne rispetto al passato

Aspetti botanici ed ambientali

- Differenze ambientali tra le zone di raccolta
- Differenze tra piante e frutti prodotti delle diverse zone di raccolta
- Epoca di fioritura; epoca di maturazione ed inizio della raccolta
- Quantità e qualità dei frutti raccolti in relazione alle condizioni climatiche annuali: temperatura, intensità e distribuzione delle precipitazioni (neve e piogge)

Aspetti culturali ed economici

- Nomi comuni attribuiti
- Manifestazioni o feste dedicate
- Descrizione degli operatori coinvolti nella filiera (dalla raccolta alla vendita): età, sesso, provenienza, livello di istruzione
- Dimensione economica odierna della filiera e volume di frutta trattata
- Determinazione del prezzo del frutto fresco e lavorato

Caratteristiche della filiera

- Legislazione
- Caratteristiche prevalenti dei raccoglitori (età, sesso, estrazione sociale...)
- Inizio e termine temporale della raccolta
- Descrizione di una giornata tipo di un raccoglitore: orari, zone di raccolta, distanze percorse e quantità raccolte
- Descrizione dei mezzi usati, della metodologia di raccolta ed eventuali perdite di frutti

Impiego del frutto: operazioni post-raccolta e lavorazione finale

- Conferimento, stoccaggio ed utilizzazione del frutto dopo la raccolta
- Destinazione prevalente della frutta raccolta e relativi prezzi di vendita
- Modalità di utilizzo, conservazione, lavorazione e trasformazione del prodotto
- Quantità di frutti utilizzati, conservati e trasformati nell'arco di un anno
- Processi di tracciabilità del prodotto

Commercializzazione e consumo

- Periodo di commercializzazione del prodotto fresco
- Destinazione principale del prodotto fresco
- Periodo di commercializzazione del prodotto trasformato
- Destinazione principale del prodotto trasformato
- Esigenze qualitative del prodotto da parte del consumatore tipo

Considerazioni finali

- Aspetti critici e fattori migliorabili della raccolta e della commercializzazione

6.2. Aspetti pomologici del mirtillo e del calafate

Mirtillo. *Aree di campionamento.* La macro-area nella quale sono stati effettuati i campionamenti di frutta di mirtillo è stata quella del comune di Abetone, in provincia di Pistoia (PT). Per ottenere risultati più indicativi possibile, sono state selezionate 3 aree (denominate “mirtillaie”) storicamente e tipicamente vocate alla raccolta del mirtillo (Tabella 1): Libro Aperto, Monte Gomito e Selletta

Tabella 1: Aree di campionamento, altitudine media e relative coordinate GPS

Fattore	Libro Aperto	Monte Gomito	Selletta
Coordinate	N44°07.440’	N44°07.592’	N44°07.660’
GPS	EO10°38.600’	EO10°38.582’	EO10°38.722’
Altitudine media	1580 m	1825 m	1834 m

In ogni singola mirtillaia sono stati raccolti i dati per 2 anni, biennio 2014 – 2015 e seguite le fasi di inizio fioritura, piena fioritura, inizio maturazione e fine maturazione; infine sono state selezionate 5 sotto-aree o sub-mirtillaie, delimitate con reti (Figura 14), denominate ognuna diversamente con lettere dell’alfabeto ed effettuate rispettivamente 5 repliche.



Figura 14: Delimitazione delle sub-mirtillaie

Ogni sotto-unità è stata dimensionata in 9 m² di area e distanziata dalle altre di almeno 15 m; tale distanza minima è un accorgimento metodologico per escludere la possibilità di effettuare campionamenti da due parti aeree della stessa pianta propagatasi per rizoma (Albert *et al.*, 2003).

Ogni mirtillaia inoltre è stata caratterizzata con coordinate GPS e note geografiche quali altitudine ed esposizione, utilizzando un navigatore satellitare *Garmin Geko 301*; infine sono stati indicati portamento delle piante di mirtillo e flora prevalente.

Analisi dei frutti. In campo, per ogni sub-mirtillaia, sono stati prelevati circa 100 campioni di mirtillo nero necessari per le analisi di laboratorio. Ogni frutto è stato analizzato per la determinazione dei seguenti parametri caratteristici: peso, dimensioni, colorazione

epidermide e durezza al durometro. Inoltre sono state effettuate analisi di laboratorio per determinare: RSR, pH, acidità titolabile e contenuto idrico.

Peso. Ogni singolo frutto è stato pesato utilizzando una bilancia elettronica *Sartorius TE 150s*, caratterizzata da una portata massima di 150 g ed una range di lettura fino ad 1 mg. Questo è stato effettuato per determinare il peso fresco dei campioni, espresso in grammi.

Contenuto idrico. Al fine di ottenere il contenuto idrico i frutti sono stati essiccati tramite liofilizzatore modello *Modulvo Freeze Dryers*; si è continuato con la liofilizzazione fino a quando il peso non è divenuto stabile, ottenendo così il contenuto idrico espresso come percentuale di acqua.

Dimensioni. Utilizzando un calibro a corsoio *OMC Fontana* sono state misurate le dimensioni e più precisamente valutati diametro ed altezza massima, espressi in millimetri.

Colorazione dell'epidermide. Per mezzo di un colorimetro *Chromameter Minolta CR 200* e il relativo software informatico è stata determinata la colorazione dell'epidermide dei frutti. I dati ottenuti dall'analisi sono sotto forma di coordinate colorimetriche " L, a, b ", dove L indica la lucentezza della superficie, a le coordinate nella scala di colorazione dal rosso al verde e b le coordinate nella scala di colorazione dal giallo al blu. Inoltre è stato utilizzando "*Chroma*", secondo la formula $(a^2+b^2)^{1/2}$, per valutare la saturazione del colore.

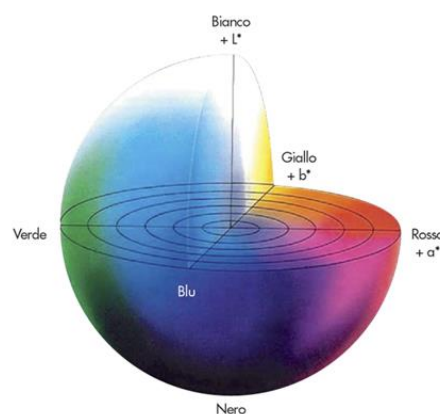


Figura 15: Spazio colorimetrico CIELab

Durezza al durometro. La valutazione della durezza è stata eseguita mediante l'utilizzo di un durometro digitale per frutta, modello 53205SW, ed il relativo supporto, modello 53205D. Il valore è stato espresso come forza (g) necessaria per causare la deformazione del frutto di 2 mm.

Residuo Solido Rifrattometrico (RSR). I solidi solubili totali sono stati determinati a partire dal succo fresco dei frutti campioni attraverso un rifrattometro manuale *N-1 Atago*. Lo strumento utilizzato è caratterizzato da una scala Brix % compresa in un range 0...32 ed una divisione Brix % di 0,2; i solidi solubili totali quindi sono stati espressi in ° Brix.

pH ed acidità titolabile. Un quantitativo di circa 15 grammi di frutta fresca è stato frullato ed i relativi succo e polpa sono stati posti in un volume di acqua distillata pari a 150 ml; successivamente l'intera soluzione è stata filtrata. Il pH è stato determinato in triplicato con un pHmetro *Crison Basic 20*, dotato di una variabilità di misura in una scala 2...16. La soluzione è stata utilizzata per la determinazione dell'acidità titolabile tramite titolazione con NaOH 0,1N, fino a pH di 8,1; l'acidità, ottenuta mediante 3 repliche, è stata espressa come meq/100 g di polpa fresca.

Analisi statistica. I dati ottenuti dalle analisi dei frutti sono stati analizzati e rielaborati utilizzando il software di analisi statistica *IBM SPSS Statistics 23*. È stata eseguita l'analisi della varianza (ANOVA) e le medie statisticamente significative separate per valori di $p < 0,05$ tramite *Test di Duncan*.

Calafate. Riguardo ai frutti di questa specie non è stato possibile effettuare direttamente le analisi pomologiche necessarie. A questo proposito sono stati ricercati in tutti i maggiori motori di ricerca di letteratura scientifica ed accademica (es. *Scopus*, *Google Scholar*, *Web of Science*), studi inerenti all'argomento, pubblicati e disponibili, ritrovandone 6 con informazioni relative ai frutti (Arena e Curvetto, 2008; Arena *et. al*, 2011; Arena *et. al*, 2012; Arena *et. al*, 2013; Arena *et. al*, 2014). È stato così possibile ottenere una quantità di dati sufficienti, relativi ad analisi pomologiche di frutti di calafate, per sviluppare tale argomento dell'elaborato.

I frutti analizzati sono stati raccolti manualmente in una popolazione di piante di *B. buxifolia* situata in *Tierra del Fuego - Argentina* nei pressi della città di *Ushuaia*, con coordinate geografiche di 54° 48' S e 68° 19' W, area tipicamente vocata alla crescita di tale specie. Relativamente all'area di campionamento sono stati registrati i dati meteorologici più rilevanti quali temperatura, umidità e pioggia, attraverso la stazione meteorologica del CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas), in Argentina. La raccolta e le analisi dei frutti sono proseguite per circa 3 anni, a partire dall'anno 2004 fino ad arrivare alla stagione 2007.

In laboratorio sono state effettuate le relative analisi pomologiche, tramite le quali sono stati valutati molti parametri tra cui quelli utilizzati in questo elaborato sono: peso fresco, peso secco, diametro, residuo solido rifrattometrico ed acidità titolabile.

7. Risultati

7.1. Studio di filiera del mirtillo

Mirtillo. Intervista all'azienda "*Il Baggiolo*". L'azienda in questione nasce nel 1981 ed oggi può contare 4 soci oltre ad alcuni dipendenti; l'attività principale è rivolta alla trasformazione dei frutti di mirtillo e alla commercializzazione dei relativi prodotti ottenuti.

La raccolta del mirtillo è una pratica diffusa nell'area dell'Appennino tosco-emiliano già a partire dal 1800 e diffusa sempre più negli anni grazie alle numerose ricerche e studi che hanno messo in risalto le numerose proprietà benefiche e che hanno aumentato l'interesse per tale prodotto.

La raccolta del mirtillo nero dell'Abetone inizia generalmente dalla fine di giugno nelle zone più basse (1.300 m s.l.m) e prosegue fino al mese di settembre inoltrato nelle zone più alte (oltre 1.800 m s.l.m), riuscendo ad arrivare anche ad ottobre in particolari condizioni climatiche. Il decorso della stagione infatti ha una forte influenza sia a livello quantitativo che qualitativo sull'intera produzione dell'anno; un'elevata piovosità consente ai frutti di accrescersi molto a discapito però del tenore zuccherino e conseguentemente del sapore mentre, la forte siccità consente la produzione di frutti molto dolci ed aromatici ma con una resa al processo di trasformazione molto bassa. Inoltre le gelate che si manifestano nel periodo primaverile rappresentano un importante fattore limitante; queste infatti possono compromettere fortemente la fioritura e quindi buona parte della potenziale produzione. Inversamente la presenza di neve fino a primavera inoltrata mantiene riparate le piante riuscendo così a preservare la produzione. In generale non è possibile individuare delle differenze pomologiche ed organolettiche tangibili tra i mirtilli raccolti nelle diverse zone dell'Abetone e nell'intero Appennino tosco-emiliano.

I raccoglitori sono principalmente persone adulte o anziane, prevalentemente di sesso maschile a causa del duro e faticoso lavoro necessario per attuare tale pratica; esiste però un rinnovato interesse da parte di giovani che hanno compreso il potenziale ed il valore di questa risorsa presente spontaneamente in natura. Conseguentemente a questo è possibile ipotizzare in futuro una sempre maggiore offerta di mirtillo sul mercato.

L'azienda acquista il frutto fresco direttamente dai raccoglitori della zona, con i quali decide anche il relativo prezzo; questo rappresenta sempre più una variabile importante all'interno della filiera poiché esistono oscillazioni anche forti da anno ad anno a causa della diversa disponibilità del frutto, dipendente dall'andamento climatico.

I mirtilli acquistati sono surgelati ed utilizzati progressivamente nel tempo; al momento della trasformazione non avviene l'aggiunta di nessun tipo di additivo ad esclusione dello zucchero. La commercializzazione del frutto fresco interessa il periodo relativo alla raccolta, cioè i mesi di agosto e settembre; i prodotti ottenuti tramite la trasformazione

invece sono venduti durante tutto l'anno. I prodotti di maggiore rilevanza sono la marmellata ed il puro succo di mirtillo. Esiste una tracciabilità completa che inizia dal momento in cui il singolo raccoglitore effettua il conferimento della frutta all'azienda stessa; partendo da un qualsiasi tipo di prodotto e perciò possibile risalire alla provenienza.



Figura 16: Confettura, puro succo e mirtilino dell'azienda "Il Bagnuolo"

conoscenza delle numerose proprietà nutraceutiche e che ricercano determinate caratteristiche qualitative; non di minore importanza è il potenziale economico rappresentato dal turismo.

Esistono alcune problematiche relative alla regolamentazione della raccolta del mirtillo; l'intera area di raccolta si trova infatti suddivisa tra le regioni Toscana ed Emilia Romagna. Nella prima non è ancora presente una regolamentazione specifica ai riguardi della raccolta; chiunque sia in possesso del relativo permesso può procedere con tale pratica una volta dato il via dalla Guardia Forestale. In Emilia Romagna invece esiste una

L'acquisto di prodotti a base di mirtillo riguarda consumatori affezionati che sono a

regolamentazione pensata ad hoc che consente la raccolta del mirtillo ai soli residenti della regione ed in zone strettamente delimitate. Infine negli ultimi anni si è diffusa sempre più la pratica della manodopera clandestina che, a dispetto delle regolamentazioni vigenti, rappresenta un elemento di disturbo non di poco conto.

Intervista all'azienda "*L'Erbolaio*". È una cooperativa nata nel 1980 ed oggi costituita da 25 soci, la maggior parte dei quali è rappresentato da piccole aziende agricole che praticano anche la raccolta di mirtillo.

Tornando indietro nel tempo di 2-3 generazioni è possibile trovare informazioni riguardanti la raccolta del mirtillo nero; è affermato infatti che questa pratica sia diffusa da molto tempo nell'areale dell'Abetone. L'importanza dell'intera filiera è aumentata col passare degli anni, sempre più; inizialmente il frutto era raccolto e sfruttato solamente tal quale come prodotto fresco. Successivamente, con l'ingresso di tecnologie di lavorazione e conservazione sono nate aziende di trasformazione che hanno non solo richiamato nuovo lavoro ma ha consentito una maggiore diffusione del prodotto a livello regionale, ampliando fortemente tutto il sistema. Abbiamo assistito ad una modificazione dell'areale interessato alla raccolta che, rispetto al passato, è cambiato molto ed ha visto una graduale diminuzione in termini di espansione; uno dei fattori che ha causato questo fenomeno è la sempre minore attenzione, manutenzione e pulizia delle aree boschive che ha consentito così lo sviluppo di specie arboree ad alto fusto, deprimendo la crescita del mirtillo spontaneo; inoltre la diffusione continua e costante nel tempo del più vigoroso falso mirtillo (*Vaccinium uliginosum* L. subsp. *gaultherioides* (Bigelow)), ha contribuito in maniera importante all'occupazione delle aree ottimali per lo sviluppo del mirtillo nero.

La maturazione dei frutti inizia generalmente a partire da fine luglio e si protrae almeno fino a settembre. Al fine di ottenere la miglior qualità, sarebbe auspicabile effettuare la raccolta più tardi possibile, aspettando anche la prima settimana di agosto; la raccolta di frutti non maturi infatti non consente una buona lavorazione e influisce negativamente sulle proprietà del prodotto. Il grado e il periodo di maturazione dipendono molto dalle condizioni climatiche e dal tipo di stagione verificatasi e le differenze tra frutti delle diverse annate possono essere infatti marcate. L'elevata piovosità, osservata ad esempio nell'anno 2014, ha contribuito alla formazione di frutta di dimensioni maggiori ma con un eccessivo contenuto di acqua, conferendo scarsa conservabilità, contenuto zuccherino basso, scarso sapore e bassa resa in succo; annate siccitose ed eccessivamente calde come

quella del 2015, causano invece un abbattimento della produzione arrivando fino ad una perdita del 70%. Altro fattore da considerare sono le gelate primaverili che possono creare importanti danni ai fiori e conseguentemente alla produzione di frutti. Secondo l'intervistata, in linea generale non sono tangibili le differenze tra i frutti delle diverse mirtille dell'Appennino tosco-emiliano.

L'apertura del periodo di raccolta è deciso a livello provinciale avvalendosi di personale qualificato nella valutazione del grado di maturazione dei frutti e seguendo i consigli e le direttive dettati dagli stessi raccoglitori e aziende. Le provincie interessate alla raccolta e localizzate nell'Appennino tosco-emiliano sono Pistoia, Lucca, Bologna, Modena e Reggio Emilia. Nel periodo di riferimento alla raccolta esistono, nelle suddette provincie, varie manifestazioni e feste organizzate a tal proposito, come appunto il "Festival del Mirtillo" dell'Abetone.

I raccoglitori sono maggiormente di sesso maschile a causa del faticoso lavoro, con età media di 50 anni; negli ultimi anni però si è manifestato un forte nuovo interesse alla raccolta anche da parte di giovani tornati alla pratica dell'agricoltura favorito anche dalla crisi economica. Recentemente è emerso un nuovo problema a livello della raccolta, la manodopera clandestina; questa, generalmente costituita da individui extracomunitari, causa una forte interferenza e forti ripercussioni sull'intero sistema di produzione, principalmente a causa della raccolta di frutti non ancora maturi e con modalità non corrette tali da provocare danni alle piante. Il prezzo del frutto fresco non è stabile ma dipende dalla stagione e perciò dalla quantità di frutta presente; è possibile però definire un intervallo di prezzo variabile da 2,5 a 4€/kg di frutta fresca. La variabilità di prezzo è dovuta inoltre alla non collaborazione delle aziende trasformatrici presenti nella zona che, invece di costituire un fronte unico di acquisto, procedono come singole entità.

L'azienda in questione lavora annualmente un quantitativo di frutta fresco di 80 – 100 q, producendo diversi tipi di prodotti; i più importanti e maggiormente venduti sono la marmellata, il puro succo di mirtillo ed il mirtillino, liquore a base di mirtillo nero. I mirtilli utilizzati per la produzione di tali prodotti sono congelati e utilizzati via via nel tempo; anche a livello di trasformazione infatti non sarebbe possibile lavorare solo frutta fresca, a causa della forte concentrazione di produzione nel periodo estivo; questo è inoltre necessario per attuare una produzione continuativa nell'intero anno; il frutto viene quindi utilizzato tal quale e la pulizia viene effettuata con una macchina ad aria compressa che

elimina materiali inquinanti come foglie e rami; i frutti non sono lavati in modo da evitare un aumento in contenuto idrico non ricercato ma anzi dannoso durante la surgelazione e lavorazione; per l'ottenimento di marmellate il frutto viene addizionato allo zucchero e fatto bollire in pentola senza l'aggiunta di pectine; per gli altri prodotti i frutti vengono messi in dei torchi e lo schiacciamento dato dal peso stesso consente l'estrazione del succo; la polpa rimasta viene utilizzata per la produzione di marmellata. Esistono altri prodotti ottenuti con procedimenti diversi, quali mirtilli sciropati, bibite, sciroppo e miele aromatizzato al mirtillo. Tutti i prodotti sono ottenuti utilizzando frutta congelata e senza aggiunta di additivi. La commercializzazione avviene attraverso il punto di vendita diretta e nel raggio di 50 km in negozi dell'area dell'Abetone; l'azienda non dispone però di una rete di rappresentanti alla vendita. La forte vocazione al turismo della zona sicuramente rappresenta un importante fattore anche a questo livello. Ad oggi anche internet rappresenta un importante canale di vendita.



Figura 17: Marmellata, puro succo e mirtillino della cooperativa "L'Erbolaio"

Il prodotto fresco viene commercializzato solo nel periodo estivo relativo alla raccolta mentre i trasformati hanno una buona commercializzazione nell'intero arco dell'anno. I prezzi di vendita della marmellata, del puro succo e del mirtillino sono rispettivamente di 4€, 5€ e 15€ (bottiglia da 700ml).

La sempre maggiore attenzione dei consumatori alla qualità e alla provenienza del prodotto ha creato una clientela molto esigente ed informata; molto ricercati sono la genuinità e la garanzia di un prodotto qualitativamente ottimo. I consumatori perciò sono disposti a pagare determinati prezzi coscienti della qualità di tali prodotti e grazie alla fidelizzazione avvenuta nel tempo, alla serietà dell'azienda ed all'elevata qualità questo rapporto si è rafforzato sempre più.

Esiste una forte tracciabilità del prodotto: ogni partita viene denominata con i dati del raccoglitore e la data di raccolta, in modo da creare ogni volta un lotto che sarà presente nell'etichetta dei prodotti finiti; in questo modo, attraverso l'etichetta ed il numero di lotto, è possibile risalire dal prodotto ai mirtilli impiegati, al giorno della raccolta e al raccoglitore stesso.

Infine, l'intervistato ritiene che la creazione di un marchio o la promozione di tali prodotti a livello regionale, rappresenterebbe un fondamentale valore aggiunto con ottime ricadute su tutta la filiera.

Intervista ad una raccoglitrice dell'Abetone. La raccoglitrice ha iniziato la pratica della raccolta di risorse spontanee con la propria famiglia, già da bambina. Oggi effettua la raccolta di molti prodotti del bosco quali funghi, fragolina di bosco, lampone, more, mirtillo nero ed altri prodotti minori, il tutto con grande passione e senso di professionalità.

La raccoglitrice riferisce che fino a 20-30 anni fa erano presenti sul territorio pochi raccoglitori ed il processo iniziava dalle altitudini minori (maturazione precoce) per spostarsi sempre più verso l'alto nel proseguo della stagione (maturazione successiva); inizialmente la raccolta era diffusa solamente nella regione Toscana mentre in Emilia-Romagna non era praticata mentre oggi è molto diffusa in entrambe le regioni. L'apertura del periodo della raccolta è stabilito da ciascuna provincia nella quale ricade l'area di raccolta, generalmente a partire dal 1° agosto ed a livello regionale in Toscana esiste solamente una regolamentazione generale. Rispetto al passato c'è stato un forte progresso e molti dei raccoglitori, contrariamente al passato vendono il mirtillo raccolto in proprio.

A livello geografico la diffusione del mirtillo è cambiata molto nel tempo e la persona intervistata ritiene che la progressiva scomparsa del pascolamento abbia causato un forte impatto negativo; gli animali al pascolo infatti non si nutrivano del mirtillo nero bensì di tutte le altre specie presenti; operando un "diserbo" naturale mentre oggi si osserva una crescente proliferazione di altre specie come la ginestra ed il falso mirtillo. La limitata manutenzione delle aree boschive ha contribuito a velocizzare tal processo di depopolamento.

L'areale di sviluppo del mirtillo nero interessa gran parte dell'Appennino tosco-emiliano, iniziando ad un'altitudine di circa 800 m, con poche e rade piante, per continuare a 1200-1300 m ed arrivare infine ad un massimo di 1500 m in terreni prevalentemente acidi.

La fioritura inizia i primi di maggio e la maturazione inizia intorno al 15 luglio, variabile in base all'altitudine e all'annata; a volte la maturazione si protrae fino ad inizio ottobre. La fase di fioritura è sicuramente la più delicata ed esposta alle condizioni climatiche, in particolar modo le gelate primaverili possono causare gravi danni ai fiori e compromettere la produzione dell'intero anno. La presenza della neve nel periodo primaverile invece costituisce una forte protezione da danni alle gemme del mirtillo nero. Nella fase di fruttificazione le grandinate estive rappresentano eventi molto pericolosi, anch'esse in grado di danneggiare in maniera importante la produzione dell'anno, causando ferite o il completo distacco dei frutti dalla pianta.

La raccolta viene effettuata con appositi attrezzi, denominati "rastrelline" che presentano varie dimensioni ed un numero di denti variabile, scelte dal raccoglitore in base alle dimensioni della pianta, alla densità della chioma, alla quantità di frutta presente e al relativo stato di maturazione. In questo modo è inoltre possibile evitare il distacco dei frutti ancora acerbi, che così possono continuare la maturazione sulla pianta. La pratica della raccolta è passata dall'utilizzo di rastrelline interamente realizzate in legno a quelle a denti in acciaio, in grado di esercitare un attrito molto inferiore con il frutto stesso. A completare l'attrezzatura troviamo cesti in legno e vimini di differenti dimensioni chiamati "gerle". La suddetta pratica, oltre ad essere molto dura e faticosa, deve essere eseguita nella maniera corretta onde evitare danni alle piante, ai frutti e la raccolta di specie inquinati quale il falso mirtillo.

Ogni raccoglitore lavora singolarmente ed il prodotto ottenuto è perciò individuale; questo perché la velocità e le capacità di raccolta possono variare molto da persona a persona, anche in base all'esperienza ed all'età: in linea generale la raccolta è una pratica molto faticosa. L'intervistata riferisce che la raccolta che riesce a garantire la miglior qualità del mirtillo è quella effettuata la mattina presto, a partire dalle 5 di mattina fino al massimo alle 11; questo perché nelle giornate estive la temperatura elevata ed il sole diretto tendono ad ammorbidire i frutti, causando problemi e danni qualitativi attraverso l'utilizzo del rastrello ed al competo disfacimento una volta posti nelle gerle. Al momento della raccolta, una volta raggiunta la mirtillaia di interesse, non è necessario spostarsi o percorrere lunghi tratti a piedi; utilizzando la rastrellina si effettua la raccolta del mirtillo che successivamente viene inserito all'interno di una gerla di piccole dimensioni; ogni volta che questa viene riempita, si procede travasando i frutti in una di dimensioni maggiori, che per praticità generalmente viene lasciata al di fuori della mirtillaia (ad esempio in

macchina). È necessario evitare scrupolosamente la raccolta del falso mirtillo che si ritrova nel medesimo ambiente di crescita; questo infatti non possiede le ricercate qualità organolettiche del mirtillo nero, causando così un deprezzamento del prodotto.

Un particolare importante rimarcato dalla raccoglitrice è che nella stessa stagione è necessario effettuare la raccolta più volte nella medesima zona, per un minimo di 3 volte; utilizzando ogni volta la rastrellina corretta: si inizia con quella a denti più radi per passare a quelle con denti più stretti per raccogliere anche i frutti più piccoli. Soprattutto durante le prime raccolte non tutti i frutti vengono presi ma vengono lasciati sulla pianta tutti quelli non ancora maturati che essendo di piccole dimensioni non vengono distaccati dai denti ed il rastrello non viene inizialmente spinto fino al fondo della pianta in modo da evitare il distacco dei frutti più interni che, vista la posizione, non sono ancora ben maturi.

La regolamentazione regionale impone un quantitativo massimo di raccolta di 70 kg/giorno/persona; questo quantitativo può essere raggiunto facilmente nei primi giorni di raccolta, in cui si manifesta la massima disponibilità di frutta, in un lasso temporale di circa 2-3 ore ma col proseguo della stagione estiva la quantità di mirtillo presente sulla pianta diminuisce notevolmente.

La raccoglitrice in questione conferisce il prodotto direttamente a negozi, ristoranti e trasformatori, già pulito tramite apposita macchina ad aria compressa e successivamente a mano, pronto per la vendita o la trasformazione; il prezzo di vendita è di 6€/kg.

Calafate. Intervista all'azienda "*Chacra Don Neno*". È una piccola azienda a conduzione familiare, situata in Los Antiguos, che non pratica direttamente la raccolta di calafate ma acquista il frutto dai raccoglitori operanti nella zona. L'azienda è di proprietà della famiglia dall'anno 1966 ma l'attività di lavorazione e trasformazione di calafate è iniziata solo nel 1997, con la produzione di marmellata e liquore.

In *Los Antiguos* il 90% dell'intero quantitativo di "trasformati" è prodotto all'azienda *Chacra "Don Neno"*; esistono altre produzioni a livello familiare ma di dimensioni molto minori. Il quantitativo totale di frutta lavorato in un anno da *Chacra "Don Neno"* è di 250 kg; in realtà la quantità di frutta presente e raccolta nell'area di *Los Antiguos* è maggiore ma le potenzialità economiche e strutturali dell'azienda permettono di trasformare questo quantitativo massimo di frutta; finché non sarà effettuata un'espansione dei locali e delle attrezzature, le quantità di frutta lavorate saranno queste. La resa in polpa di 1 kg di frutta fresca è del 30% (circa 300 g/kg) per un totale di 75 kg di polpa trasformati annualmente; questo quantitativo è così ripartito: 60% per produzione di liquore (45 kg di polpa) e 40% per la produzione di marmellata (30 kg di polpa). Questa divisione a favore del liquore è data direttamente dal prezzo di vendita, maggiore per il liquore, che permette di recuperare le perdite, a livello di prezzo, date dalla marmellata.

Una partita di frutta, acquistata direttamente dal raccoglitore, viene lavata, cucinata e successivamente inviata ad una passatrice (*Figura 18*), che separa la polpa dal grande quantitativo di semi (7-11 per frutto); questa macchina ha la capacità di processare 100 kg di polpa in 1 ora. Per la produzione di liquori il filtro utilizzato presenta fori di 1 mm mentre, per la produzione di marmellata, il filtro presenta fori di 5-6 mm. Alla fine di questa lavorazione avviene la produzione di marmellata o di liquore; la ricetta della marmellata prevede l'utilizzo di 700 g di zucchero per 1 kg di polpa mentre per il liquore viene creata una soluzione di acqua e zucchero (proporzioni e ricetta non pervenuta dal



Figura 18: Passatrice

produttore). In caso in cui la polpa non venga utilizzata immediatamente può essere conservata in frigo a temperatura di -18 °C fino a 6 mesi, 180 giorni circa. L'intera produzione è naturale, senza aggiunta di additivi chimici e/o conservanti.

La vendita dei prodotti non è stabile nei diversi anni ma oscilla molto; questo dipende soprattutto dalla quantità di turisti presenti ed interessati a tale tipo di prodotto. Nel 2014, ad esempio, tutta la produzione dell'anno è terminata anticipatamente, già nel mese di giugno.

Tabella 2: Prezzi relativi ai prodotti di calafate

Quantità	Prodotto	Prezzo
1 kg	Frutta fresca	5 €
0.25 kg	Marmellata	4,5 – 5 €
500 cm ³	Liquore	10 €

La raccolta del frutto di calafate è un'attività che esiste praticamente da sempre, a partire dalle popolazioni indigene. Oggi i raccoglitori non sono stabili, ogni anno sono differenti e non sono provenienti dalla sola zona di *Los Antiguos* ma ormai sono molti anche i turisti interessati. I raccoglitori sono perciò di tipo occasionale, singoli o a livello familiare, con diverse provenienze (zone limitrofe *Los Antiguos*, paesi confinanti come Cile e Uruguay ma anche dal resto del mondo (es. tedeschi, caso raro e particolare di un solo anno). La raccolta avviene in tutta l'areale circostante *Los Antiguos*, in *Perito Moreno*, *Lago Posadas* ed il nord ovest della provincia di *Santa Cruz*.

La raccolta ha una durata temporale di circa 30 giorni, iniziando a gennaio e protraendosi fino a febbraio. E' solo di tipo manuale, non viene utilizzato nessun tipo di equipaggiamento specifico; esiste una "tecnica" di raccolta con reti (poste sotto le piante per raccogliere il frutto che cade, come nell'olivo) e pali, utilizzati per colpire i rami della pianta per causare il distacco della frutta; questo tipo di raccolta, anche se maggiormente efficiente in termini di tempo, non lo è per le piante che vengono danneggiate, soprattutto a livello dei rami giovani, compromettendo fortemente la produzione degli anni successivi. Ogni frutto è perciò raccolto singolarmente, rendendo la pratica molto lenta e dispendiosa in termini di tempo. La grande quantità di spine inoltre complica e non poco il tutto (raccoglitori sempre feriti e con le mani "sanguinanti"). In un'ora di lavoro infatti può essere raccolta mediamente la frutta di una sola pianta (variabile in base alle dimensioni

della pianta stessa). In una giornata lavorativa di 12 ore la frutta raccolta è compresa tra gli 8 e i 10 kg totali.

Non esistono feste o festival dedicate al calafate, a differenza della ciliegia, per la quale esiste in *Los Antiguos* un festival nazionale.

L'evoluzione del turismo ed il regime delle piogge sono i due parametri fondamentali; le piogge interferiscono positivamente o meno con la produzione di frutta della stagione; un basso quantitativo di pioggia scatuisce frutti di piccole dimensioni (con medesima resa % in termini di polpa).

La manodopera ed i raccoglitori stessi sono i due fattori limitanti principali; soprattutto la mancanza sempre maggiore di persone disposte ad effettuare la raccolta avrà un forte peso su tutto il sistema. Allo stesso tempo, anche l'evoluzione futura del turismo avrà un forte impatto; un aumento potrà comportare un maggior numero di potenziali raccoglitori e consumatori di prodotti derivanti dal calafate.

Intervista ad un Dottore Agronomo del CADIC (Centro Austral de Investigaciones Científicas). Il *calafate* o *machay* è una specie diffusa in tutta la Patagonia, a partire dalla provincia di *Neuquén* fino ad arrivare in *Tierra del Fuego*; nella parte più occidentale della Patagonia risulta una delle specie maggiormente diffusa, grazie alla forte rusticità ed alla capacità di adattarsi alle più disparate situazioni di suolo e clima. Questa diffusione territoriale così ampia causa una forte differenziazione tra piante della stessa specie situate in aree completamente diverse; possiamo infatti ritrovare una grande variabilità morfologica a livello di altezza, fiori e foglie. Il *calafate* infatti è una specie molto plastica e capace di modificare la propria morfologia al fine di adattarsi in maniera ottimale alle condizioni dell'ambiente stesso.

Negli anni si è assistito però ad una continua diminuzione di *calafate* nell'intero territorio patagonico a causa dell'attività umana; L'aumento continuo della popolazione e la necessità di creare nuove infrastrutture (strade, ponti, cave, pozzi petroliferi), ha favorito questo processo di "erosione" territoriale. Nonostante questo però, negli ultimi 20 anni, l'interesse per questa specie è andato via via aumentando; ad oggi infatti c'è un forte interesse sia per l'utilizzo del frutto, tal quale o trasformato, sia a livello di studio e ricerca.

È considerato un prodotto forestale secondario, molto utilizzato sia in Argentina che in Cile, ma non ritenuto un prodotto principale. È incluso nel codice alimentare nazionale ed è perciò utilizzabile come alimento. Gli utilizzi principali sono come frutta fresca o trasformato in marmellate, conserve e succhi ma vengono prodotti svariati altri prodotti quali bevande alcoliche, gelati, dolci in genere, fino ad arrivare a shampoo, creme e prodotti farmaceutici.

L'intera produzione nazionale è di circa 10 – 15 T/anno, totalmente ottenuta da raccolta "naturale" e non industriale; infatti, la raccolta è prettamente manuale. Esistono due tipologie diverse di raccolta: la prima è quella praticata raccogliendo singolarmente, uno ad uno, i frutti e perciò molto lenta, circa 1 ora/pianta per la raccolta completa, ma rispettosa delle piante non causando danni; la seconda è attuata applicando delle reti intorno alla pianta e percuotendo i rami con un bastone in modo da consentire il distacco dei frutti; come è comprensibile questo tipo di raccolta è sicuramente più veloce, circa 10 minuti/pianta, ma molto più dannosa per le piante, causando danni anche importanti ai giovani rami poco lignificati. Non esiste una vera e propria specializzazione nella raccolta

che viene effettuata soprattutto da persone con basso livello di educazione, generalmente a livello familiare.

Il calafate non viene coltivato ma si ritrova selvatico sul territorio della Patagonia. La maturazione è scalare, iniziando nei mesi di dicembre (fine) e gennaio nella provincia di Santa Cruz, per terminare a febbraio – marzo in *Tierra del Fuego*. Il prodotto è costoso a causa della complicata raccolta ed interessa consumatori particolari, capaci di apprezzare il frutto oppure utilizzato come regalo e/o souvenir.

7.2. Aspetti pomologici del mirtillo e del calafate

Mirtillo. I risultati delle analisi effettuate sui frutti hanno evidenziato un peso fresco medio di 0,35 g, con differenza negli anni 2014 e 2015 in cui il peso è stato rispettivamente 0,41 e 0,31 g. Riguardo alle singole mirtillaie la media del biennio è di 0,36 g per Libro Aperto e di 0,34 g sia per Monte Gomito che per Selletta (Tabella 3).

La media generale del contenuto idrico è stata di 81,2% e rispettivamente di 84 e 78,3% negli anni 2014 e 2015. Nelle mirtillaie di Libro Aperto, Gomito e Selletta abbiamo avuto valori medi di 83,4, 80,7 e 79,3% (Tabella 3).

Il diametro medio è risultato di 8,1 mm con un valore medio pari a 8,5 mm nell'anno 2014 e 7,9 mm per l'anno 2015; 8,5 mm, 8,0 mm e 7,9 mm sono invece i dati medi osservati in Libro Aperto, Monte Gomito e Selletta.

La lucentezza "L" ha espresso valori medi biennali di 28,55 e valori medi annui di 26,97 per l'anno 2014 e di 29,58 per l'anno 2015. Le medie del biennio per Libro Aperto, Gomito e Selletta sono rispettivamente di 29,39, 28,93 e 27,47.

La durezza è risultata pari a 200,07 g nel biennio e 153,72 g e 221,28 g negli anni 2014 e 2015; nelle tre diverse zone di campionamento è stata di 168,09 g in Libro Aperto, 205,47 g su Monte Gomito e 229,41 g su Selletta (Tabella 3).

Il Residuo Solido Rifrattometrico è risultato 12,3 °Brix come media generale; nello specifico è stato di 10,06 °Brix nell'anno 2014 e 14,08 °Brix nell'anno 2015. La media dei due anni nelle tre zone è stato di 11,15 °Brix (Libro Aperto), 12,54 °Brix (Gomito) e 13,25 °Brix (Selletta).

Le analisi dei frutti hanno espresso valori di acidità titolabile media di 16,96 meq/100 g, con valori di 15,51 meq/100 g, nell'anno 2014 e di 18,98 meq/100 g, nell'anno 2015; Libro Aperto, Gomito e Selletta hanno avuto rispettivamente valori medi di 11,15, 12,54 e 13,25 meq/100 g.

Tabella 3: Valori medi ($\pm$ deviazione standard) del peso fresco, contenuto idrico (C.I.), diametro, colore (coordinata colorimetrica “L” e indice chroma), durezza, residuo solido rifrattometrico (RSR), acidità titolabile (AT) per i due anni di osservazione dei mirtili raccolti nelle tre mirtillaie di Libro Aperto (LA), Monte Gomito (GO) e Selletta (SE). Lettere diverse in colonna indicano differenze statisticamente significative (ANOVA; $p<0.05$).

Fattore	Anno 2014	Anno 2015	Mirtillaia LA	Mirtillaia GO	Mirtillaia SE	Media generale
Peso fresco (g)	0,41 $\pm$ 0,1	0,31 $\pm$ 0,08	0,36 $\pm$ 0,08 b	0,34 $\pm$ 0,11 a	0,34 $\pm$ 0,10 a	0,35 $\pm$ 0,10
C.I. (%)	84 $\pm$ 1,24	78,3 $\pm$ 4,44	83,4 $\pm$ 0,88	80,7 $\pm$ 5,46	79,3 $\pm$ 4,45	81,2 $\pm$ 4,24
Diametro (mm)	8,49 $\pm$ 0,75	7,89 $\pm$ 0,99	8,49 $\pm$ 0,75 c	8,05 $\pm$ 0,90 b	7,88 $\pm$ 1,06 a	8,12 $\pm$ 0,95
L	26,97 $\pm$ 3,87	29,58 $\pm$ 3,38	29,39 $\pm$ 4,09 b	28,93 $\pm$ 3,85 b	27,47 $\pm$ 3,23 a	28,55 $\pm$ 3,80
Indice chroma	2,68 $\pm$ 1,56	2,54 $\pm$ 1,39	3,24 $\pm$ 1,56 c	2,59 $\pm$ 1,42 b	2,05 $\pm$ 1,16 a	2,60 $\pm$ 1,46
Durezza (g)	153,72 $\pm$ 47,30	221,28 $\pm$ 73,20	168,09 $\pm$ 50,38a	205,47 $\pm$ 72,83b	229,41 $\pm$ 81,27c	200,07 $\pm$ 73,17
RSR (°Brix)	10,06 $\pm$ 1,36	14,08 $\pm$ 1,66	11,15 $\pm$ 1,67 a	12,54 $\pm$ 2,89 b	13,25 $\pm$ 2,39 c	12,30 $\pm$ 2,52
AT (meq/100g PF)	15,51 $\pm$ 1,93	18,98 $\pm$ 2,06	17,40 $\pm$ 2,47 b	16,62 $\pm$ 2,11 a	16,88 $\pm$ 3,26 a	16,96 $\pm$ 2,62

In *Tabella 4* sono riportati i dati medi relativi alle interazioni tra singole mirtillaie e anno di osservazione.

Nell’anno 2014 su Monte Gomito e Selletta i frutti hanno avuto un peso fresco uguale (0,43 g) e maggiore rispetto a Libro Aperto (0,37 g) con una differenza statisticamente significativa. Il più alto valore in contenuto idrico si è invece manifestato su Monte Gomito, superando del 3% circa i valori medi osservati su Libro Aperto e Selletta. Statisticamente significativa la differenza di diametro tra i frutti campionati su Selletta e quelli di Libro Aperto e Gomito, rispettivamente con valori di 8,76, 8,43 e 8,35 mm (Tabella 4). In termini di lucentezza (coordinata colorimetrica “L”) Libro Aperto presenta valori di 28,99, maggiore sia di Gomito che di Selletta (ANOVA $p<0,05$). Non risulta invece nessuna differenza statisticamente significativa per il parametro della durezza nelle tre differenti mirtillaie. Valori molto simili in termini di RSR per le prime due mirtillaie e statisticamente minori rispetto a Selletta, in cui si ha un dato medio pari a 10,71 °Brix. Infine si osservano valori di acidità titolabile maggiori sia per Libro Aperto che per Gomito (15,58 e 16,00 meq/100g) rispetto a Selletta che con 14,93 meq/100g presenta il dato medio più basso (Tabella 4).

Considerando l’anno 2015 si nota la situazione praticamente opposta all’anno precedente per i risultati di peso fresco; infatti, con un valore di 0,35 g, Libro Aperto presenta il peso

maggiore (ANOVA $p<0,05$). Netta differenza per il parametro di contenuto idrico nel quale si osservano valori statisticamente inferiori di circa 10% in Gomito e Selletta. I frutti con le dimensioni maggiori sono quelli osservati nella mirtillaia di Libro Aperto con un valore medio di 8,54 mm, rispetto alle altre due mirtillaie in cui abbiamo avuto un diametro pari a 7,86 mm (GO) e 7,46 mm (SE). Con un valore medio di 30,69 i frutti di Monte Gomito sono stati quelli con il dato medio più elevato; si è comunque osservata una differenza statistica significativa per tutte e tre le mirtillaie (Tabella 4). Stessa cosa è avvenuta per il parametro di durezza in cui tutti i risultati sono stati tutti differenti tra loro (ANOVA $p<0,05$), con il massimo osservato in Selletta. Considerando il RSR Libro Aperto, con 12,37 °Brix, presenta il valore medio più basso, con una differenza statisticamente significativa rispetto alle altre due mirtillaie. L'acidità titolabile maggiore è risultata dai frutti prelevati su Libro Aperto e Selletta, rispettivamente pari a 19,81 e 19,79 meq/100g (Tabella 4).

Tabella 4: Valori medi ($\pm$ deviazione standard) del peso fresco, contenuto idrico (C.I.), diametro, colore (coordinata colorimetrica "L" ed indice chroma), durezza, residuo solido rifrattometrico (RSR), acidità titolabile (AT) per i singoli anni 2014 e 2015 dei mirtili raccolti nelle tre mirtillaie di Libro Aperto (LA), Monte Gomito (GO) e Selletta (SE). Lettere diverse in colonna indicano differenze statisticamente significative (ANOVA; $p<0,05$).

Fattore	LA 2014	LA 2015	GO 2014	GO 2015	SE 2014	SE 2015
Peso fresco (g)	0,37 $\pm$ 0,8 b	0,35 $\pm$ 0,7 b	0,43 $\pm$ 0,11 c	0,29 $\pm$ 0,08 a	0,43 $\pm$ 0,08 c	0,29 $\pm$ 0,08 a
C.I. (%)	83,1 $\pm$ 0,8	84 $\pm$ 1,04	85,4 $\pm$ 0,46	76 $\pm$ 3,88	83,5 $\pm$ 0,70	75 $\pm$ 1,08
Diametro (mm)	8,43 $\pm$ 0,68 c	8,54 $\pm$ 0,81 cd	8,35 $\pm$ 0,76 c	7,86 $\pm$ 0,93 b	8,76 $\pm$ 0,77 d	7,46 $\pm$ 0,91 a
L	28,99 $\pm$ 4,62 bc	29,78 $\pm$ 3,49 cd	26,23 $\pm$ 3,35 a	30,69 $\pm$ 3,07 d	25,37 $\pm$ 1,94 a	28,42 $\pm$ 3,25b
Indice chroma	3,97 $\pm$ 1,15 d	2,62 $\pm$ 1,60 c	2,23 $\pm$ 1,32 b	2,82 $\pm$ 1,44 c	1,65 $\pm$ 1,16 a	2,23 $\pm$ 1,11 b
Durezza (g)	149,19 $\pm$ 42,19a	180,35 $\pm$ 51,79b	160,36 $\pm$ 60,95ab	224,33 $\pm$ 69,35c	152,86 $\pm$ 34,52a	254,53 $\pm$ 76,39d
RSR (°Brix)	10,05 $\pm$ 1,21 a	12,37 $\pm$ 1,19 c	9,52 $\pm$ 1,56 a	14,56 $\pm$ 1,41 d	10,71 $\pm$ 1,03 b	14,98 $\pm$ 1,16 d
AT (meq/100g PF)	15,58 $\pm$ 1,22 b	19,81 $\pm$ 1,32 d	16,00 $\pm$ 2,03 b	17,44 $\pm$ 2,03 c	14,93 $\pm$ 2,38 a	19,79 $\pm$ 1,95 d

Calafate. Le analisi effettuate sui frutti di hanno espresso mediamente un valore di peso pari a 0,263 g, rispetto alle 3 diverse annate in cui sono state osservate rispettivamente medie di 0,270, 0,259 e 0,260 g (Tabella 5).

La media generale del peso secco è stata di 0,072 g, con una range di variabilità compreso tra un valore minimo di 0,065 g, verificatosi nel 2005/2006 e molto simile per altro all'anno successivo, ed un valore massimo di 0,085 g nell'anno 2004/2005.

Il dato medio di diametro osservato è 7,70 mm, con un valore pari a 8,24 mm nel primo anno, 7,59 mm nel secondo ed infine di 7,36 mm nel terzo ed ultimo anno.

Il Residuo Solido Rifrattometrico è risultato 17,83 °Brix come media generale; nello specifico è stato di 22,21 °Brix per l'annata 2004/2005, 16,52 °Brix per la stagione 2005/2006 e 14,75 ° Brix nel 2006/2007 (Tabella 5).

Infine le analisi hanno evidenziato un valore medio di acidità titolabile pari a 3,18 espresso come % di acido malico presente; seguendo invece l'andamento temporale dei diversi anni di osservazione abbiamo osservato rispettivamente valori di 2,78, 3,31 e 3,44%.

Tabella 5: Valori medi del peso fresco, peso secco, contenuto idrico (C.I.), diametro, residuo solido rifrattometrico (RSR) ed acidità titolabile (AT, valore % di acido malico) per i tre anni di osservazione e per le singole annate 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007 dei frutti di calafate raccolti in Ushuaia, Argentina. Lettere diverse in colonna indicano differenze statisticamente significative (ANOVA; $p < 0.05$).

Fattore	Media generale	2004/2005	2005/2006	2006/2007
Peso fresco (g)	0,263	0,270	0,259	0,260
Peso secco (g)	0,072	0,085 a	0,65 b	0,066 b
C.I. (%)	73	69	75	75
Diametro (mm)	7,70	8,24 a	7,49 b	7,36 b
RSR (°Brix)	17,83	22,21 a	16,52 b	14,75 c
AT (%)	3,18	2,78 b	3,31 a	3,44 a

È interessante effettuare una comparazione tra le singole annate per ogni singolo dato, in modo da osservare quali siano state le differenze verificatesi nell'arco di tempo considerato. La media del peso fresco maggiore si è osservata nell'anno 2004/2005, con un

valore di 0,270 g, a dispetto delle successive stagioni (Tabella 5). Allo stesso modo, anche il valore più elevato osservato per il peso secco è riferito al primo anno, con una differenza statisticamente significativa, pari a circa 23%, in confronto alle annate successive. Anche per quanto riguarda le misurazioni del diametro i frutti con le dimensioni maggiori sono stati mediamente quelli analizzati nel 2004/2005, con un valore di 8,24 mm; non si sono osservate invece differenze statisticamente significative nei frutti raccolti nel 2005/2006 e 2006/2007, che hanno espresso dati molto simili (Tabella 5). Come per i precedenti parametri ottenuti dalle analisi, anche il residuo solido rifrattometrico maggiore è quello della stagione 2004/2005, superiore quasi del 34% rispetto all'ultimo anno; inoltre in tutte e tre le annate in studio sono statisticamente significative le differenze rilevate con le analisi, con il valore minimo ottenuto appunto dai frutti raccolti nel 2006/2007 e con valori intermedi per l'anno precedente. Inversamente a tutti gli altri parametri, il valore di acidità titolabile più basso è proprio quello osservato nel primo anno, con differenze statisticamente significative rispetto alle successive stagioni; negli anni 2005/2006 e 2006/2007 infatti abbiamo valori molto simili (ANOVA $p < 0,05$), superiori rispettivamente del 16 e 19% circa (Tabella 5).

8. Discussione e conclusione

8.1. Studio di filiera

Mirtillo. Attraverso le 3 interviste effettuate sia alle aziende di trasformazione che alla raccoglitrice è stato possibile conoscere, analizzare ed apprezzare gran parte delle caratteristiche e funzionalità della filiera del mirtillo nero dell'Abetone. Uno degli aspetti indiscutibili messo in risalto da questo studio è l'importanza storica, culturale, sociale ed economica che questa risorsa rappresenta oggi sia a livello locale che nazionale. L'interesse che si è diffuso sempre più nel tempo è ormai divenuto forte ed in grado di costituire un importante sistema socio-economico nell'area dell'appennino tosco-emiliano.

La raccolta è una pratica attuata storicamente nella zona dell'Abetone ma ancora oggi rappresenta una forte fonte di interesse; proprio a questo proposito negli ultimi anni si è assistito ad un nuovo coinvolgimento di giovani all'interno del sistema. Sono nate così nuove possibilità lavorative insieme alla crescente voglia di sviluppare ulteriormente una filiera dalle importanti potenzialità future può rappresentare un freno al depopolamento delle zone montane.

Il mirtillo oggi è ricercato ed utilizzato sì come prodotto fresco ma sono sempre più apprezzati i prodotti ottenuti attraverso la sua trasformazione; marmellata, puro succo e mirtillino sono 3 prodotti particolarmente apprezzati e quelli maggiormente commercializzati dalle aziende intervistate; inoltre sono molti altri i prodotti minori ottenuti e venduti, come i mirtilli sciropati, bibite e sciropi.

Il consumatore tipo è sempre più esigente perché cosciente della qualità e delle numerose proprietà organolettiche e nutraceutiche tipiche del mirtillo e dei prodotti derivanti. Si è sviluppata perciò col tempo un forte rapporto di fiducia tra venditore e compratore; conseguentemente a questo è disposto a pagare prezzi superiori, anche non di poco, rispetto alla grande distribuzione organizzata, sicuro della qualità del prodotto che acquista. Non di secondaria importanza è il contributo apportato dal turismo, anch'esso sempre più coinvolto nell'utilizzo di prodotti tipici.

Esistono vari aspetti critici sui quali è possibile intervenire per cercare di migliorare il sistema di raccolta e di produzione. Primo tra questi è la necessità di sviluppare una legislazione specifica a livello di regione Toscana; ad oggi esiste infatti a livello toscano

una regolamentazione generale sulla raccolta del mirtillo che però non interviene su alcuni degli aspetti più delicati e la manodopera è uno di questi. Negli ultimi anni infatti è avvenuta la prepotente diffusione di manodopera clandestina che, a dispetto della regolamentazione vigente, attua la pratica della raccolta compromettendo in maniera importante l'intero sistema. Oltre a questo, vige una legislazione per la regione Emilia-Romagna che consente la raccolta del mirtillo ai soli residenti mentre tale limitazione non è presente nel territorio toscano e ne consegue che i raccoglitori residenti in Toscana non possano attuare la raccolta oltre confine, inversamente a chi è residente in Emilia-Romagna, diminuendo così il prodotto disponibile per le attività locali.

Altro aspetto molto delicato e sul quale non viene rivolta particolare attenzione è la manutenzione delle aree boschive: la scarsa cura del territorio in modo continuativo nell'arco dei vari anni ha favorito e continua a favorire lo sviluppo di specie diverse dal mirtillo nero, quali ginestra e falso mirtillo. Tali specie invasive sempre più ad occupare le aree ottimali per l'accrescimento del mirtillo nero, limitandone così lo sviluppo e la diffusione. A questo proposito pratiche come il pascolamento in passato rappresentavano il naturale controllo alle specie non desiderate; infatti gli animali al pascolo si nutrivano della quasi totalità delle specie vegetali presenti ad eccezione del mirtillo nero. In aggiunta, anche le specie ad alto fusto presenti alle altitudini più basse, in continua espansione, rappresentano un fattore limitante; il loro accrescimento infatti provoca la copertura eccessiva del suolo alla radiazione solare, impedendo la crescita del mirtillo.

Calafate. Le interviste rivolte all'agronomo ed al proprietario dell'azienda di trasformazione in Argentina hanno evidenziato come, nonostante i prodotti di calafate non interessino un'ampia fetta di mercato, rappresentano un importante valore culturale ed economico a livello locale e per specifiche comunità. Questa specie spontanea ricopre inoltre un ruolo importante nella tradizione popolare nella quale risulta fortemente radicata; la raccolta e l'utilizzo sono infatti praticati principalmente a livello familiare, senza la necessità di formazione o esperienza particolari.

L'utilizzo del frutto tal quale o trasformato crea delle possibilità lavorative e produttive uniche e di discreto valore economico, formando infatti una vera e propria filiera; quest'ultima è spesso costituita dai raccoglitori e dalle singole imprese di trasformazione che solitamente attuano anche la vendita. I prodotti di calafate riscuotono particolare

apprezzamento da parte di specifici consumatori, capaci di apprezzare le singolari caratteristiche organolettiche e aromatiche.

Essendo appunto una specie spontanea e non coltivata, non di secondaria importanza è il valore attribuibile alla risorsa genetica che il calafate rappresenta, assieme all'intero genere *Berberis* ben diffuso in tutta la Patagonia.

È necessario analizzare oltre ai punti di forza anche gli aspetti critici del sistema: primo tra tutti è la difficoltà sempre maggiore di trovare persone disposte ad effettuare la non facile raccolta; proprio a questo proposito lo studio e lo sviluppo di un'attrezzatura adeguata che consenta di facilitare tale pratica e di preservare la qualità del prodotto senza comportare danni alle piante, rappresenterebbe un fondamentale e ormai necessario progresso tecnico. Inoltre, a causa del continuo sviluppo dei centri urbani e la crescente ricerca di spazi necessari per la costruzione di infrastrutture, aumenta sempre più l'erosione dell'areale di crescita di suddetta specie.

Infine però è importante valutare la variabile dettata dal turismo; questo infatti non rappresenta ancora una costante ma annualmente è soggetta a cambiamenti. Probabilmente una maggiore informazione e delle strategie di marketing mirate potrebbero consentire uno sviluppo ancora maggiore ad una filiera che, nonostante tutto, rappresenta oggi un importante valore aggiunto.

8.2. Aspetti pomologici del mirtillo e del calafate

Mirtillo. Osservando i dati ottenuti dalle analisi dei frutti è possibile notare come nell'anno 2014 sono stati registrati valori di peso e diametro maggiori rispettivamente del 15% e 10% a confronto ai dati dell'anno 2015 (Tabella 3); Osservando lo storico dell'archivio dati della rete meteo-idrologica, presente sul sito della Regione Toscana, relativo alle aree di campionamento, si può osservare una significativa differenza in termini di mm di pioggia caduti nelle diverse annate. Nell'anno 2014 sono caduti 2252 mm rispetto al 2015 in cui sono stati circa 1179 i mm di pioggia (www.sir.toscana.it); con una differenza di circa 48% a favore per l'annata precedente è netta la differenza in termini di piovosità. È perciò plausibile ipotizzare che le maggiori dimensioni generali possano esser state scaturite da questa forte differenza in termini di pioggia caduta. I frutti, grazie alle differenti condizioni climatiche hanno potuto probabilmente svilupparsi maggiormente nel 2014 rispetto al 2015, anno risultato quindi maggiormente siccitoso.

Considerando i valori di durezza e residuo solido rifrattometrico dell'anno 2014, inferiori ai medesimi valori rilevati nell'anno successivo, questa ipotesi trova ancora conferme. Considerando i dati ottenuti dalle analisi, i frutti raccolti nel 2014 sono stati mediamente più morbidi e caratterizzati da una concentrazione di solidi solubili minore; probabilmente questo è il risultato della maggiore piovosità ed un conseguente contenuto idrico maggiore nei frutti.

Valutando successivamente il contenuto idrico si può osservare come ci sia una netta distinzione tra le due differenti annate. I frutti raccolti su Libro Aperto nei diversi anni non evidenziano valori molto differenti mentre quelli raccolti su Monte Gomito e Selletta differiscono nei due anni di circa 11%; per queste due ultime mirtille si ottengono perciò valori di contenuto idrico molto inferiori per l'anno 2015.

Soffermandoci sui risultati derivati dalle titolazioni, si nota una maggiore acidità titolabile per l'anno 2015; il dato però significativo è il rapporto tra l'acidità e il residuo solido rifrattometrico dei frutti. Generalmente un frutto maturo possiede un contenuto zuccherino elevato in rapporto all'acidità; nei dati possiamo osservare come la differenza tra acidità titolabile e RSR per i frutti del 2014 sia maggiore rispetto all'anno successivo. Probabilmente, a causa delle maggiori piogge verificatesi nel 2014, i frutti hanno raggiunto un stato di maturazione diverso ed inferiore rispetto ai frutti del 2015.

Seguendo sempre la medesima ipotesi, passiamo ad analizzare i risultati relativi alle singole mirtille nelle singole annate.

In Libro Aperto non sono state individuate differenze statisticamente significative riguardo peso fresco e dimensioni ed infatti i dati ottenuti risultano molto simili. Differente è invece la questione per i parametri di durezza, RSR ed acidità titolabile; per queste invece abbiamo delle differenze statisticamente significative; i frutti raccolti nel 2014 sono risultati infatti più morbidi ma con contenuto zuccherino ed acidità minori.

Diversa la situazione osservata su Monte Gomito e Selletta, dove i risultati hanno evidenziato delle differenze statisticamente significative praticamente in tutti i parametri risultati dalle analisi. Il peso fresco infatti, pressoché identico per le due zone, presenta una buona differenziazione tra le due annate. Analizzando successivamente tutti i restanti parametri, possiamo affermare che si verifica la medesima situazione descritta precedentemente; in linea generale, infatti, i campioni raccolti nelle due differenti zone,

nell'anno 2014, evidenziano differenze statisticamente significative tali che si possa affermare come i frutti siano risultati di dimensioni maggiori, più morbidi, con contenuto idrico maggiore ma con minor tenore in termini di zuccheri ed acidi.

Infine possiamo effettuare un confronto tra i dati ottenuti analizzando i campioni prelevati nelle tre mirtille del Monte Abetone ed i dati riscontrati nella bibliografia presente. Proprio in quest'ultima sono stati trovati dati ottenuti da analisi di frutta proveniente da Norvegia e Germania. I parametri di confronto ritrovati non sono molti ed essenzialmente si riducono a peso fresco, contenuto idrico e residuo solido rifrattometrico. In modo da rendere il confronto quanto più indicativo possibile, saranno utilizzate le medie generali ottenute dalle analisi dei campioni prelevati nelle tre mirtille dell'Abetone, riferite al biennio 2014-2015.

Nella maggior parte dei parametri utilizzati per il confronto, il mirtillo dell'Abetone presenta dei valori medi inferiori; infatti, per quanto riguarda peso fresco, contenuto idrico e diametro si possono osservare valori minori (Tabella 6). È possibile perciò affermare come i frutti utilizzati per le analisi fossero più piccoli e con contenuto idrico minore. In contrapposizione a questo si osservano valori di residuo solido rifrattometrico superiori di circa 12% a favore del mirtillo dell'Abetone; quindi possiamo attribuire mediamente una maggiore dolcezza ai frutti da noi prelevati nelle diverse mirtille,

Tabella 6: Valori medi di peso fresco, contenuto idrico, diametro e residuo solido rifrattometrico (RSR) risultati dalle analisi di laboratorio di mirtilli provenienti da Abetone, Germania e Norvegia.

Fattore	Peso fresco (g)	Contenuto idrico (%)	Diametro (mm)	RSR (°Brix)
Abetone	0,35	81,2	8,12	12,30
Germania	0,40	84,2	8,4	10
Norvegia	0,46	85	/	10,8

Calafate. Considerando i risultati delle analisi pomologiche dei frutti è possibile osservare come nella zona geografica oggetto di studio nell'anno 2004/2005 abbiamo avuto i frutti più pesanti, con le dimensioni maggiori, con il contenuto zuccherino più elevato ma con l'acidità più bassa. Relativamente al biennio successivo invece, i dati mettono in evidenza come non si siano osservate differenze statisticamente significative per la totalità dei parametri presi in analisi, ad esclusione del RSR risultato maggiore di circa l'11% nell'anno 2005/2006 (Tabella 5).

I dati meteorologici registrati tramite la stazione meteorologica del CONICET suggeriscono alcune informazioni importanti sulle quali effettuare delle considerazioni. A livello di temperatura media il valore giornaliero più elevato è stato registrato proprio nell'anno 2004/2005 (9 °C); in entrambi gli anni successivi sono state registrate medie più basse. Conseguentemente, nel periodo di riferimento, la temperatura massima è stata registrata sempre nel primo anno, con un dato pari a 13,5 °C; allo stesso modo la temperatura minima più alta registrata è relativa al medesimo anno. Attraverso l'analisi di tali dati è possibile attribuire una correlazione diretta tra le condizioni climatiche del triennio di studio e la maturazione dei frutti di calafate.

È ipotizzabile come le differenti condizioni meteorologiche abbiamo favorito un maggiore sviluppo dei frutti nell'annata 2004/2005, a discapito delle successive due stagioni. Come già accennato precedentemente, infatti, durante il primo anno di osservazione sono stati ottenuti valori di peso fresco, diametro e residuo solido rifrattometrico maggiori.

Per i parametri di peso secco, contenuto idrico ed acidità titolabile è invece necessario effettuare un altro tipo di considerazione, considerando i dati meteorologici relativi alle precipitazioni cumulate. Nell'annata 2004/2005 sono stati registrati i quantitativi cumulati di pioggia inferiori, pari a circa 295 mm ed il valore massimo invece è stato osservato nella stagione 2005/2006 (Tabella 5). Nonostante il valore maggiore di peso secco risultato delle analisi sia sempre riferito al primo anno, si può osservare come il valore di contenuto idrico percentuale sia inversamente il minore; questo è ovviamente dovuto al minore quantitativo di precipitazioni verificatesi nell'anno considerato. Allo stesso modo il valore più basso relativo al parametro di acidità titolabile è quello ottenuto dai frutti dell'anno 2004/2005. È plausibile ipotizzare come, le diverse quantità di pioggia cadute nei diversi anni, abbiano influenzato l'accrescimento, la maturazione dei frutti e conseguentemente il differente accumulo di acidi.

9. Conclusioni

9.1. Studio di filiera

Studiando entrambe le specie è stato possibile osservare, conoscere e valutare l'importanza storica, culturale, sociale ed economica che queste filiere rappresentano. La raccolta, l'utilizzo e la trasformazione dei frutti ottenuti da mirtillo e calafate sono ormai fortemente radicate nella tradizione delle specifiche comunità. In entrambi i casi l'intero areale di crescita rappresenta il fulcro della filiera stessa e gran parte delle fasi, a partire dalla raccolta per arrivare alla vendita, sono generalmente attuate nelle zone di interesse.

Sia i frutti di mirtillo che di calafate sono caratterizzati da eccellenti proprietà organolettiche ma soprattutto nutraceutiche; l'elevato contenuto di sostanze antiossidanti conferisce importanti proprietà anticancerogene, antimicrobiche, antisettiche ed antinfiammatorie. Oggi a tal proposito i consumatori risultano sempre più attenti e coscienti di utilizzare prodotti qualitativamente eccelsi; inoltre l'interesse derivato dal settore del turismo ogni anno tende ad occupare una posizione di maggiore rilevanza. Grazie alle numerose proprietà precedentemente descritte, oltre al settore alimentare anche quelli farmaceutico e cosmetico hanno rivolto la loro attenzione verso l'impiego di queste specie.

La raccolta risulta molto diversa ed accompagnata da un livello tecnologico profondamente differente. Considerando lo sviluppo delle piante è possibile notare come il mirtillo raggiunga un'altezza pari a poche decine di centimetri mentre il calafate arrivi fino a qualche metro; le piante di mirtillo nero, nonostante tendano a creare una macchia di vegetazione unica, risultano spesso di dimensioni ridotte rispetto al calafate, che può raggiungere un'ampiezza molto maggiore. Inoltre il fattore fortemente diversificante è dato dalla spiccata presenza di spine anche di grandi dimensioni nelle piante di calafate, cosa che non si ritrova in nessun modo nelle piante di mirtillo. Proprio questo ha consentito un progresso tecnologico importante nella raccolta del mirtillo, attraverso la creazione di apposite rastrelline capaci di velocizzare la raccolta, evitare danni alle piante, garantire una qualità del prodotto ottima e consentire la maturazione dei frutti ancora in fase di sviluppo. Inversamente la raccolta di frutti di calafate non ha assistito a un tale processo tecnologico ma è ancora a livelli primordiali ed è perciò necessariamente attuata prelevando singolarmente i frutti dalla pianta, in modo da non causare danni ed evitare le robuste e

legnose spine. Conseguentemente a questo si osserva una forte differenza in termini di tempo necessario per attuare la raccolta; oggi utilizzando la giusta attrezzatura ed osservando le norme vigenti, è possibile raccogliere fino a 70kg di mirtillo in un lasso temporale di circa 3-4 ore. Tale velocità non è raggiungibile per quanto riguarda il calafate e, considerando le maggiori distanze da percorrere a piedi e la forte variabilità di dimensione tra pianta e pianta, in media la completa raccolta dei frutti di un singolo arbusto richiede circa 1 ora per un quantitativo totale molto inferiore e massimo di 8-10kg al giorno.

La disponibilità di manodopera nelle due filiere mostra una condizione opposta con un quantitativo di raccoglitori sempre più disponibile nell'area dell'Abetone e una forte difficoltà nel trovare personale disposto ad attuare tale pratica in Argentina; nonostante la remunerazione ottenuta dalla vendita del frutto raccolto sia in entrambi i casi buona, la forte differenza a livello pratico rappresenta il principale elemento limitante. La raccolta del mirtillo risulta molto faticosa e dura ma non risulta così dispendiosa in termini di tempo e dolorosa come quella del calafate; per quest'ultima specie quindi è sempre più difficile rintracciare persone disposte ad attuarne la raccolta. Per il mirtillo sono presenti, a differenza del calafate, alcune complicate situazioni a livello legislativo ed infatti a livello toscano esiste solamente una legislazione generale che non suggerisce specifiche limitazioni regionali, a differenza dell'Emilia Romagna nella quale la raccolta è consentita ai soli residenti. Inoltre la manodopera clandestina in continua diffusione contribuisce ulteriormente in negativo, situazione non presente nella filiera del calafate.

Fondamentali inoltre le diverse tecniche di trasformazione adottate per i due frutti. Nel caso del mirtillo i frutti non vengono mai lavorati freschi bensì puliti con appositi macchinari ad aria compressa e successivamente congelati; il calafate è generalmente lavorato fresco, dopo un attento lavaggio in acqua; questo passaggio è volontariamente evitato nel mirtillo per non favorire l'aumento del contenuto idrico e problemi a livelli di surgelamento. Inoltre il mirtillo è lavorato tal quale a differenza del calafate per il quale devono essere eliminati i numerosi e voluminosi semi attraverso una macchina passatrice. Marmellata e liquore sono i prodotti più commercializzati in entrambe le filiere, nel caso del mirtillo vengono anche prodotti puro succo, mirilli sciroppati, miele aromatizzato, bibite e sciroppi mentre dal calafate vengono ottenuto confetture con aggiunta di liquore, quale il Brandy.

È importante valutare la situazione attuale del territorio e la salvaguardia ambientale portata avanti nelle due filiere. In entrambi i sistemi è avvenuta nel tempo un'erosione dell'areale di crescita: nel mirtillo la progressiva scomparsa del pascolamento e la scarsa manutenzione delle aree boschive ha favorito lo sviluppo sia di specie ad alto fusto sia di specie considerate dannose ai fini della raccolta, quali il falso mirtillo; conseguentemente le zone di diffusione del mirtillo nero sono state intaccate ed hanno subito una forte diminuzione in termini di espansione; stessa limitazione in termini geografici è avvenuta per il calafate per il quale la riduzione dell'areale è stata causata dalla creazione di nuove infrastrutture necessarie per sostenere il progressivo aumento demografico.

In conclusione attraverso questo studio è stato possibile ottenere una importante quanto completa visione dei differenti sistemi di filiera, fondamentali sotto vari punti di vista. Considerando le numerose e notevoli potenzialità risulta necessario contribuire alla salvaguardia, al sostegno e allo sviluppo futuro di due sistemi che rappresentano un essenziale valore e patrimonio culturale, sociale ed economico.

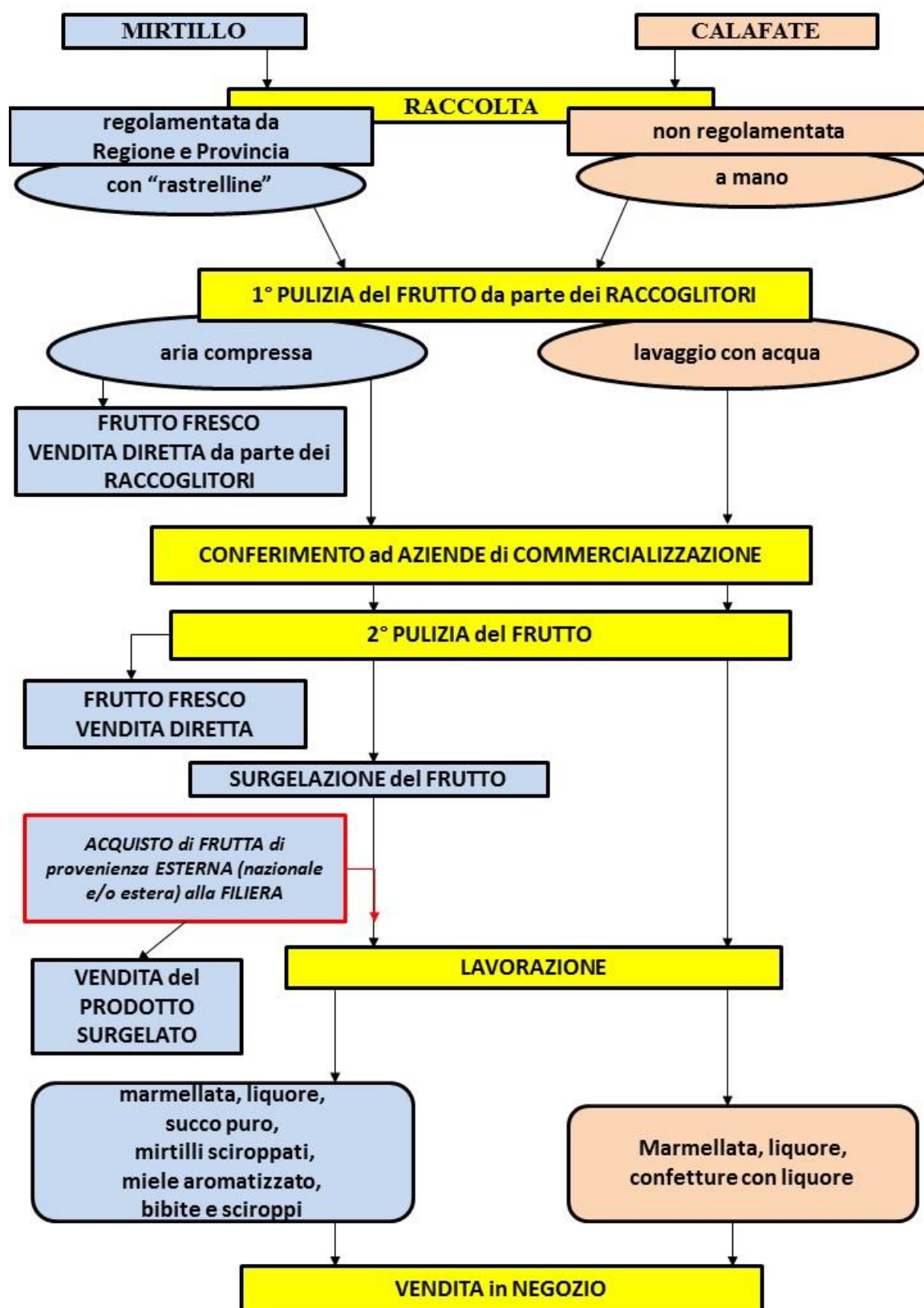


Figura 19: Schema di filiera

9.2. Aspetti pomologici del mirtillo e del calafate

Le analisi pomologiche hanno messo in risalto alcune delle caratteristiche principali dei frutti di mirtillo e calafate rendendo così possibile un confronto; per rendere questo più indicativo possibile è auspicabile considerare le medie generali ottenute rispettivamente sul Monte Abetone e in Ushuaia. Riassumendo i numerosi risultati evidenziati dalle analisi possiamo osservare che mediamente i frutti di mirtillo risultano più pesanti nonostante le dimensioni di diametro molto simili; probabilmente a causa del differente contenuto idrico, superiore nei frutti di mirtillo. È possibile notare come ci sia un'importante variazione in termini di residuo solido rifrattometrico tra i due prodotti con valori superiori in maniera considerevole nei frutti di calafate, con differenza media pari al 30%. Esiste però una notevole differenza in termini di acidità tra i frutti delle due specie con quelli di mirtillo risultati quasi 6 volte superiori rispetto a quelli di calafate.

In entrambe i casi sono risultate differenze all'interno della stessa specie nei diversi anni di osservazione, in alcuni casi anche sostanziali. Tenendo in considerazione le caratteristiche delle singole specie e le condizioni climatiche stagionali è possibile attribuire una forte influenza a quest'ultima sullo sviluppo, la maturazione e le variazioni in termini di caratteristiche pomologiche ed organolettiche. Essendo entrambe specie spontanee e quindi non attualmente coltivate le condizioni meteorologiche rappresenteranno uno dei fattori maggiormente condizionante sulla quantità e qualità delle produzioni annuali e conseguentemente sui prodotti ottenuti e commercializzati nella filiera di riferimento.

Bibliografia

Alonso J. e Desmarchelier C., 2006. Plantas Medicinales Autoctonas de la Argentina – bases científicas para su aplicación en atención primaria de la salud, Argentina: Corpus Editorial y Distribuidora, pp. 99, ISBN: 978-987-1860-25-8.

Ancillotti C., Ciofi L., Pucci D., Sagona E., Giordani E., Biricolti S., Gori M., Petrucci W. A., Giardi F., Bartoletti R., Chiuminatto U., Orlandini S., Mosti S e Del Bubba M., 2016. Polyphenolic profiles and antioxidant and antiradical activity of Italian berries from *Vaccinium myrtillus* L. and *Vaccinium uliginosum* L. subsp. *Gaultherioides* (Bigelow) S.B. Young, Food Chemistry 204, pp. 176-177.

Andrea Pieroni, 2001. Evaluation of the cultural significance of wild food botanicals traditionally consumed in northwestern Tuscany, Italy, Journal of Ethnobiology 21 (1), pp. 89-104.

Arena *et al.* non pubblicato

Arena M. E. e Radice S., 2014. Shoot growth and development of *Berberis buxifolia* Lam. In Tierra del Fuego (Patagonia), Scientia Horticulturae 165, pp. 5-12.

Arena M. E., Curvetto N., 2008. *Berberis buxifolia* fruiting Kinetic growth behavior and evolution of chemical properties during the fruiting period and different growing seasons, Scientia Horticulturae 118, pp. 120-127.

Arena M. E., Giordani E. e Radice S., 2011. Flowering, fruiting and leaf and seed variability in *Berberis buxifolia*, a native Patagonian fruit species, Native Species, pp. 5-7.

Arena M. E., Giordani E. e Radice S., 2013. Phenological growth and development stages of the native Patagonian fruit species, *Berberis buxifolia* Lam, Journal of Food, Agriculture & Environment, Vol.11 (3&4) pp. 133-135.

Arena M. E., Postemsky P. e Curvetto N., 2012. Accumulation patterns of phenolic compounds during fruit growth and ripening of *Berberis buxifolia*, a native Patagonian species, New Zealand Journal of Botany, pp. 1-14.

Arena M. E., Zuleta A., Dyber L., Constenla D., Ceci L., Curvetto N., 2013. *Berberis buxifolia* fruit growth and ripening: Evolution in carbohydrate and organic acid contents, Scientia Horticulturae 158, pp. 52-58.

Bharucha Z. and Pretty J., 2010. The roles and values of wild foods in agricultural system, The Royal Society, pp. 2913-2926.

Binford L. R., 1980. Willow smoke and dog's tails: hunter-gatherer settlement systems and archaeological site formation, *American Antiquity*, Vol.45 No.1, pp. 4-20.

Bounous G., Beccaro G. L., Mellano M. G. e Botta R., 2009. Nutritional value and antioxidant activity of minor fruits grown in Piemonte (Italy), *Acta Horticulturae*, pp. 249-250.

Capua Olga, *Sistemas Naturales de la Patagonia*, Patagonia Total Antartida e Islas Malvinas, 2007, BarcelBaires Ediciones, pp. 572-586, ISBN=987-21397-7-6.

Cogliati Marisa e Cuello Miriam, *El clima de la Patagonica*, Patagonia Total Antartida e Islas Malvinas, 2007, BarcelBaires Ediciones, pp. 618-622, ISBN=987-21397-7-6.

Coronato Andrea, *El paisaje de Tierra del Fuego*, Patagonia Total Antartida e Islas Malvinas, 2007, BarcelBaires Ediciones, pp. 601-617, ISBN=987-21397-7-6.

Correa M. N., 1984. *Flora Patagonica – Tomo VIII parte IV*, Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria, pp. 330-331.

Ghirardini M.P., Carli M., del Vecchio N., Rovati A., Cova O., Valigi F., Agnetti G., Macconi M., Adamo D., Traina M., Laudini F., Marcheselli I., Caruso N., Gedda T., Donati F., Marzadro A., Russi P., Spaggiari C., Bianco M., Vaschetti L., Caprino P., Sesti Erika., Andreozzi G., Coletto E., Belzer G. e Pieroni A., 2007. The importance of a taste. A comparative study on wild food plant consumption in twenty-one local communities in Italy, *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, pp. 2-7.

Marlowe W. F., 2005. Hunter-Gatherers and Human Evolution, *Evolutionary Anthropology: Issues, News and Reviews*, pp. 54-67.

Marone E., 2005. Rapporto sullo stato delle foreste in Toscana, *ARSIA in Sherwood* n.124 (7/06), supplemento n.2, pp. 98-103.

Melegari M. e Albasini A., 1988. Caratteristiche qualitative dei prodotti dei vaccinieti modenesi con particolare riferimento al mirtillo nero (*Vaccinium myrtillus* L.), *Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena*, pp. 31-41.

Moore D. M., 1983. Flora of Tierra del Fuego, Lubrecht & Cramer Ltd; First Edition, ISBN: 978-0904674053.

Nestby R., Percival D., Martinussen I., Opstad N. e Rohloff J., 2010. The european blueberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and the potential of cultivation. A review, The European Journal of Plant Science and Biotechnology, pp. 5-9.

Niccolai M. e Marchi S., 2005. Rapporto sullo stato delle foreste in Toscana, ARSIA in Sherwood n.124(7/06), supplemento n.2, pp. 16-24.

Radice S. e Arena E. M., 2016. Characterization and evaluation of *Berberis microphylla* G. Forst pollen grains. Adv. Hort. Sci., 30 (1): pp. 31-37.

Ritfchie J. C., 1956. *Vaccinium myrtillus* L., Journal of Ecology Vol. 44, No. 1, pp. 291-299.

Ronchieri I. e Mazzei T., 1997. Indagine sugli aspetti ecologici ed economici dei vaccinieti nell'Appennino Tosco-Emiliano, Quaderno ARSIA, pp. 5-14.

Treccani, E. I., 2007. Istituto della Enciclopedia Italiana.