



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI UDINE

Dipartimento di Scienze agrarie ed ambientali

Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Agrarie

Tesi di Laurea

Confronto tra varietà di luppolo da birra

(Humulus lupulus L.)

allevate nell'ambiente friulano

Relatore:
Prof. Raffaele Testolin

Laureanda
Marta Rigoni

Correlatori:
Federico Capone
Elena Valent

Anno accademico 2014/2015

Ringraziamenti

Se sono arrivata fino a questo punto il merito non è esclusivamente mio ma, anche, di tutti coloro che mi circondano e che hanno collaborato con me, ognuno a suo modo; non posso fare altro, quindi, di ringraziare tutti per il sostegno, l'incoraggiamento e i consigli attraverso i quali ho potuto conseguire questo traguardo.

Un grosso ringraziamento al mio relatore Prof. Testolin per la sua costante disponibilità e pazienza.

Un apprezzamento particolare ai miei correlatori Federico Capone ed Elena Valent, per i loro pazienti insegnamenti, le risposte a tutti i miei dubbi.

Un grazie di cuore anche ai miei compagni di corso ed amici Alessandro F., Alessandro V., e Marco M. per la compagnia che ogni giorno mi avete regalato, per avermi sostenuto e per avermi aiutato a non mollare.

Un ultimo ringraziamento, ma non meno importante, va alla mia famiglia e al mio compagno che hanno avuta la pazienza di sopportare i miei umori, per avermi sostenuto e consigliato per tutto il mio percorso universitario.

INDICE

1. INTRODUZIONE

1.1 Situazione del luppolo nel mondo, in Europa ed Italia.....	3
1.1.1 Distribuzione nel mondo.....	3
1.1.2 Legislazione su luppolo.....	4
1.1.3 Luppolo in Italia.....	5
1.2 Humulus Lupulus spp.....	8
1.2.1 Inquadramento tassonomico.....	8
1.2.2 Origine e storia del luppolo.....	8
1.2.3 Caratteristiche morfologiche.....	10
1.2.4 Esigenze climatiche e pedologiche.....	12
1.2.5 La realizzazione di un luppolo.....	13
1.2.6 Propagazione del luppolo.....	20
1.2.7 Principali avversità.....	22
1.2.8 Caratteristiche chimiche del luppolo.....	26
1.3 Accenni sulla birra.....	28
1.3.1 Differenze tra birra industriale e artigianale.....	28
1.3.2 Birra artigianale in Italia.....	29
1.4 Scopo della tesi.....	30

2. MATERIALE E METODI

2.1 Località delle prove e caratteristiche pedoclimatiche.....	32
2.2 Impianti, forme di allevamento.....	34
2.3 Varietà in sperimentazione.....	36
2.4 Schema sperimentale.....	36
2.5 Rilievi e analisi condotte.....	39
2.6 Elaborazione dei dati e analisi statistiche.....	40

3. RISULTATI E DISCUSSIONI

3.1 Vigoria.....	41
3.2 Rapidità di sviluppo.....	44
3.3 Sviluppo radicale.....	44
3.4 Produzione di infiorescenze.....	47
3.5 Produzione di coni.....	47
3.6 Suscettibilità a peronospora.....	47
3.7 Suscettibilità a oidio.....	48
3.8 Sensibilità a carenza nutrizionale.....	53
3.9 Rapporto lunghezza e larghezza.....	53
3.10 Peso medio dei coni.....	54
3.11 Produzione di coni.....	58
3.12 Composizione in α -acidi e β -acidi.....	62

4. CONCLUSIONE.....

5. ALLEGATO I.....

6. BIBLIOGRAFIA.....

7. SITOGRAFIA.....

1.INTRODUZIONE

1.1 Situazione della coltura del luppolo nel mondo

1.1.1 Distribuzione nel mondo

La coltivazione del luppolo nel mondo si aggira intorno ai 50.000 ettari. I principali produttori sono Germania e Stati Uniti; entrambi presentano infatti una produzione di circa 30 000 t di coni di luppolo secco all'anno, corrispondente a 2/3 della produzione mondiale. Altri importanti paesi produttori sono Cina (15 000 t·anno⁻¹), Repubblica Ceca (9 000 t·anno⁻¹), Slovenia (2 200 t·anno⁻¹), Inghilterra (1 900 t·anno⁻¹) (<http://www.aitbm.it/>).

Nel tempo si sono differenziate zone vocate e rinomate per la coltivazione del luppolo. Solo per citarne alcune: l'areale del Saaz (Žatec) in Repubblica Ceca, l'Eger e il Hallertau in Germania, le valli Yakima e Willamette e ad occidente di Canyon County, nell'Idaho. I principali centri di produzione nel Regno Unito sono nel Kent.

E' opportuno ricordare che il valore del mercato mondiale annuo del luppolo è di circa 700 milioni di euro, di cui 500 milioni riconducibili all'agricoltura e 200 milioni alle aziende di trasformazione e commercializzazione. Tali valori sono molto variabili e condizionano la volatilità del mercato. La trasformazione e la commercializzazione sono concentrate nelle mani di quattro grossi operatori: Barth Haas Group (circa il 35% del mercato), Hopsteiner (25%), HVG (10%), Yakima Chief (8-10%). Il restante 20% è dato da piccole cooperative soprattutto dell'est-europeo.

In Italia non esiste nè una produzione nè un mercato del luppolo e le poche coltivazioni esistenti sono a livello hobbystico o a scopo sperimentale. Le cose sono cambiate a partire dal 20/07/2015, data in cui è stato approvato un decreto che permette la coltivazione del luppolo anche in Italia e designa l'Autorità di certificazione competente.

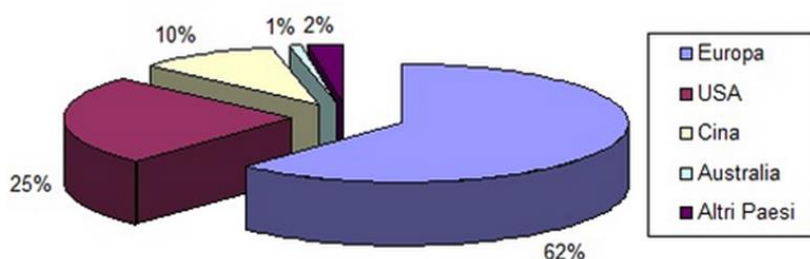


Figura 1. Produzione di luppolo nel mondo.

1.1.2 La legislazione sul luppolo

Le normative europee che regolano la produzione e la vendita del luppolo sono principalmente due: il Reg. CE. N. 1952/2005 DEL CONSIGLIO del 23 novembre 2005 relativo all'organizzazione comune dei mercati nel settore del luppolo e che abroga i regolamenti (CEE) n. 1696/71, (CEE) n. 1037/72, (CEE) n. 879/73, (CEE) 1981/82 e il Reg. CE. N. 1850/2006 DELLA COMMISSIONE del 14 dicembre 2006 relativo alla modalità della certificazione del luppolo e dei prodotti derivati dal luppolo (Gazzetta ufficiale dell'unione europea 2006).

Le normative sopra indicate affrontano diverse tematiche. Tra le più importanti troviamo l'obbligo da parte dei paesi produttori di comunicare alla Commissione europea le zone del territorio nazionale ove si coltiva il luppolo, o genericamente indicare il proprio paese come paese produttore e l'obbligo d'indicare i centri sul territorio nazionale autorizzati ad effettuare la certificazione obbligatoria per la messa in commercio del luppolo (Filipuzzo L. 2014).

Questo è un punto focale della normativa in quanto l'Italia fino a poco tempo fa, per l'inadempienza nei punti sopra riportati, non poteva coltivare il luppolo con finalità di vendita del prodotto; dunque l'Italia si rifaceva all'art 1 comma 3, del Reg. 1850/2006, in cui vengono indicate delle situazioni che vengono escluse dal campo d'applicazione del regolamento medesimo; tra le eccezioni infatti si esentano dalla certificazione i birrifici che coltivano il luppolo per la propria lavorazione, limitandone la produzione al fabbisogno.

La situazione attuale è cambiata grazie al *Decreto del MIPAAF n°4281 del 20/07/2015* attraverso cui è stata identificata nella Direzione Generale delle politiche internazionali e dell'Unione europea (PIUE), l'Autorità di certificazione competente per l'Italia ai sensi del regolamento CE 1850/2006. E' dunque grazie a questo decreto che oggi si può coltivare il luppolo in Italia e venderne il prodotto.

Le normative europee (Reg. 1952/2005 e il Reg.1850/2006) inoltre affrontano il tema della certificazione del prodotto. Prima dell'immissione in commercio del prodotto, inteso come coni di luppolo freschi o secchi, anche tritati, macinati o in forma di pellets o luppolina, e prima di qualsiasi trasformazione (trasformati intesi come succhi ed estratti vegetali di luppolo), dev'essere effettuata una certificazione dei prodotti da parte organismi autorizzati appositamente designati dagli Stati Membri e prima del 31 Marzo dell'anno successivo al raccolto è necessaria la relazione della commissione al consiglio. Gli Stati membri, oltre a designare l'autorità di certificazione competente, hanno il ruolo di garantire una qualità

minima, la tracciabilità del luppolo e dei prodotti derivati (Gazzetta ufficiale dell'unione europea 2006).

E' opportuno sottolineare che i certificati possono essere rilasciati soltanto per i prodotti che presentano caratteristiche qualitative minime. Occorre pertanto operare in modo che il luppolo in coni soddisfi requisiti minimi di commercializzazione fin dalla prima fase della commercializzazione (Allegato I del REG. N 1850/2006). Il certificato, inoltre, segue il luppolo ed i suoi derivati lungo tutta la filiera di produzione e di commercializzazione fino alla fase finale nel birrifico. Va osservato che il luppolo e i prodotti derivati dal luppolo possono essere importati o esportati solo se presentano caratteristiche qualitative almeno equivalenti a quelle fissate per il luppolo ed i prodotti derivati dal luppolo raccolti e lavorati nella Comunità, dato che questi ultimi sono oggetto di una procedura di certificazione. La garanzia di qualità del luppolo importato è fornita da un attestato di equivalenza rilasciato dai servizi abilitati dei paesi terzi.

Inoltre ogni partita di luppolo presentata per la certificazione dev'essere accompagnata da una dichiarazione scritta firmata dal produttore e contenente i dati necessari per l'identificazione della partita (art 3 REG N 1850/2006), quali il nome e l'indirizzo del produttore, l'anno di raccolta, il nome della varietà, il luogo di produzione.

1.1.3 Il luppolo in Italia

In Italia la coltivazione di luppolo non è mai riuscita a superare la fase pionieristica, nonostante vi siano le idonee condizioni per la sua coltivazione.

Non sono mancate in passato esperienze di coltivazione in Romagna, in Umbria, in Alto Adige, Friuli e Veneto, dove venivano utilizzate prevalentemente varietà locali.

Nonostante ciò, fino ad ora, la coltura in Italia non ha mai preso piede, probabilmente per fattori culturali quale la grande tradizione vitivinicola e la lobby per il vino che hanno reso scarso il consumo di birra, pari a circa 30 l/pro capite anno (Capone et al 2015), rispetto ai consumi del Nord Europa (74 l/pro-capite/anno media europea) e la mancanza di adeguate strutture di trasformazione che sono necessarie per una standardizzazione delle materia prima da utilizzare per la produzione di birra.

A partire dal 2010 però, nel nostro territorio si è registrato un aumento esponenziale dei birrifici agricoli o agro-birrifici, in seguito all'approvazione del decreto ministeriale 212 del 2010 che definisce la birra come prodotto agricolo e considera la produzione della birra come attività connessa a quella agricola. Il decreto prevede che le aziende agricole che utilizzano

orzo prodotto in azienda pari almeno al 51% dell'orzo impiegato nella produzione della birra aziendale possono accedere ai bandi comunitari per il finanziamento di progetti agricoli, tra cui appunto la creazione di birrifici ed hanno la possibilità di adottare un regime fiscale agevolato (<http://www.cronachedibirra.it/>). Tutto questo ha portata a un grande interesse verso la realizzazione di birre prodotte con materia prime locali, conseguentemente è cresciuto anche l'interesse verso la produzione aziendale di luppolo.

La strada per realizzare un vero e proprio mercato di luppolo in Italia è ancora lunga in quanto manca tutta la filiera, dai fornitori dei materiali per la costruzione dell'impianto, ai macchinari, ai consorzi per il conferimento della produzione (<https://futurbioerbe.com>).

In Italia però il maggiore problema consiste nella mancanza di macchinari che agevolino le operazioni culturali e in particolar modo la raccolta. Le attrezzature esistono sul mercato ma hanno prezzi inaccessibili per la maggior parte delle aziende. Questo comporta che tutte le operazioni di gestione del luppolo vengano eseguite manualmente. Per la gestione manuale del luppolo occorrono 300 ore·ha⁻¹ di manodopera e il 60% delle ore sono necessarie per effettuare la raccolta manuale. Conseguentemente il prodotto ottenuto ha prezzi molto elevati e non competitivi.

Nell'ultimo periodo, piccoli produttori hanno iniziato a comprare macchinari usati dall'estero al fine di far fronte a questa problematica; in aggiunta, alcune ditte produttrici stanno iniziando a mettere in commercio macchinari più adeguati per i piccoli impianti e con un costo abbordabile anche per i piccoli produttori. Questo potrebbe dare una spinta ulteriore verso la coltivazione del luppolo.

L'interesse nei confronti di questa coltivazione si nota anche dalle coltivazioni censite in Italia.

In Italia sono state mappate 154 coltivazioni di luppolo amatoriali. Al primo posto c'è la Lombardia, seguita da Veneto, Lazio, Emilia-Romagna e Abruzzo. Sicuramente, visto l'interesse che sta suscitando questa specie, le percentuali saliranno nel breve periodo (Tabella 1).

Un esempio concreto, che testimonia l'avvio del settore di coltivazione del luppolo in Italia, è presente a Cogneto (Modena), dove esiste la prima coltivazione ufficiale di luppolo che ha ottenuto anche un riconoscimento dal Ministero dell'Agricoltura. La coltivazione deriva da una start-up che è il frutto di anni di studio, iniziati con il progetto di coltivazione del luppolo autoctono di Marano, sviluppato dal Comune e dall'Università di Parma.

Anche nella nostra regione iniziano ad esserci un sempre maggior interesse per la coltivazione del luppolo. Infatti grazie ai progetti "FuturBioErbe" (2010-2013) e "Filiera della Birra", che

hanno coinvolto CirMont (Centro Internazionale di Ricerca per la Montagna), ERSA (Agenzia regionale per lo sviluppo rurale), Università degli Studi di Udine e CRITA (Centro per la Ricerca e l'Innovazione Tecnologica in Agricoltura), è stata avviata una sperimentazione sulla coltivazione del luppolo, al fine di confrontare il comportamento di alcune varietà commerciali da birra. Nell'ambito di questi progetti sono stati realizzati due luppoleti presso: l'Azienda Sperimentale Agraria "A. Servadei" di Udine ed il Birrificio Julia a San Pietro al Natisone (Ud).

Tabella 1.2014. Superfici destinate alla coltivazione di luppolo in Italia (<https://associazioneitalianaluppolo.com>)

Regioni	Percentuale di superficie
Lombardia	13 %
Veneto	11%
Emilia Romagna	11%
Lazio	11%
Piemonte	8%
Abruzzo	7%
Marche	5%
Campania	5%
Puglia	5%
Sicilia	5%
Toscana	4%
Sardegna	4%
Umbria	3%
Liguria	2%
Friuli-Venezia-Giulia	2%
Basilicata	1%
Calabria	1%
Trentino Alto Adige	1%

1.2 Il luppolo (*Humulus lupulus* L.)

1.2.1 Inquadramento tassonomico

Il luppolo (*Humulus lupulus* L.), è una specie che appartiene alla classe delle Magnoliopsida, ordine delle Urticales, famiglia delle Cannabaceae, genere *Humulus* (Kapalova H. 2013).

Al genere *Humulus*, oltre alla specie *Humulus lupulus*, appartengono altre due specie, *Humulus japonicus*, originaria del Giappone, che è una pianta annuale decidua, che differisce dall'*Humulus Lupulus* per la scalarità dei coni e per la minore quantità in luppolina, per questo non utilizzata nella birrificazione, e *Humulus yunnanensis*, originario della Cina, di cui si hanno poche informazioni e che a differenza delle specie precedenti è in grado di crescere a latitudini inferiori (Neve 1991).

1.2.2 Origine e storia della coltivazione del luppolo

L'origine del genere *Humulus*, al quale appartiene la specie *Humulus Lupulus*, è incerta ma si ipotizza che le prime specie di luppolo siano apparse in Cina e che da lì si siano diffuse in direzione est, verso il nord-America e ovest verso l'Europa, portando così alla formazione di due distinte popolazioni (Neve, 1991).

Si può affermare con certezza che il luppolo fosse già utilizzato dagli Egiziani che lo usavano come erba medicinale e per la cura dei lebbrosi. Riferimenti sulla sua coltivazione sono presenti anche nelle opere di Plinio il Vecchio (23-79 dC) che paragona il luppolo ad un lupo essendo nocivo per l'albero come "un lupo per un gregge di pecore...".

Altre citazioni storiche riguardanti il luppolo risalgono al 760 dC e fanno riferimento ad un orto di luppolo situato nelle vicinanze del convento di Freising, in Germania, e a Weihenstephan. San Corbiniano nel 725 dC vi aveva fondato un monastero con relativa birreria. Oggi la Weihenstephan fa vanto di essere stata la prima birreria al mondo ad aver utilizzato questa pianta i cui fiori femminili, e solo loro, hanno reso possibile quella nota amara che si sente attualmente nella birra (<http://www.ilovebeer.it/>).

Il luppolo prese rapidamente piede, soprattutto a partire dal XII secolo grazie agli studi della botanica Suor Hildegard von Bingen dell'Abbazia di St. Rupert in Germania. Nei secoli successivi, il luppolo divenne così indispensabile che nel 1516 il duca Guglielmo IV di Baviera emanò la famosa legge sulla purezza, conosciuta anche con il suo nome originale *Reinheitsgebot*, che imponeva alle fabbriche di birra di utilizzare esclusivamente acqua, orzo

e luppolo. L'editto di Guglielmo IV fu esteso a tutta la Germania all'atto dell'unificazione nel 1871 (<http://www.istitutofermiverona.it/>).

In Gran Bretagna il luppolo cominciò ad essere utilizzato verso il 1400, probabilmente importato da lavoratori fiamminghi (55 a.C). Per quasi due secoli l'uso del luppolo è stato duramente osteggiato in Gran Bretagna (fu proibito anche da Enrico VIII) e solo nel 1554 un atto del Parlamento ne legalizzò la coltivazione (<http://www.istitutofermiverona.it/>).

Quando i romani occuparono la Britannia iniziarono ad usare il luppolo per infusi e fermentazioni di cereali assieme agli altri ingredienti come rosmarino, mirto, maggiorana, menta, camomilla e fieno. Gradualmente questi ingredienti caddero in disuso a favore del luppolo che invece acquistò un ruolo basilare nella preparazione della birra. Gaetano Pasqui fu il primo a coltivare luppolo in Italia nel 1847 a Forlì, lavorando con il fratello minore per sei mesi all'anno, con una trentina di germogli di luppolo per poi ottenere, a partire dal 1850 i primi risultati soddisfacenti: un decennio dopo poteva vantare oltre 3500 piante. Il luppolo da lui prodotto veniva utilizzato nel proprio birrificio, che era stato realizzato nel 1835.

Una seconda coltivazione di luppolo in Italia invece risale al 1876 e fu effettuata a Marano sul Panaro in provincia di Modena nella tenuta del Marchese Montecuccoli. I risultati furono più che incoraggianti e il prodotto ottenne un pubblico riconoscimento da numerosi fabbricanti di birra, italiani e stranieri e una menzione onorevole all'esposizione internazionale di Hagenau, nell'Alsazia. Per la coltivazione vennero usate varietà provenienti dalla Stiria e dalla Boemia. Altri esperimenti furono condotti nel 1908 dal Conte Faina nei pressi di Orvieto, nel 1914 nei pressi di Feltre dai F.lli Luciani, nel 1927 a Piegari (PG) dal Comm. Moretti e nel 1959 nel Bresciano dall'Ing. Dandoni (<http://www.istitutofermiverona.it/>).

Ulteriori studi sono stati condotti nel quinquennio 1984/89 con il finanziamento del Ministero dell'Agricoltura e dell'Assobirra. Per valutare la risposta della coltura alle diverse condizioni pedoclimatiche la sperimentazione è stata condotta in località diverse del territorio italiano (Rovigo, Anzola, Osimo, Battipaglia, Palmanova). Queste sperimentazioni hanno confermato le buone possibilità agronomiche e pedoclimatiche di coltivazione del luppolo in Italia.

La coltivazione del luppolo nonostante i numerosi studi effettuati, sul nostro territorio non ha mai preso piede. I motivi di questo possono essere da un lato fattori culturali come ad esempio il fatto che l'Italia è sempre stata un paese con una tradizione vitivinicola, dall'altro problemi legislativi che non permettevano all'Italia, non avendo quote di produzione, la coltivazione del luppolo. A partire dal 2010 l'interesse verso questa coltura è incrementato e in quell'anno è stato approvato un decreto ministeriale che considera la birra come prodotto agricolo, favorendo così lo sviluppo di microbirrifici nel nostro territorio. In seguito al boom

di microbirrifici sono riprese le sperimentazioni che riguardano l'intera la filiera birra, con particolare interesse per la coltivazione del luppolo.

Tra le sperimentazioni più recenti troviamo quelle che si stanno conducendo in Piemonte, dove è stato realizzato un grande luppoletto sperimentale nel birrificio Baladin in provincia di Cuneo, quelle condotte dal comune di Marano (Modena) con l'università di Parma per la coltivazione di luppolo autoctono di Marano ed infine un progetto in Friuli Venezia Giulia nato nel 2010 come progetto "futurobierbe" e proseguito con il progetto "filiera birra". Questi progetti sono stati realizzati da enti regionali in associazione con l'Università di Udine.

1.2.3 Caratteristiche morfologiche

Il luppolo è una pianta erbacea, perenne, dioica.

La parte epigea della pianta deperisce ogni inverno, mentre la parte ipogea rizomatosa, è perenne e può sopravvivere per molti anni. La rigenerazione annuale è dovuta alle gemme presenti nella parte alta del rizoma, che producono numerosi getti in primavera (Filipuzzo L. 2014).

La pianta è produttiva in coltivazione per circa 25-30 anni e la crescita può raggiungere i 30 cm al giorno.

E' bene sottolineare che sono state individuate numerose differenze tra genotipi raccolti in varie parti del mondo, per questo i botanici le hanno divise in diverse sub specie. Tutte le sub specie individuate sono completamente interfertili.

Apparato radicale

L'apparato radicale (Figura 2) permanente esplora il terreno fino ad una profondità di 1.5 m e può espandersi lateralmente per 2-3 m.

Le piante di luppolo producono sia rizomi che radici vere. Le radici diventano legnose e vanno in profondità e non producono gemme. I rizomi, che tendono a crescere appena sotto la superficie del suolo (20-30 cm) sono spessi e succosi, e portano gemme marcate e radichette (Neve 1991).

Fusto

Il fusto è cavo, senza viticci e rampicante, si avvolge in senso orario, attorno ad ogni supporto disponibile servendosi di tricomi uncinati collocati agli angoli dello stelo.

Il fusto è in grado di raggiungere una altezza pari a 7-8 m (Filipuzzo L. 2014).

Foglie

Le foglie (Figura 3) sono a fillotassi opposta, cuoriformi e picciolate; a volte si possono trovare tre foglie sullo stesso nodo. Le foglie hanno margine dentato, con pagina superiore ruvida al tatto e quella inferiore resinosa. La forma delle foglie è variabile da semplice cordata a 7-lobata, anche se più comunemente quelle mature hanno 3-5 lobi.

Sulla pagina delle foglie sono presenti le ghiandole resinifere, che producono luppolina, ma non sono sufficientemente abbondanti per destare interesse (Filipuzzo L. 2014).

Fiori

I fiori maschili (Figura 4) sono portati in un'infiorescenza a pannocchia lassa pendula; ciascun fiore presenta un perianzio di cinque tepali giallastri verdi fusi alla base e cinque antere su filamenti corti. Le antere, hanno un solco in cui sono presenti alcune ghiandole di resina. In deiscenza producono una grande quantità di polline che sarà trasportato dal vento (Filipuzzo L. 2014). I fiori maschili fioriscono tra la fine di luglio e agosto.

I fiori femminili (Figura 5) sono riuniti in infiorescenze, amenti, dalla caratteristica forma di cono, hanno forma ovoidale e sono formate da un rachide centrale che porta ad ogni nodo due brattee di colore giallo-verde e consistenza coriacea; alla base di ognuna sono presenti due bratteole ognuna delle quali ha un piccole fiore avviluppato in una piega alla base. Il fiore è composto da un ovario, circondato da un perianzio, munito di due stimmi papillari (Anna A. 2013). Durante l'estate l'infiorescenza femminile aumenta di dimensione. Il rachide si allunga, le dimensioni di brattee e bratteole aumentano e nella porzione più interna del cono, nella parte inferiore delle bratteole, si sviluppano una grande quantità di tricomi ghiandolari di forma sferica contenenti una resina gialla amara (luppolina), carica di oli e acidi organici che sono responsabili, in maniera preponderante, del sapore e delle caratteristiche del luppolo. Le ghiandole resinifere si trovano nella porzione basale delle bratteole e in misura minore nelle brattee; qui sono più numerose nella pagina superiore (7 mm^{-2}) e meno in quelle inferiori (5.8 mm^{-2}). Il numero e le dimensioni di queste ghiandole dipendono prevalentemente dalle differenze genotipiche tra le varietà (Anna A. 2013).

La luppolina, contenuta nei tricomi ghiandolari, costituisce il 20-30 % del peso del cono. Le piante maschili contengono molto meno resina delle piante femminili (10-15 ghiandole di resina nelle maschili, rispetto a 10.000 delle femminili) (<http://www.aitbm.it/>).

La separazione dei sessi tra le piante rende impossibile l'autoimpollinazione, di conseguenza le piante di luppolo sono altamente eterozigoti. Pertanto le piante derivate da seme hanno una progenie estremamente variabile e per la maggior parte con un basso valore commerciale. Per

questa ragione nella realizzazione di un luppolo si usa sempre materiale propagato per via agamica da cultivar selezionate (Neve 1991)(Filipuzzo L. 2014).

Le piante maschili vengono impiegate esclusivamente nel miglioramento genetico per ottenere nuovi incroci.



Figura 2. Apparato radicale di *Humulus Lupulus*.



Figura 3. Foglie di *Humulus Lupulus*



Figura 4. Infiorescenza maschile di *Humulus lupulus*.



Figura 5. Infiorescenza femminile *Humulus lupulus*.

1.2.4 Esigenze climatiche e pedologiche

Il luppolo cresce spontaneamente in grande parte delle zone temperate dell'emisfero settentrionale, tra i 30 e i 50 gradi di latitudine. Generalmente trova il suo habitat a partire

dalle zone pianeggianti di fondovalle fino ad altitudini di 1200 m s.l.m., a condizione che le zone non siano eccessivamente umide e ventose (<http://www.aitbm.it/>).

La pianta predilige ambienti freddi con terreni sciolti, fertili, leggermente acidi (PH 6-6.2), ben drenati, profondi e ben lavorati. I suoli argillosi danno problemi di asfissia delle radici e di assorbimento dei microelementi, soprattutto boro, i quali sono presenti in basse concentrazioni in terreni basici (Neve, 1991). Alte temperature e siccità portano inevitabilmente alla colatura dei fiori ed alla successiva caduta dei coni.

Nei paesi con clima secco è opportuno irrigare per mantenere un'umidità ottimale del terreno.

1.2.5 La realizzazione di un luppoletto

Realizzazione della struttura di sostegno

Prima dell'impianto è necessario procedere alla distribuzione dei fertilizzanti e ad una adeguata preparazione del terreno mediante: aratura (25 cm) o ripuntatura ed un successivo affinamento del terreno attraverso un'erpicoltura (Capone *et al* 2013).

L'impianto viene realizzato mediante la sistemazione dei pali di sostegno, (un tempo erano di legno e oggi sono stati sostituiti da pali di cemento o d'acciaio che garantiscono un maggiore durata). La distanza fra i pali varia a secondo del tipo di impianto che si vuole realizzare, tenendo conto dell'altezza massima dei filari e della vigoria della varietà. Attualmente in Friuli Venezia Giulia si stanno adattando vecchi impianti frutticoli a luppoletti, con altezze massime di 4,5m (Capone *et al* 2013).

Esistono due sistemi di tensione dei cavi sui pali:

a) *Hight tensile* (Figura 6)

In questo sistema si usano tanti tiranti, elastici obliqui, disposti su tutta la campata. Si ottiene così una maggiore forza per mantenere i cavi orizzontali ben tesi, evitando che si incurvino nel centro con il peso della vegetazione. Si installa un secondo cavo orizzontale sul quale legare i tutori, per evitare che il luppolo si arrampichi sui tiranti, crescendo con diverse lunghezze e complicando il processo di raccolta (Filipuzzo L. 2014).

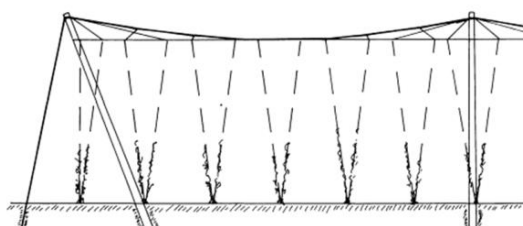


Figura 6. Impianto High tensile (Neve, 1991)

b) *Low tensile*

Questa tecnica richiede una palificazione più fitta con una distanza minore tra le campate e viene usata prevalentemente in luppoli di dimensioni ridotte per via della sua semplicità.

Il cavo d'acciaio è fissato ad un'ancora interrata; Il primo palo di testata viene inclinato di 30 ° dalla verticale, in modo da resistere meglio alla tensione. Sulla sommità dei pali possono essere applicati diverse strutture, quali un semplice tondino in cui far scorrere i cavi o sul quale legare i tiranti, oppure dei sostegni a "T" in modo da ottenere una specie di pergolato costituito da due o tre cavi che consentono una specifica forma di allevamento. I sostegni a "T" permettono di allevare due steli per ogni pianta che sporgono nell'interfila, in modo di ridurre lo spazio sulla fila tra le piante e aumentare la densità d'impianto (Filipuzzo L. 2014).

L'altezza della struttura di supporto varia da paese a paese. In Europa continentale è solitamente di 7-8 m, in Inghilterra raramente supera i 5 m essendo soggetta a moti ventosi e negli USA è diffusa un'altezza di 6-7 metri (Filipuzzo L. 2014).

Trapianto

Il trapianto (Figura 7) si effettua scavando delle buche di 20-25 cm, distanti circa 1.5 metri sulle fila, di profondità sufficiente a coprire i rizomi o le piante facendo attenzione di interrare bene l'apparato radicale e una minima parte dei germogli. Questa operazione viene effettuata disponendo un rizoma di circa 10 cm di lunghezza. La distanza tra le file è compresa tra i 3,0 e 4,2 m a seconda della struttura dell'impianto e serve soprattutto per agevolare il passaggio dei mezzi meccanici (Capone et al 2013).



Figura 7. Trapianto delle piante di *Humulus Lupulus* (Capone et al 2013).

Sistemazione dei fili

Questa operazione serve per il sostegno verticale del fusto. Una volta che le piante hanno attecchito, si interrano nel suolo dei ganci in ferro a “U” nella immediate vicinanze delle stesse. Dai ganci verranno fatti partire due spaghi in sisal o polipropilene che saranno fissati al fil di ferro sommitale. I fili possono essere disposti a V per facilitare la gestione della chioma durante lo sviluppo e la raccolta. Gli spaghi saranno poi tagliati alla raccolta (Capone et al 2013).

La forma di allevamento a V è la forma più utilizzata negli impianti di luppolo. I fili di sostegno possono essere disposti o lungo la direzione del filare oppure, come si verifica nella maggioranza dei casi, perpendicolarmente. La seconda modalità è quella preferita in quanto permette una migliore distribuzione spaziale della chioma della pianta, favorendo una maggiore areazione nella parte centrale e impedendo così la creazione di ristagni di umidità che potrebbero favorire l’insorgenza di fitopatie.



Figura 8. Impianto di Udine. Fase di deposizione dei fili in sisal.



Figura 9. Impianto di Udine. Piante supportate dai fili di sisal.

Gestione della chioma e dei capi a frutto

Dalle ceppaie (organo sotterraneo perenne) ogni primavera si originano i primi getti annuali. Si consiglia di reciderli tutti. Nel giro di pochi giorni (tra Aprile e Maggio) la pianta svilupperà altri ricacci, tra questi verranno selezionati due o tre germogli, da accompagnare su i fili di tutoraggio in senso orario (Capone et al 2013). Questa operazione, che viene definita *Training* (Figura 10), permette di ottimizzare la distribuzione spaziale della vegetazione con un conseguente miglioramento produttivo e qualitativo. Vengono comunemente lasciati anche due getti di riserva, che vengono eliminati una volta che i germogli principali non corrono rischi di rotture accidentali. Questa operazione manuale è una delle operazioni più onerose nella gestione del luppolo, ma permette migliori rese (Filipuzzo L. 2014).



Figura 10. Fase di training.
Impianto di Udine.

Ad inizio estate viene eseguito invece lo *Stripping* (Figura 11-12). Tale operazione è principalmente finalizzata alla defogliazione della parte bassa dei tralci per circa 0,80-1,00 m. Lo scopo è di stimolare la crescita di branche laterali, di migliorare l'arieggiamento alla base della pianta e la riduzione dell'umidità. Si cerca soprattutto di contenere lo sviluppo di malattie fungine e fitofagi dannosi che colpiscono questa specie in condizioni di umidità e temperatura favorevoli. Lo stripping viene effettuato quando la pianta raggiunge i primi due metri d'altezza, o anche in stadi più giovanili, lasciando le foglie apicali, in modo da garantire l'attività fotosintetica. In zone con elevate precipitazioni è auspicabile eseguire questa lavorazione precocemente. Effettuata originariamente in modo manuale, oggi nei luppoleti di grandi dimensioni viene realizzata con l'ausilio di defoglianti (Filipuzzo L. 2014).



Figura 11. Impianto di Azzida. Fase di Stripping



Figura 12. Impianto di Azzida. Piante dopo lo stripping.

Erpicatura

L'erpicatura (Figura 13) facilita il controllo delle infestanti, limita i ristagni idrici e le fitopatie a carico dell'apparato radicale, per questo motivo dev'essere eseguita periodicamente facendo attenzione a non recidere le radici superficiali. Il luppolo predilige un terreno arieggiato, privo di crosta superficiale e ben drenato (Capone *et al* 2013).



Figura 13. Impianto di Udine. Fase di erpicatura.

Fresatura e rincalzatura

Queste operazioni sono importanti al fine di assicurare una buona gestione del luppolo. Essendo una pianta a rapido sviluppo radicale, la fresatura viene eseguita solitamente in primavera, generalmente ogni 3 anni e serve ad eliminare le radici che tendono a svilupparsi nell'interfila. Pezzi di radici possono essere usate come rizomi per la produzione di nuove piante. La rincalzatura (figura 14) invece si esegue in abbinamento all'erpicatura, per favorire lo sviluppo delle radici estive, proteggerle dal gelo invernale e ridurre il rischio di fitopatie (Capone *et al* 2013).



Figura 14. Fase di rincalzatura (Capone *et al*, 2013).

Raccolta dei coni

Il corretto periodo di raccolta è fondamentale per una buona resa ed una alta qualità della produzione. Il periodo ideale per la raccolta può variare a seconda della varietà, generalmente si colloca tra agosto e settembre quando la luppolina è ben visibile nel cono ed emana un odore caratteristico. La tecnica che viene usata in campo per valutare se il cono è maturo consiste nello sfregare il cono tra le mani; se il cono è maturo, al tatto ha una consistenza cartacea, è asciutto e la luppolina, essendo adesiva, rimane adesa alla mano e rilascia un odore caratteristico. L'obiettivo è quello di riuscire a raccogliere quanti più coni al giusto stadio di maturazione, quando il cono comincia ad essiccarsi e le ghiandole di luppolina cambiando leggermente colore virando in una tonalità giallo-oro carico.

Esistono metodi di raccolta manuale (Figura 15) e meccanica (Figura 16) (più tecnologicamente avanzata e meno diffusa in Europa occidentale)(Capone *et al* 2013).

Con la raccolta meccanica (giustificata per superfici superiori a 12 ha) le piante vengono recise alla base e trasportate alle macchine fisse di raccolta. Si procede quindi ad effettuare operazioni di pulizia, che consentono di ottenere coni puliti e liberi da materiali estranei. La raccolta manuale permette di seguire la scalarità della maturazione dei coni e di raggiungere livelli di qualità e pulizia pregevoli, ma è economicamente insostenibile per le grandi estensioni.



Figura 15. Impianto di Azzida. Raccolta manuale.



Figura 16. Slovenia. Raccolta meccanizzata.

Essiccazione

Il processo di essiccazione (Figura 17) è volto a ridurre l'umidità dei coni che inizialmente è del 68-80% fino a 11-12%. E' importante che l'umidità del seme non superi il 20 %. L'essiccazione avviene ad una temperatura tra i 40-42 °C.

I coni possono essere conservati tal quali o subire diversi trattamenti a seconda dell'impianto di birrificazione (pellets, plugs). E' fondamentale tenerli sottovuoto, al buio e ad una temperatura prossima ai 4 °C , per evitare processi di ossidazione ed alterazioni della luppolina (Capone *et al* 2013).



Figura 17. ERSA. Fase di essiccazione dei coni del luppolo



Figura 18. Plugs di luppolo.

Gestione post raccolta della pianta

Prima del periodo invernale si procede al taglio dei germogli, per evitare gelate a carico del rizoma. Si può procedere poi con una erpicatura e rincalzatura della ceppaia. I germogli sono stati utilizzati per la realizzazione di talee autunnali con scarso successo (Capone *et al* 2013).

1.2.6 Propagazione del luppolo

Propagazione per rizoma

La tecnica più utilizzata per la propagazione delle piante di luppolo è quella di prelevare dei rizomi da una pianta adulta di almeno tre/quattro anni. Il periodo indicato per prelevare i rizomi è quello che precede il risveglio della pianta e sarà diverso a seconda dell'andamento delle temperature, della zona geografica, dell'esposizione e delle condizioni del terreno che non deve presentarsi gelato o troppo bagnato onde evitare danni sia alla pianta madre che ai rizomi. Indicativamente il periodo ideale è quello compreso tra febbraio ed aprile. Risulta possibile, anche se meno consigliabile, prelevare i rizomi al termine della stagione (nel mese di novembre), prima delle rigide temperature invernali. Si tratta di un intervento più rischioso, poiché espone sia la pianta madre che i rizomi al rischio di gelate. Mettere a dimora rizomi in questo periodo potrebbe anticipare la ripresa vegetativa in primavera, ma allo stesso tempo rivelarsi controproducente nel caso di temperature invernali molto basse che potrebbero bloccare l'attecchimento. Tale pratica è quindi consigliabile in zone con inverni miti.

Una volta individuata la pianta si deve prima di tutto procedere ad una sommaria pulizia della superficie del terreno attorno alla pianta facendo attenzione a non ledere eventuali gemme in sviluppo. Con una forca da trapianti si smuove leggermente il terreno attorno alla pianta tenendosi ad una "distanza di sicurezza" di una ventina di centimetri. Con le mani si procede delicatamente a togliere la terra smossa e liberare il tratto di rizoma: esso appare biancastro con rigonfiamenti in corrispondenza dei quali si presentano delle gemme anch'esse biancastre, dalle quali partiranno i nuovi tralci aerei. Con le forbici ben affilate e possibilmente sterilizzate a fiamma si procede al taglio netto evitando "sfilacciamenti" del rizoma e lasciando una decina di centimetri per parte attorno alle gemme dormienti. Per sicurezza si potrà spennellare le superfici di taglio nella pianta madre con una soluzione di solfato di rame di consistenza cremosa, in modo da disinfettare le parti ed evitare la penetrazione di funghi dannosi.

Il rizoma prelevato deve essere messo subito a dimora, in pieno campo o in un contenitore capiente riempito con il necessario terriccio, evitando il più possibile la disidratazione all'aria. Per le prime settimane bisogna avere cura di mantenere il terreno umido.

Propagazione per talea

Le talee (Figure 19-20) vengono prodotte a partire o da nuovi germogli, piuttosto piccoli, o dai fusti più deboli. La scelta di utilizzare i fusti più deboli deriva dal fatto che quelli più

vigorosi richiedono maggiori sostanze nutritive per il mantenimento e la mancanza di radici induce la talea a deperire più rapidamente.

Sulla talea viene praticata una leggera incisione alla base, per favorire lo sviluppo radicale. La parte basale viene poi posta in una soluzione a base di auxine per favorirne il radicamento. Dopo alcuni minuti, le giovani piante vengono sistemate direttamente in contenitori alveolati in plastica precedentemente riempiti con terra o terriccio.

Prima di disporle nei contenitori è importante eliminare le foglie, per limitare la traspirazione della talea che potrebbe accelerare il deperimento della stessa.



Figura 19. Fase di preparazione delle talee. Impianto di Udine



Figura 20. Talee nei contenitori alveolati.

1.2.7 Principali avversità

1.2.7.1 Funghi

Finta muffa (*Pseudoperonospora humuli*)

I primi sintomi della patologia si manifestano in primavera, colpendo in particolar modo i nuovi germogli che mostrano crescita stentata, ridotta distanza tra i nodi e presentano il caratteristico aspetto a “candela” dell’estremità superiore, dovuto alla scarsa capacità di crescere in altezza del getto apicale e la tendenza ad emettere getti laterali dall’ascella fogliare più alta. La patologia si può verificare sia in piene fioritura, causando una ridotta formazione di fiori, che durante lo sviluppo del cono causando un imbrunimento e secchezza dello stesso con conseguente necrosi, che può portare anche a grosse perdite economiche. Vengono inoltre colpite le foglie (Figura 21) che diventano decolorate con lesioni visibili in prossimità delle nervature e agli apici e presentano inoltre visibili necrosi dalla forma angolare.

Il suo sviluppo è favorito da temperature miti intorno ai 20 °C, temperatura minima superiore ai 5 °C, e una umidità superiore al 70 % (Filipuzzo L. 2014).

La lotta si basa sull’utilizzo di varietà resistenti, l’adozione di potature per la gestione della chioma, l’adozione dello stripping, l’eliminazione di piante infette e la prevenzione della formazione di sacche di umidità e di ristagni (Capone *et al* 2013).

Oidio (*Podosphaera macularis*)

E una delle fitopatie più dannose che può portare ad una completa perdita del raccolto.

I sintomi si manifestano sia sulle foglie, che si presentano deformate con bolle e con il caratteristico feltro biancastro costituito da ife, sia sui coni (Figura 24) che diventano deformi, presentano muffa bianca e possono assumere una colorazione bruna in seguito alla morte dei tessuti (Filipuzzo L. 2014).

Lo stress indotto dall’attacco può provocare anche una maturazione precoce portando così ad un’ingente perdita del raccolto.

La malattia è favorita da temperature miti tra i 16-18 °C e elevati tassi d’umidità.

La lotta può essere effettuata utilizzando varietà resistenti o tolleranti come ad esempio il Nugget Fuggle e Cascade, effettuando una corretta gestione della concimazione azotata e della chioma, per evitare un’eccessiva vigoria della pianta favorevole allo sviluppo del fungo, e attraverso l’applicazione di fungicidi in primavera. Per disinfettare le parti vegetali colpite si può usare del bicarbonato di sodio (Capone *et al* 2013).

Vera muffa (*Sphaerotheca humuli*)

Si presenta come uno strato biancastro sulla pagina superiore della foglia. I fiori e coni tendono ad appassire (Capone *et al*, 2013).

Botrite (*Botritis cinerea*)

I sintomi sono rappresentati da muffa grigia sulla punta del cono. Questa patologia determina una riduzione in contenuto di luppolina del cono.

Si sviluppa in ambiente umido (Capone *et al*, 2013).

Peronospora (*Phytophthora citricola*)

Si moltiplica grazie ad oospore e provoca marciumi al colletto e all'apparato radicale. Sulle foglie si riscontrano macchie di forma abbastanza regolare, con alone brunastro che le delimita in modo netto. la parte interna della macchia necrotizza ed assume una colorazione rossastra ricoprendosi di piccole pustole nerastre (picnidi), generalmente disposte in modo concentrico, che rappresentano gli organi di diffusione del fungo. Risulta pericoloso in suoli poco drenati e con falda alta. La lotta contro il marciume nero radicale si basa sulla prevenzione dei ristagni idrici e l'impiego di adeguati volumi irrigui; il controllo diretto può essere effettuato ricorrendo all'utilizzazione di idonei fungicidi quali quelli a base di ridomil (Gent D. *et al.*, 2010). Nel periodo compreso tra il 1920 e il 1960 questa malattia ha provocato il dimezzamento del numero di piante coltivate in Nuova Zelanda.

Verticilloso (*Verticillium spp.*)

La gravità dei sintomi dipende dall'aggressività del fungo, dalla varietà e dall'ambiente.

Le verticilloso possono provocare ingiallimenti delle foglie basali con successiva necrosi, fino a portare alla completa moria della pianta. Sono funghi in grado di Penetrare nelle radici alterando il flusso xilematico. Permangono nel terreno per lungo tempo dai 4 a 15 anni. La lotta si basa sulla scelta delle varietà resistenti, come Cascade e Perle, è consigliabile effettuare rotazioni molto lunghe, ed è importante ridurre le concimazioni azotate (Filipuzzo L., 2014).

1.2.7.2 Virosi

Virus del mosaico (*Hop mosaic virus*)

Il virus del mosaico nelle fasi iniziale presenta sintomi comuni alla pseudo peronospora, pertanto è difficile da riconoscere. I sintomi si manifestano con la formazione di macchie gialle sui tralci o sulle foglie, le quali si deformano o si increspano. La distruzione dei cloroplasti e l'alterazione dell'attività degli enzimi che regolano la fotosintesi bloccano la crescita della pianta e ne provocano il conseguente deperimento. Si può incorrere in perdite di produzione comprese tra il 15 e il 62% (Gent D. *et al.*, 2010). I virus sono trasmessi per contatto o in modo non persistente dagli afidi (*Phorodon humuli*). La diffusione del virus è favorita dagli afidi e soprattutto dall'impiego di materiale infetto.

La lotta consiste nella prevenzione ovvero utilizzare materiale certificato, rimuovere le piante infette, ridurre i contatti per sfregamento tra piante, e disinfettandogli attrezzi di potatura.

1.2.7.3 Parassiti

Afide del luppolo (*Phorodon humuli*)

Gli attacchi di questo insetto provoca arricciamento, cascola fogliare e avvizzimento; può favorire anche la trasmissione di virosi. Si rilevano danni principalmente a livello del floema. Le secrezioni di questo insetto generalmente favoriscono lo sviluppo di muffe, determinando ulteriori problemi alla pianta.

La lotta indiretta comporta una riduzione della concimazione azotata, mentre come difesa diretta vengono usati prodotti repellenti a base di aglio, peperoncino ed anche formulati a base di sapone di marsiglia (Capone *et al.*, 2013).

Calabrone (*Vespa crabro*)

Il calabrone provoca la rosura sui fusti in piante prossime alla maturazione fino alla sua completa spaccatura. Queste lesioni divengono un punto di accesso per crittogame. Gli attacchi sono stati riscontrati principalmente sulle varietà in piena maturazione, in particolare modo su Saphir e Tettnangher (Capone *et al.*, 2013).

Ragnetto rosso (*Tetranychus urticae*)

Il ragnetto rosso danneggia la pianta succhiando la linfa. Le infestazioni sono evidenti nella parte superiore della foglia, dove sono visibili i punti di suzione, come puntini decolorati;

successivamente la foglia prende una colorazione bronzea e tende a seccare.

Il ragnetto rosso viene favorito da un clima caldo e secco favoriscono il loro sviluppo.

La lotta può essere eseguita attraverso l'utilizzo di nemici naturali, con irrigazioni anche sulle foglie.



Figura 21. *Pseudoperonospora humuli* su foglia.



Figura 22. *Pseudoperonospora humuli* su cono.



Figura 23. Azzida. *Podospaera macularis* sulla pianta.



Figura 24. *Podospaera macularis* su cono

1.2.8 Caratteristiche chimiche del luppolo

I principali elementi contenuti nell'infiorescenza femminile sono: acqua, sostanze amare, olio essenziale o eteri, polifenoli, proteine, amminoacidi, sostanze minerali, idrati di carbonio, cellulosa, pectina, zuccheri, cere, lipidi e sostanze coloranti (Filipuzzo L., 2014) (Yari G., 2013).

1.2.8.1 Sostanze amaricanti

Rappresentano mediamente il 18,5 % del luppolo. Sono composti resinosi presenti nella luppolina, di colore giallo, dal gusto amaro che conferiscono l'amaro alle birre.

Tra questi composti possiamo trovare la classe degli α -acidi o resine- α e β -acidi.

Tra gli α -acidi troviamo: co-umulone, ad-umulone e umulone; quest'ultimo attribuisce un effetto amaro più piacevole degli altri alfa-acidi. Il co-umulone conferisce un gusto più aspro, ne risulta una amarezza più marcata. Il tenore in co-umulone permette di dividere le cultivar in aromatiche, se la percentuale di co-umulone è inferiore al 30 % sul totale degli α -acidi e in amare se è superiore.

Gli α -acidi determinano la nota amara nella birra, fondamentale per equilibrare il dolce del malto e donarle carattere. Non essendo solubili in acqua, devono essere bolliti nel mosto per isomerizzare a iso-alfa-acidi, che invece sono solubili. Gli alfa acidi sono di solito elencati nelle specifiche varietà come percentuale totale sul peso del luppolo; la percentuale di co-umulone viene espresso come percentuale sul totale degli alfa acidi.

La composizione degli alfa acidi nelle tre frazioni principali, co-umulone, ad-umulone e umulone, dipende principalmente dalla componente genetica delle varietà. Altri fattori che incidono sulla composizione della luppolina sono fattori ambientali quali la temperatura e la piovosità. Studi sperimentali dimostrano che il luppolo presenta un minor contenuto di sostanze amaricanti qualora la coltivazione avvenga ad alte temperature e ad una umidità relativa bassa.

Negli β -acidi sono contenuti: lupulone, co-lupulone e ad-lupulone, che sono marginalmente amari. Queste sostanze, a differenza degli α -acidi, non isomerizzano durante la bollitura. Le varietà con beta acidi alti, usati per conferire l'aroma, sono spesso aggiunti alla fine della bollitura in quanto le sostanze aromatiche sono volatili e meno persistenti, quindi inserendole da subito si perderebbe l'effetto aromatizzante. I β -acidi possono però ossidare, sia durante la fermentazione sia durante la conservazione, compromettendo la qualità della birra.

Lupulone, co-lupulone e ad-lupulone vengono espressi come percentuale totale dei β -acidi sul totale del luppolo.

1.2.8.2 Oli eteri o essenziali

Rappresentano mediamente il 0,5%-1.2% del luppolo. Queste sostanze, che sono presenti nella luppolina, sono sostanze volatili da cui dipende l'aroma del luppolo. La diversa composizione degli oli dipende in modo specifico dalla varietà. Gli oli più rappresentativi sono il mircene, il β -cariofillene e l'aumulene. Durante la maturazione la composizione degli oli essenziali cambia; infatti il mircene incrementa notevolmente, farnesena e cariofillene rimangono relativamente stabili, mentre aumulene tende a diminuire.

1.2.8.3 Polifenoli

Sono presenti nelle brattee e influenzano il gusto della birra aumentando l'abboccato, concorrendo alla amarificazione. I polifenoli del luppolo sono costituiti da glucosidi, polifenoli semplici, acidi fenolici e polifenoli eterociclici. Possiedono inoltre elevate quantità di antocianigeni tra cui tannini che sono a basso peso molecolare.

Per confrontare i luppoli, generalmente, si utilizza come parametro il contenuto in sostanze amare che vengono calcolati in base al rapporto degli α -acidi e β -acidi e la co-frazione espressa sugli α -acidi e β -acidi espressa in percentuale .

In base a tale classificazione i luppoli vengono suddivisi in:

1) Luppoli da amaro

Questo luppolo solitamente ha un più elevato contenuto in α -acidi (> 5%) rispetto agli altri, e si conserva molto bene. Però tuttavia può non avere un aroma molto piacevole.

Ci sono nuove varietà con alfa acidi elevati che permettono al produttore di utilizzare quantità minori di coni di luppolo in ogni cotta, rendendoli una scelta economica per le grandi aziende e per i nuovi coltivatori principali, oltre che garantire un migliore conservazione.

2) Luppolo da aroma

E' un luppolo con minor concentrazione di α -acidi (< 5%) però un più elevato contenuto di oli aromatici. Il contenuto di olio aromatici però è fortemente influenzata dal suolo, dal clima e dall'acqua. Gli aromi della birra che derivano del luppolo sono riconducibili, a sentori erbacei, citrici, speziati, floreali, fruttati.

3) Luppoli nobili (luppolo aromatico classico)

Questo è un gruppo speciale, in cui il luppolo è caratterizzato da un rapporto tra α -acidi e β -acidi di circa 1:1, quindi un rapporto relativamente basso, però hanno un elevato livello di umulene, mentre il livello di coumulene e Mircene sono bassi e quindi il luppolo tende a non conservarsi bene. Ci sono quattro varietà riconosciute come luppolo nobili: Hallertauer Mittlefrüh , Tettnanger, Saaz e Spalt.

1.3 Accenni sulla birra

La birra è uno tra le più antiche e diffuse bevande alcoliche al mondo. Viene prodotta attraverso la fermentazione alcolica prevalentemente del malto d'orzo, ovvero l'orzo germinato ed essiccato.

1.3.1 Differenza tra birra industriale ed artigianale

La birra artigianale si contraddistingue dalla birra industriale, non tanto per il tipo di ingredienti base, come malto o di frumento, luppolo, lievito e acqua, ma per il tipo di lavorazione che subisce. Infatti la birra artigianale, che viene sovente utilizzato il termine di “cruda” o “integrale”, è un prodotto che non subisce alcun tipo di trattamento termico (pastorizzazione) successivo alla fermentazione, è un prodotto che non viene sottoposto a filtrazione e che non ha aggiunta di conservanti, coloranti o comunque additivi chimici. E' infatti normale che produzioni diverse abbiano caratteristiche leggermente diverse, legate proprio all'artigianalità della lavorazione. Inoltre il birraio non essendo vincolato a precisi dettami commerciali può utilizzare anche altri ingredienti (ad esempio: canapa, sambuco, zucca), che vengono aggiunti per conferire nuovi aromi e peculiarità al prodotto finale. La birra industriale viene invece sottoposta alla pastorizzazione ed al filtraggio al fine di ottenere una migliore conservazione. Così facendo si inattivano i microorganismi contenuti nel lievito standardizzando il gusto finale. Inoltre in questo caso vengono aggiunti conservanti e stabilizzanti.

Un'ulteriore differenza tra la birra artigianale e quella industriale è sicuramente caratterizzata anche dal prezzo, naturalmente una birra industriale avrà un costo minore rispetto a quella artigianale. Tale differenza è caratterizzata dalla quantità e qualità della materia prima; infatti il mosto di birra industriale è costituito all'incirca di 60% da malto d'orzo proveniente da coltivazione intensiva, il 40 % da mais degerminato, una piccola parte di estratto di luppolo o

derivati. Poi vengono aggiunti antiossidanti, enzimi per la conversione dell'amido. Infine durante l'imbottigliamento viene aggiunta anidride carbonica per garantire una gassatura perfettamente omogenea in bottiglia. Nel mosto da birra artigianale viene usato 100 % mosto di malto d'orzo o grano, luppolo e lieviti. Infine l'imbottigliamento e la rifermentazione per almeno una decina di giorni (Francesco T., 2014) (Trifoletti F., 2014).

1.3.2 Birra artigianale in Italia

Il 1996 è l'anno in cui prendono via i primi birrifici artigianali. Non si tratta di una semplice coincidenza, ma di una serie di fattori importanti:

- Nuove necessità di mercato, con la clientela più esigente e la necessità per gli operatori della ristorazione di offrire nuovi prodotti,
- Sul mercato iniziano ad essere disponibili i primi impianti a prezzi accettabili per produrre la birra in piccole quantità.

Ad oggi in Italia sono presenti 600 microbirrifici (80% di questi hanno una produzione inferiore del di 1000 hl/anno), di cui 26 sono presenti in Friuli Venezia Giulia.

Un'apertura legislativa del 1992 semplificava alcune procedure che fa sì che si inizi a parlare di *homebrewer*. Attraverso internet ed i social network è stato poi possibile lo scambio culturale e di informazioni tra i diversi produttori di birra nel mondo. Negli USA esiste la "Brewers Association" che comprende homebrewers e piccoli produttori artigianali. Nel 1998 nasce l' "Associazione Culturale Unionbirrai" che riunisce i produttori e hobbisti con lo scopo di diffondere la cultura della birra artigianale.

Negli ultimi anni si è registrato un vero boom di microbirrifici grazie all'approvazione del decreto ministeriale 212/2010 che considerava la birra come prodotto agricolo (si veda Paragrafo Situazione del luppolo in Italia).

Un anno dopo all'approvazione del decreto ministeriale, l'associazione unibirrai ha eseguito un primo sondaggio relativo alle realtà dei microbirrifici e brewpub attivi in Italia. I dati ottenuti hanno evidenziato uno scenario in evoluzione in cui la media produttiva annua di ciascun attività si attesta sui 411 ettolitri. La proiezione teorica di tale valore sul totale della popolazione è dunque di 137.680 ettolitri, che rapportata ai 12 810 000 ettolitri prodotti in Italia annualmente, costituisce poco più dell'1% della produzione Nazionale (Unibirrai, 2014).

Dall'indagine inoltre è emerso che la materia prima quale malto, luppolo e lievito viene acquistata dall'estero (Unionbirrai, 2011).

La necessità di acquistare il malto dall'estero deriva dal fatto che in Italia esistono solamente due grandi malterie industriali localizzate entrambe nel centro-sud: la Saplo a Pomezia (Roma) e L'agroAlimentare Sud a Melfi in Basilicata (Pavlster *et al*).

La produzione annuale delle due malterie italiane è circa 65.000 tonnellate (t) di malto (ottenute dalla lavorazione di circa 80-90 000 t di orzo), quantitativo che copre circa un terzo del fabbisogno italiano. Considerando che al livello nazionale, per la produzione di birra, vengono utilizzati circa 170.000 t di malto risulta che circa 110.00 t·anno⁻¹ sono importate. Quindi la domanda di orzo, e di conseguenza di malto, è ampiamente insoddisfatta dalla produzione nazionale e dunque ci si rivolge al mercato estero (Pavlster *et al*).

Inoltre la presenza di sole due malterie in tutta Italia, rende impossibile che le aziende agricole italiane possano produrre il malto in quanto dovrebbero portare il proprio orzo in queste malterie, con costi per il produttore molto elevati e conseguentemente anche i birrifici non sarebbero in grado di acquistarlo per gli elevati prezzi che bisognerebbe applicare.

Nello specifico, nel caso del luppolo, il canale d'importazione appare l'opzione privilegiata (84,29% per i birrifici e 58,33 % per i brewpub), e vi è una maggiore predisposizione all'acquisto diretto dai produttori esteri, in quanto il luppolo è un prodotto le cui caratteristiche variano significativamente a seconda delle varietà. Inoltre, l'assenza in Italia di fornitori specializzati nella coltivazione del luppolo spiega il perché ci si rivolge al mercato estero (Unionbirrai, 2014).

Oggi ci sono luppoli europei che hanno un prezzo di mercato per il produttore tra 8- 15 euro/kg ma la richiesta maggiore è per luppoli americani e neozelandesi, che costano tra i 30 e i 40 kg, in quanto presentano profumi e sapori particolari che conferiscono alle birre gradevolezza ed unicità (<http://www.fattoriabini.it>).

1.4 Scopo della tesi

Il decreto ministeriale 212/2010, che istituisce i birrifici artigianali e che considera la birra come prodotto agricolo e l'attività di produzione considerata come attività connessa alla principale, ha favorito la nascita di microbirrifici. Questo ha accentuato l'interesse verso la realizzazione di una filiera caratterizzata da materie prime locali, portando così a un maggiore interesse per la coltivazione del luppolo in Italia..

Il mancato sviluppo della coltivazione nel passato è fortemente legato al fatto che l'Italia è sempre stata molto legata alla sua tradizione vitivinicola e conseguentemente il basso consumo di birra non giustificava una necessità di sviluppo di questo settore. Nonostante

l'incremento d'interesse , in questi ultimi anni, verso questo nuovo mercato e in particolare della produzione di luppolo ad oggi in Italia sono presenti coltivazioni per lo più sperimentali, realizzate da qualche appassionato e da qualche birrifici.

La sperimentazione degli ultimi anni, ha avuto come obiettivo la creazione dell'intera filiera per la birrificazione, puntando prevalentemente a birre made in Friuli Venezia Giulia, con caratteristiche peculiari ed uniche.

Mancando riferimenti sulla coltivazione del luppolo in Italia, la sperimentazione è premessa fondamentale per la messa a punto di una tecnica di coltivazione adatta ai nostri areali, di minimo impatto ambientale e soprattutto pensata per adattare la tecnica ad impianti frutticoli ed utilizzando il parco macchine già a disposizione delle aziende.

Le varietà da birra attualmente in commercio devono ancora essere testate al fine di poter ottimizzare tecniche agronomiche e di gestione dei luppoleti per produzioni quali e quantitative costanti.

La tesi ha l'obiettivo di confrontare e verificare l'adattabilità delle varietà di luppolo, tipiche della Repubblica Ceca , Germania, Slovenia, USA ed Inghilterra, alle condizioni pedoclimatiche regionali e nel contempo individuare le cultivar che abbiano elevata rusticità.

Particolare attenzione è stata data alla gestione fitosanitaria della pianta, che soffre delle stesse fitopatie della vite, ma al momento in Italia non risulta ammesso alcun prodotto per la difesa. Per la realizzazione di un luppoletto, quindi risulta fondamentale la scelta varietale, individuando le cultivar che si adattano meglio alle nostre condizioni climatiche e poco suscettibili a fitopatie.

La gestione dei luppoleti sperimentali inoltre è piuttosto problematica per la mancanza di attrezzature meccaniche adatte a piccole superfici e di costo abbordabile da parte di piccoli produttori. Ne consegue che la maggior parte della attività di campo devono essere svolte manualmente, con molte ore di lavoro ed economicamente onerose per l'azienda.

2. MATERIALI E METODI

2.1. Località delle prove e caratteristiche pedoclimatiche

Le prove sono state condotte in due impianti sperimentali: un sito nel Comune di Udine a 113 m s.l.m. (46°04' N 13°14' E) presso l'Azienda Agraria Sperimentale "A. Servadei"; l'altro collocato ad Azzida, frazione del Comune di San Pietro al Natisone (Ud) a 164 m s.l.m (46°06'N13°29' E) presso l'Azienda Agricola Altùris.

La temperatura media annuale nel 2014, rilevata nella stazione meteo più vicina alle località delle prove, è di 14.5 °C per Udine, e di 14.2 °C per Azzida per la quale viene presa in riferimento la stazione di Cividale. Nel 2014 si sono registrate, per entrambe le località, temperature estive più basse rispetto alla temperature medie presenti nel medesimo periodo negli anni precedenti, principalmente per mese di luglio (www.osmer.it)

Le temperatura media annuale per il 2015 non era ancora calcolata al momento di scrivere la tesi, ma per entrambe le località le temperature raggiunte nel periodo estivo sono più elevate rispetto l'anno precedente, infatti per entrambe le località è stata raggiunta nel mese di luglio una temperatura di 26 °C rispetto i 22 °C del 2014 a Udine, e i 21 °C registrati nel 2014 ad Azzida (www.osmer.it).

Per le precipitazioni si sono verificate condizioni diverse tra le due annate e tra le due località. Nel 2014 a Udine si sono registrate elevate precipitazioni concentrate nel periodo estivo con picchi massimi raggiunti a luglio di 66 mm di pioggia. Anche per Azzida le precipitazioni si sono concentrate nel periodo estivo ma con picchi massimi raggiunti in agosto di 38 mm di pioggia (www.osmer.it).

Le precipitazioni del 2015 ad Udine hanno raggiunto picchi in luglio con 58 mm, mentre ad Azzida il mese più piovoso è stato sempre luglio con 52 mm (www.osmer.it).

Le caratteristiche del suolo vengono riportate rispettivamente nella Tabella 2 Per Udine e nella Tabella 3 per Azzida.

Tab.2. Analisi su terra fine (<2 mm) dell'impianto sperimentale di luppolo di Udine allestiti nell'ambito del progetto birra del CRITA . I risultati analitici si riferiscono al solo campione analizzato presso i laboratori ERSA

Variabile	Valori	UNITA'	INTERPRETAZIONE
Ph	7,7		Debolmente basico
Carbonio (C) organico	2,98	%	Elevato
Azoto (N) totale	0,32	%	-
Fosforo (P) Estraibile	96,5	Mg/kg	Molto elevato
Potassio(K)scambiabile	246	Mg/kg	elevato
Magnesio (Mg) estraibile	686	Mg/kg	elevato
Ferro (Fe) estraibile	39	Mg/kg	elevato
Manganese (Mn) estraibile	88	Mg/kg	elevato
Zinco (Zn) estraibile	11	Mg/kg	elevato
Rame (Cu) estraibile	19	Mg/kg	elevato
Boro (B) estraibile	1,2	Mg/kg	elevato

Tab.3. Analisi su terra fine (<2 mm) dell'impianto sperimentale di luppolo di Azzida allestiti nell'ambito del progetto birra del CRITA . I risultati analitici si riferiscono al solo campione analizzato presso i laboratori ERSA

Variabile	Valori	UNITA'	INTERPRETAZIONE
Ph	8		Debolmente basico
Carbonio (C) organico	2,77	%	Elevato
Azoto (N) totale	0,25	%	-
Fosforo (P) Estraibile	19,8	Mg/kg	Molto elevato
Potassio(K)scambiabile	186	Mg/kg	elevato
Magnesio (Mg) estraibile	293	Mg/kg	elevato
Ferro (Fe) estraibile	32	Mg/kg	elevato
Manganese (Mn) estraibile	87	Mg/kg	elevato
Zinco (Zn) estraibile	3	Mg/kg	elevato
Rame (Cu) estraibile	6	Mg/kg	elevato
Boro (B) estraibile	0,6	Mg/kg	elevato

2.2. Impianti, forme di allevamento

In entrambi i campi sperimentali le piante sono state acquistate presso vivai esteri certificati. L'impianto sperimentale è stato realizzato attraverso una preparazione del terreno, che prevede un'aratura di 25 cm di profondità ed una successiva erpicatura.

E' stata eseguita una concimazione di fondo, previa analisi della dotazione minerale, di:

- Letame all'incirca 30-50 t/ha
- N: 140-150 kg/ha in primavera frazionati in tre interventi
- P₂O₅: 140-180 kg/ha frazionati in due interventi fra autunno e primavera
- K₂O: 160-180 kg/ha frazionati in due interventi fra autunno ed inverno

Nel maggio 2013 le piante sono state messe a dimora nell'impianto di Udine, mentre nell'agosto 2013 in quello di Azzida.

Per entrambe le località le piante sono state messe su terreno precedentemente preparato ed adiacenti al gancio ad "U" presente nel terreno

I fili di propilene sono stati disposti a "V", nella stessa direzione del filare, per facilitare la gestione della chioma durante lo sviluppo (gli spaghi vengono poi tagliati alla raccolta).

In primavera, su ogni filo, sono stati fatti correre manualmente in senso orario, per favorirne uno sviluppo in altezza, 2-3 capi a frutto, a seconda della vigoria della pianta, scegliendo attentamente i germogli più sani. In estate poi si è eseguita una defogliazione dei primi 80 cm del fusto al fine di favorire l'arieggiamento e limitare lo sviluppo di crittogame. Infine sono stati eliminati i getti che emergevano dal terreno e sono stati tagliati i piccoli capi a frutto in eccesso.

L'impianto di Udine (Figura 25) è composto da 4 filari lunghi all'incirca di 80 metri, con il filo sommitale alto 3,5m, il sesto d'impianto è di 1 metro sulla fila e 3,50 metri tra le file. Ogni fila possiede 12 parcelle per un totale di 48 parcelle.

Ogni parcella contiene 5 piante (salvo per alcune varietà quali Willamette, Brewer's gold, Chinook, Centennial, Styrian celeia, per le quali si aveva un numero minore di piante).

L'impianto di Azzida (Figura 26), invece, comprende 6 file di lunghezza variabile in quanto l'appezzamento presenta una forma trapezoidale. La prima fila possiede 8 parcelle, la seconda 7, la terza 6, la quarta e la quinta 4, e la sesta 2. Le piante sono mantenute ad una distanza di 1 metro sulla fila e 2,80 metri tra le file . I filari hanno un'altezza di 3,5 metri.



Figura 25. Impianto sperimentale di Udine.



Figura 26. Impianto sperimentale di Azzida.

2.4 Varietà in sperimentazione

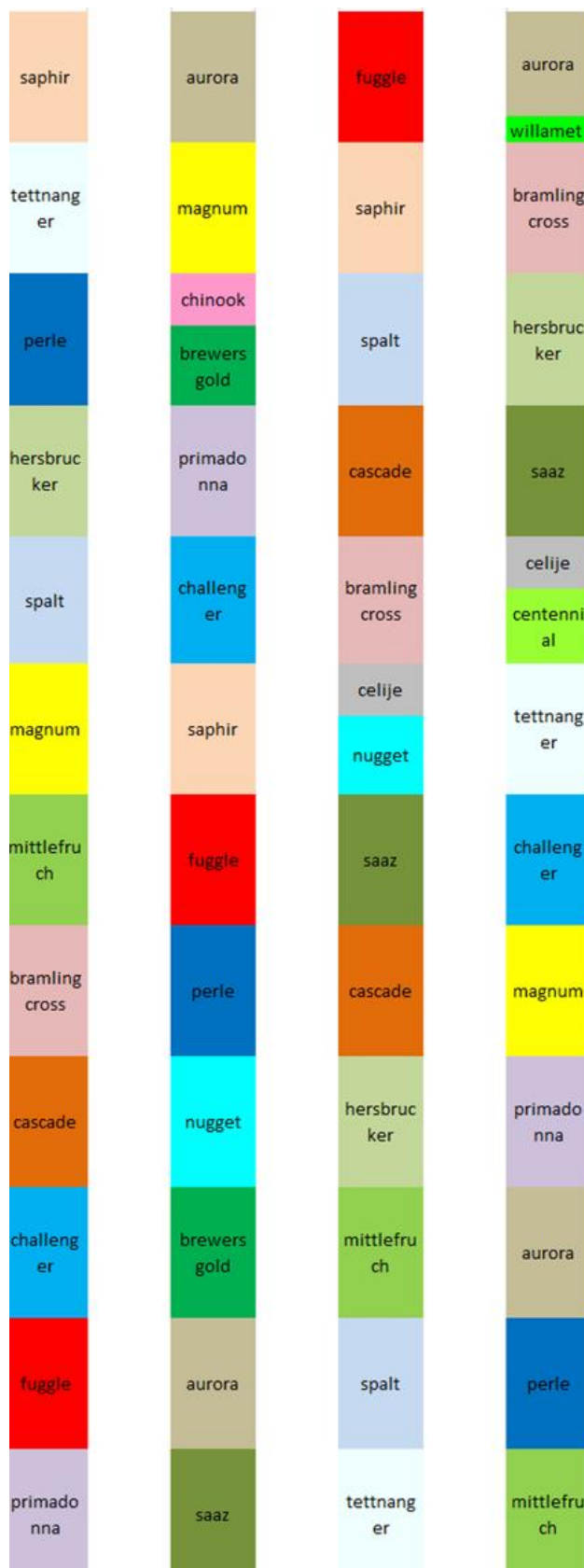
La tabella 4 riporta le varietà che sono state utilizzate nei campi sperimentali. Per la descrizione di ogni singola varietà si rimanda l'allegato I.

Tab.4. Varietà utilizzate nella sperimentazione

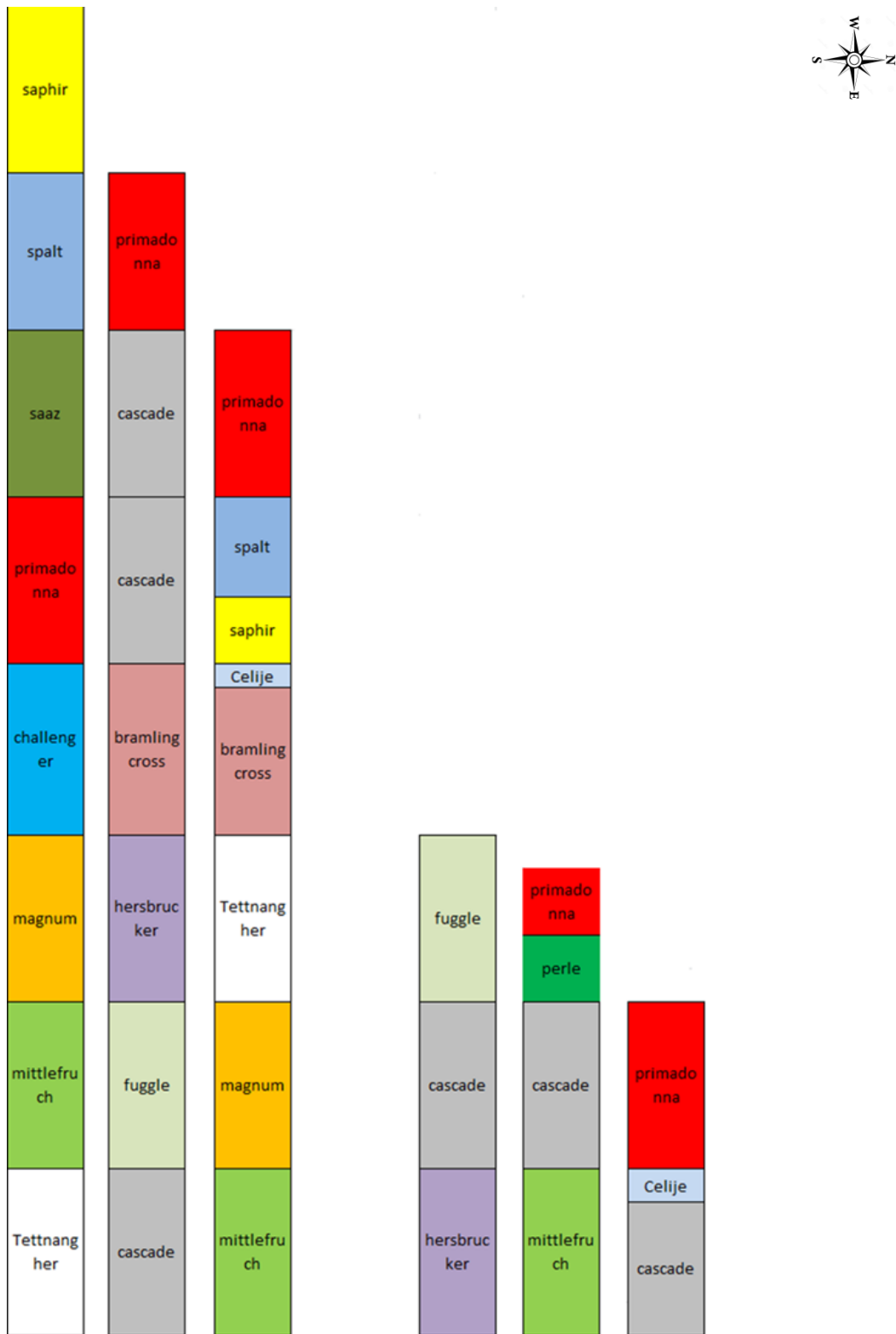
Provenienza	Varietà	Campo sperimentale
Germania	Spalt	Azzida e Udine
	Tettnanger	Azzida e Udine
	Perle	Azzida e Udine
	Mittelfrüh	Azzida e Udine
	Magnum	Azzida e Udine
	Hersbrucker	Azzida e Udine
	Spahir	Azzida e Udine
Inghilterra	Fuggle	Azzida e Udine
	First gold	Azzida e Udine
	Challenger	Azzida e Udine
	Bramling cross	Azzida e Udine
Repubblica ceca	Saaz	Azzida e Udine
Slovena	Styrian celeia	Azzida e Udine
	Styrian aurora	Udine
Usa	Brewer's gold	Udine
	Nugget	Udine
	Willamette	Udine
	Centennial	Udine
	Chinook	Udine
	Cascade	Azzida e Udine

2.5 Schema sperimentale

E' stato utilizzato uno schema sperimentale *randomizzato* con tre repliche per ciascuna varietà ad Udine, salvo per le varietà Nugget, Chinook, Brewer's gold, Willamette, Celije, Centennial, per le quali le repliche erano solamente due in quanto il materiale vegetativo non era sufficiente per coprire le tre repliche. Nella località di Azzida le repliche sono state due.



Schema sperimentale della prova di coltivazione del luppolo presso l’Azienda Agraria Sperimentale “A. Servadei” (Udine). I colori indicano le diverse varietà



Schema sperimentale della prova di coltivazione del luppolo presso l'azienda agricola Alturis di Azzida. I colori indicano le diverse varietà

2.6 Rilievi e analisi condotte

Nel presente elaborato si fa riferimento alle analisi effettuate nell'annata 2014-2015.

Durante il 2014-2015 per entrambi gli impianti sono stati valutati sia la produzione che la composizione in α -acidi e β -acidi del luppolo.

Per l'anno 2014 e per entrambi gli impianti, sono state effettuate delle osservazioni soggettive tramite valutazione visiva sulla vigoria, rapidità di sviluppo, sviluppo radicale, produzione di fiori e coni, suscettibilità alla peronospora, suscettibilità all'oidio, carenze nutrizionali, attribuendo a parcella un punteggio da 0 a 5. Successivamente è stata eseguita la media dei valori ottenuti nelle due località. Le valutazioni sono state eseguite attraverso una visione d'insieme delle piante appartenente alla stessa varietà presenti in ciascuna località. Le valutazioni sono state eseguite tramite una valutazione in campo settimanale per un mese.

La vigoria è stata considerata come capacità della pianta a produrre massa vegetativa, immettere nuovi germogli e in rapporto al diametro del fusto; la rapidità di sviluppo viene intesa come tasso di accrescimento della pianta; le valutazioni sullo sviluppo radicale invece sono state eseguite valutando la capacità della pianta di sviluppare nuovi germogli distanti dalla pianta e tramite una valutazione della grandezza delle radici principali; Fiori e coni sono stati valutati attraverso quantità di fiori e coni formati, mentre la suscettibilità alle patologie e alle carenze nutrizionali sono state eseguite valutando le sintomatologie tipiche di questi problemi.

Per quanto riguarda la produzione è stata eseguita una pesatura dei coni raccolti per ciascuna pianta per ogni parcella, in modo di ottenere per ogni varietà tre pesature corrispondenti alle tre repliche per Udine, e due pesature corrispondenti alle due repliche per Azzida.

La misurazione è stata eseguita attraverso una bilancia di precisione al centesimo di grammo, arrotondando i valori al centesimo di grammo.

Poi sono stati prelevati, per ciascuna varietà, dei campioni di coni essiccati, per l'analisi con il metodo EBC 7.7, per il rilievo dei parametri qualitativi della luppolina. L'analisi è stata condotta due volte per ogni campione (Jiri C. et al., 2009).

L'estrazione di α -acidi β -acidi è stata fatta agitando per 40 minuti a 20 °C, 10 grammi di coni di luppolo macinati con 20 ml di metanolo, 100 ml di dietilere e 40 ml di acido cloridrico 0.1 mol/L. Successivamente la miscela viene lasciata riposare per 10 minuti a 20 °C per far avvenire la separazione di fase. Gli estratti di luppolo sono stati omogeneizzati attraverso agitazione (Jiri C. et al., 2009).

Il campione (0,5 g) viene posto in un pallone di 100 ml, al quale vengono aggiunti 40 ml di metanolo temperato a 20 °C. L'estratto viene disciolto per 30 secondi con il bagno ad ultrasuoni (Jiri C. et al., 2009).

Vengono prelevati 10 ml di fase surnatante e portata a volume con metanolo e successivamente miscelata (Jiri C. et al., 2009).

La soluzione viene filtrata con membrana a 0,45 µm e stoccata al buio fino all'analisi.

Successivamente si usa analisi HPLC (analisi cromatografica in fase liquida ad elevate prestazioni) per separare le componenti attraverso eluenti quali metanolo, acido fosforico e acqua con EDTA.

In aggiunta per l'impianto di Udine sono state calcolate, attraverso l'ausilio di un calibratore elettronico, la lunghezza e la larghezza dei coni di ciascuna varietà. In questo caso le misure sono state eseguite per ogni parcella prelevando campioni costituiti da 15 coni, inoltre è stata eseguita anche una pesatura di 100.

Per il 2015 è stata valutata unicamente la produttività delle varietà, in quanto i valori della composizione in alfa e beta acidi non sono stati ancora completati.

2.7 Elaborazione dei dati e analisi

I dati sono stati analizzati statisticamente attraverso un modello lineare misto, in cui le varietà sono state considerate come fattore fisso mentre il fattore anno e località sono stati considerati come fattori casuali. Per la determinazione delle differenze statistiche è stata eseguita la prova LSD con $\alpha < 0,05$. L'elaborazione dei dati è stata fatta utilizzando il software Costat.

3. RISULTATI E DISCUSSIONE

Si è deciso di analizzare contemporaneamente le varietà presenti in entrambi gli impianti.

3.1 Vigoria

La tabella 5 mostra il punteggio medio della vigoria per le due località, Azzida e Udine, nell'annata 2014.

Su una scala da 0 a 5, in cui 0 è indice di pianta molto debole e 5 corrisponde a pianta molto vigorosa, i punteggi medi di vigoria risultano essere compresi tra un minimo di 1 (Saaz) e un massimo di 4.5 (Cascade).

L'analisi della varianza riportata in tabella 6, mette in evidenza differenze significative tra le tesi, mentre l'effetto delle località non ha inciso sul comportamento delle varietà in osservazione. Le varietà che hanno registrato una maggiore vigoria sono Cascade, Magnum e Fuggle, mentre quelle con bassa vigoria sono risultate Saaz, First gold e Tettanager. I dati ottenuti sono conformi con i dati bibliografici, che descrivono Cascade come una pianta con vigoria mediamente elevata, invece per Magnum e Fuggle sono descritte come varietà dalla vigoria moderata.

Le varietà, quali Cascade, Magnum e Fuggle, che hanno un'elevata vigoria, hanno bisogno di un impianto di sostegno robusto in grado di sostenere tutta la massa vegetativa che si forma. Inoltre durante la fase di training bisogna selezionare un minor numero di capi a frutto in modo da poter così ottimizzare la distribuzione spaziale della vegetazione.

L'elevata vigoria, può favorire l'insorgenza di fitopatie a causa di una vegetazione troppo fitta che può impedire la circolazione dell'aria, oltre che creare un ombreggiamento che favorisce un ambiente umido.

Questa situazione è stata riscontrata nel luppolo di Azzida, dove per effetto delle elevate precipitazioni del 2014, si è avuta una notevole perdita di produzione a causa dell'oidio, che aveva colpito prevalentemente la varietà Cascade. In quel caso i capi a frutto selezionati erano stati circa sei a pianta e l'elevato numero aveva determinato un notevole sviluppo della parte aerea, con la diretta conseguenza di una forte infezione da oidio su una varietà generalmente considerata tollerante.

La potatura per la gestione della chioma è quindi una pratica fondamentale per portare a produzione il luppolo e per ridurre le fitopatie.

E' opportuno da sottolineare che First gold è una varietà nana.

Tab.5. Vigoria espressa come valori di stima (0= piante molto deboli, 5= piante molto vigorose).
Valori medi delle due località.

Varietà	Media	±	Dev. Std	Cfr medie
Cascade	4.5	±	0.7	a
Magnum	4.0	±	0.0	ab
Fuggle	4.0	±	0.0	ab
Bramling cross	3.5	±	0.7	abc
Challenger	3.5	±	0.7	abc
Styrian Celeia	3.0	±	0.0	bcd
Hersbrucker	2.5	±	0.7	cde
Perle	2.0	±	0.0	def
Mittlefrüh	2.0	±	1.4	def
Saphir	2.0	±	0.0	def
Spalt	1.5	±	0.7	ef
Tettnanger	1.5	±	0.7	ef
First gold	1.5	±	0.7	ef
Saaz	1.0	±	0.0	f
<i>Varietà presenti solamente nella località di Udine</i>				
Nugget	3.0			
Brewer's Gold	2.0			
Willamette	2.0			
Styrian aurora	1.0			
Centennial	1.0			
Chinook	1.0			

Tab.6. Influenza della varietà e dei blocchi (=località) sulla vigoria delle piante. Se $P < 0.05$ le differenze sono significative.

Source	Df	Type III SS	MS	F	P	
Blocchi	1	0.321428571	0.3214286	0.8068966	0.3854	ns
Effetti						
Varietà	13	33.17857143	2.5521978	6.4068966	0.0010	**
Errore	13	5.178571429	0.3983516<-			
Totale	27	38.67857143				



Figura 27. Udine. Varietà Cascade.



Figura 28. Udine. Varietà Magnum.



Figura 29. Udine. Varietà Spalt.



Figura 30. Udine. Varietà Tettnange(r).

3.2 Rapidità di sviluppo

Su una scala da 0 a 5, in cui 0 è indice di pianta con bassa rapidità di sviluppo e 5 corrisponde a pianta con elevata rapidità di sviluppo, i punteggi medi di rapidità di sviluppo risultano essere compresi tra un minimo di 1 (Saaz) e un massimo di 5 (Bramling cross). La rapidità di sviluppo è strettamente legata alle varietà e le località non hanno influito significativamente sulla variabile osservata.

Le varietà che hanno mostrato le prestazioni migliori sono Bramling cross, Cascade, Magnum e Fuggle. Le varietà che hanno mostrato una bassa rapidità di sviluppo sono Saphir, Spalt e Saaz. I riferimenti bibliografici però descrivono queste varietà come varietà che hanno un accrescimento da moderato a vigoroso (Saphir). E' possibile che queste varietà, selezionate in ambienti molto diversi, presentino uno scarso adattamento alle condizioni ambientali del Friuli Venezia Giulia.

La rapidità di sviluppo è un parametro importante da prendere in considerazione in quanto incide molto sulla gestione agronomica di un luppolo. Una pianta ad elevata rapidità di crescita richiede infatti interventi più frequenti di gestione della vegetazione ma anche richiede maggiori interventi di concimazione fogliare. Varietà come Bramling Cross, Cascade, Magnum e Fuggle, che hanno una elevata rapidità di sviluppo, circa 10 cm al giorno, richiedono una maggiore concimazione fogliare per far fronte al rapido sviluppo e per prevenire carenze nutrizionali.

3.3 Sviluppo radicale

La tabella 9 mostra lo sviluppo delle radici, valutato a punteggio osservando i germogli prodotti dalla pianta nell'area circostante la sua posizione sulla fila.

Su una scala da 0 a 5, in cui 0 è indice di pianta che ha un basso sviluppo radicale e 5 corrisponde a pianta con elevato sviluppo radicale, i punteggi medi di vigoria risultano essere compresi tra un minimo di 1 (Saaz) e un massimo di 5 (First Gold).

Anche nel caso dello sviluppo radicale, le località non hanno mostrato di avere effetto nel condizionare il parametro oggetto di valutazione, come risulta dalla tabella 10. Le varietà che hanno registrato una maggiore sviluppo radicale nuovamente sono Cascade, Magnum e Fuggle, mentre quella con bassa capacità di sviluppo è Saaz. Un elevato sviluppo radicale può creare dei problemi nel luppolo, in quanto i rizomi si sviluppano nella zona dell'interfilare. Per questo motivo, con varietà ad elevato sviluppo radicale, bisogna intervenire più frequentemente con fresature nell'interfila al fine di recidere le radici.

Tab.7. Rapidità di sviluppo espressa come valori di stima (0 = sviluppo molto limitato, 5 = sviluppo molto rapido). Per spiegazioni più dettagliate, vedi il testo.

Varietà	Media	±	Dev.Std	Cfr medie
Bramling cross	5.0	±	0.0	a
Cascade	4.0	±	0.0	ab
Magnum	4.0	±	1.4	ab
Fuggle	4.0	±	0.0	ab
Styrian celeia	3.0	±	0.0	bc
Challenger	3.0	±	0.0	bc
First gold	2.5	±	0.7	cd
Hersbrucker	2,5	±	0.7	cd
Perle	2,5	±	0.7	cd
Mittlefrüh	2.5	±	0.7	cd
Tettninger	2.0	±	0.7	cde
Saphir	2.0	±	0.0	cde
Spalt	1.5	±	0.7	de
Saaz	1.0	±	0.0	e
<i>Varietà presenti solamente nella località di Udine</i>				
Brewer's Gold	3.0			
Nugget	3.0			
Styrian aurora	2.0			
Chinook	2.0			
Centennial	2.0			
Willamette	2.0			

Tab. 8. Influenza della varietà e dei blocchi (=località) sulla rapidità di sviluppo. Se $P < 0.05$ le differenze sono significative.

Source	Df	Type III SS	MS	F	P	
Blocchi	1	0.035714286	0.03357143	0.104	0.7522	ns
Effetti						
Varietà	13	31.60714286	2.4313187	7.08	0.0006	***
Errore	13	4.464285714	0.3434066<-			
Totale	27	36.10714286				

Tab.9. Sviluppo radicale espresso come valori di stima (0 = sviluppo molto limitato, 5= sviluppo molto elevato)

Varietà	Media	±	Dev.Std	Cfr medie
Magnum	4.0	± 0.0		a
Fuggle	4.0	± 0.0		a
Cascade	4.0	± 0.0		a
First gold	4.0	± 1.4		a
Bramling cross	3.5	± 0.7		ab
Hersbrucker	3.0	± 0.0		abc
Styrian celeia	2.5	± 0.7		bcd
Spalt	2.5	± 0.7		bcd
Challenger	2.5	± 0.7		bcd
Tettnanger	2.0	± 0.0		cde
Saphir	2.0	± 0.0		cde
Perle	2.0	± 0.0		cde
Mittlefrüh	1.5	± 0.0		de
Saaz	1.0	± 0.0		e
<i>Varietà presenti solamente nella località di Udine</i>				
Nugget	3.0			
Brewer's Gold	2.0			
Centennial	2.0			
Willamette	2.0			
Chinook	1.0			
Styrian aurora	1.0			

Tab. 10. Influenza della varietà e dei blocchi (=località) sullo sviluppo radicale delle piante. Se $P < 0.05$ le differenze sono significative.

Source	Df	Type III SS	MS	F	P	
Blocchi	1	0.321428571	0.3214286	1.0000	0.3356	ns
Effetti						
Varietà	13	26.75	2.0576923	6.4017094	0.0010	**
Errore	13	4.178571429	0.3214286 <-			
Totale	27	31.25				

3.4 Produzione di infiorescenze

Le varietà si caratterizzano per una produzione media di fiori molto diversa.

Su una scala da 0 a 5, in cui 0 è indice di assenza di fiori e 5 corrisponde a una pianta ricca di fiori, i punteggi medi di produzione di infiorescenze risultano essere compresi tra un minimo di 0 (Saaz) e un massimo di 5 (Cascade).

Le varietà che hanno registrato una maggiore presenza di infiorescenze sono, Cascade, Magnum, Fuggle, mentre quella con minore presenza di coni è Saaz.

Le varietà che hanno ottenuto un maggior numero di fiori sono inoltre le varietà con maggiore rapidità di sviluppo, vigoria e sviluppo radicale, a testimonianza di una elevata adattabilità della pianta all'ambiente di coltivazione.

3.5 Produzione di coni

La tabella 13 mostra il punteggio medio dei coni prodotti nell'annata 2014.

Su una scala da 0 a 5, in cui 0 è indice di assenza di coni e 5 corrisponde a una pianta ricca di coni, i punteggi medi di produzione di coni risultano essere compresi tra un minimo di 0 (Saaz) e un massimo di 4.5 (Magnum).

Le varietà che hanno registrato una maggiore produzione di coni sono Magnum, Cascade, Bramling cross, Fuggle mentre quella con minore presenza di coni è Saaz.

Le condizioni ambientali del 2014, caratterizzate da elevate precipitazioni e temperature non elevate, hanno favorito la formazione di coni; riferimenti bibliografici infatti affermano che alte temperature inducono una un anticipo di fioritura, con conseguente formazioni di coni poco sviluppati.

3.6 Suscettibilità a peronospora

La tabella 15 mostra il punteggio medio della suscettibilità alla peronospora per le varietà in prova nell'annata 2014.

Su una scala da 0 a 5, in cui 0 è indice di assenza della malattia e 5 corrisponde a pianta molto suscettibile, i punteggi medi risultano essere compresi tra un minimo di 1.5 (Cascade) e un massimo di 5 (First gold). Le varietà che hanno registrato una minore suscettibilità a peronospora sono in ordine Cascade, Magnum e Challenger, mentre First gold è risultata la più sensibile tra le varietà in prova, seguita da Mittlefrüh e Saphir.

I dati ottenuti sono conformi ai riferimenti presenti in letteratura (www.hopunion.com).

La suscettibilità alla peronospora delle varietà ci da informazioni utili alla predisposizione di programmi di difesa della pianta. Per varietà molto suscettibili quali First gold, Mittlefrue, Saphir, bisogna intervenire con trattamenti precoci, ovvero all'inizio della attività vegetativa, per impedire che venga compromesso lo sviluppo della pianta, con conseguente riduzione di produzione.

Quando la patologia è già avviata in primavera è consigliabile prevedere l'eliminazione fisica di tutte le parti colpite e la loro bruciatura per ridurre i focolai, mentre in estate e in autunno, in assenza di prodotti fitosanitari registrati in Italia, si può ricorrere a prodotti antifungini a base di solfato di rame e calcio (poltiglia bordolese), da somministrare su tutta la pianta e sul terreno. La scelta del prodotto a base di solfato di rame, nel periodo estivo va calibrata attentamente in quanto con le alte temperature si possono provocare delle ustioni sulle foglie.

3.7 Suscettibilità a oidio

La tabella 17 mostra il punteggio medio della suscettibilità all'oidio delle varietà in prova nell'annata 2014.

Le varietà si caratterizzano per una media suscettibilità all'oidio diversamente da quanto osservato per la peronospora, per la quale la sensibilità di un certo numero di varietà è risultata particolarmente elevata. Su una scala da 0 a 5, in cui 0 è indice di assenza della malattia e 5 corrisponde a pianta molto suscettibile al patogeno, i punteggi medi risultano essere compresi tra un minimo di 0.5 (valore rilevato per gran parte delle varietà) ed un massimo di 2.5 (valore rilevato per Cascade).

I dati ottenuti non sono conformi ai riferimenti presenti in letteratura; difatti in letteratura Magnum risulta essere piuttosto suscettibile all'oidio mentre Cascade viene descritta come una pianta resistente. Ad Azzida, nel 2014, su Cascade si è registrato una perdita pari a circa il 95 % della produzione, imputabile prevalentemente ad attacchi da malattie, tra cui l'oidio.

Tab.11. Produzione di infiorescenze espressa come valori di stima (0 = assenza di fiori, 5 = molti fiori)

Varietà	Media	±	Dev.Std	Crf medie
Cascade	5.0	±	0.0	a
Magnum	4.0	±	0.0	ab
Fuggle	3.5	±	0.7	bc
Bramling cross	3.5	±	0.7	Bc
Stryrian celeia	3.0	±	1.4	bcd
First gold	3.0	±	0.0	bcd
Challenger	3.0	±	0.0	bcd
Saphir	2.5	±	0.7	cde
Hersbrucker	2.5	±	0.7	cde
Perle	2.5	±	0.7	cde
Tettnanger	2.0	±	0.0	de
Mittlefrüh	2.0	±	1.4	de
Spalt	1.5	±	0.7	e
Saaz	0.0	±	0.0	f
<i>Varietà presenti solamente nella località di Udine</i>				
Willamette	3.0			
Brewer's Gold	3.0			
Nugget	2.0			
Chinook	1.0			
Centennial	1.0			
Styrian aurora	1.0			

Tab. 12. Influenza della varietà e dei blocchi (=località) sulla produzione di infiorescenze. Se $P < 0.05$ le differenze sono significative.

Source	Df	Type III SS	MS	F	P	
Blocchi	1	1.285714286	1.2857143	2.925	0.1110	ns
Effetti						
Varietà	13	36.71428571	2.8241758	6.425	0.0010	***
Errore	13	5.714285714	0.4395604<-			
Totale	27	43.71428571				

Tab.13. Produzione di coni espressa come valori di stima (0 = assenza di coni, 5 = molti coni)

Vigoria	Media	±	Dev. Std	Crf medie
Magnum	4.5	± 0.7		a
Cascade	4.0	± 0.0		ab
Bramling cross	4.0	± 0.0		ab
Fuggle	3.5	± 0.7		abc
First gold	3.0	± 0.0		bcd
Styrian Celeia	2.5	± 0.7		cd
Challenger	2.5	± 0.7		cd
Hersbrucker	2.5	± 0.7		cd
Tettnanger	2.5	± 0.7		cd
Perle	2.5	± 0.7		cd
Spalt	2.0	± 0.0		d
Mittlefrüh	2.0	± 1.4		d
Saphir	2.0	± 0.0		d
Saaz	0.0	± 0.0		e
<i>Varietà presenti solamente nella località di Udine</i>				
Styrian aurora	3.0			
Willamette	3.0			
Nugget	3.0			
Chinook	0.0			
Centennial	0.0			
Brewer's Gold	0.0			

Tab.14. Influenza della varietà e dei blocchi (=località) sulla produzione di coni. Se $P < 0.05$ le differenze sono significative.

Source	Df	Type III SS	MS	F	P	
Blocchi	1	0.892857143	0.8928571	2.5193798	0.1365	ns
Effetti						
Varietà	13	32.60714286	2.5082418	7.0775194	0.0006	***
Errore	13	4.607142857	0.3543956<-			
Totale	27	38.10714286				

Tab.15. Suscettibilità alla peronospora espressa come valori di stima (0 = assenza della malattia, 5 = malattia molto diffusa)

Varietà	Media	±	Dev. Std	Crf media
First gold	4.5	± 0.7		a
Mittlefrüh	4.0	± 0.0		ab
Saphir	4.0	± 0.0		ab
Saaz	3.5	± 0.7		abc
Perle	3.5	± 0.7		abc
Tettnanger	3.5	± 0.7		abc
Hersbrucker	3.5	± 0.7		abc
Styrian Celeia	3.0	± 0.0		bcd
Spalt	3.0	± 0.0		bcd
Bramling cross	2.5	± 0.7		cde
Fuggle	2.5	± 0.7		cde
Challenger	2.0	± 0.0		de
Magnum	2.0	± 0.0		de
Cascade	1.5	± 0.7		e
<i>Varietà presente solamente nella località di Udine</i>				
Styrian aurora	3.0			
Chinook	3.0			
Centennial	3.0			
Nugget	2.0			
Brewer's Gold	2.0			
Willamette	2.0			

Tab.16. Influenza della varietà e dei blocchi (=località) sulla suscettibilità alla peronospora. Se P < 0.05 le differenze sono significative.

Source	Df	Type III SS	MS	F	P	
Blocchi	1	0.571428571	0.5714286	2.1666667	0.1648	ns
Effetti						
Varietà	13	19.85714286	1.5274725	5.79166667	0.0016	***
Errore	13	3.428571429	0.2637363			
Totale	27	23.85714286				

Tab.17. Suscettibilità all'oidio espressa come valore di stima (0 = assenza della patologia, 5 = malattia molto diffusa)

Varietà	Media	±	Dev.std	Crf media
Cascade	2.5	±	3.5	a
Challenger	1.0	±	1.4	ab
Saphir	1.0	±	1.4	ab
First gold	1.0	±	0.0	ab
Mittlefrüh	1.0	±	0.7	ab
Styrian Celeia	0.5	±	0.7	b
Saaz	0.5	±	0.7	b
Tettnanger	0.5	±	0.7	b
Spalt	0.5	±	0.7	b
Hersbrucker	0.5	±	0.7	b
Bramling cross	0.5	±	0.7	b
Perle	0.5	±	0.7	b
Fuggle	0.5	±	0.7	b
Magnum	0.5	±	0.7	b
Varietà presenti solamente nella località a Udine				
Styrian aurora	0.0			
Brewer's Gold	0.0			
Nugget	0.0			
Chinook	0.0			
Centennial	0.0			
Willamette	0.0			

Tab.18. Influenza della varietà e dei blocchi (=località) sulla suscettibilità all'oidio. Se $P < 0.05$ le differenze sono significative.

Source	Df	Type III SS	MS	F	P	
Blocchi	1	15.75	15.75	26.419355	0.0002	***
Effetti						
Varietà	13	7.75	0.5961538	1.0000	0.5000	ns
Errore	13	7.75	0.5961538<-			
Totale	27	31.25				

3.8 Sensibilità a carenze nutrizionali

La tabella 19 mostra il punteggio medio della suscettibilità a carenze nutrizionali e relative deviazioni standard con riferimento alla località Azzida e Udine nell'annata 2014.

Le varietà si caratterizzano per una media per le carenze nutrizionali diversa, come rappresentato dalla tabella 19, con una variabilità nulla per Sphir, Tettanagher, Hersbrucker, Bramiling cross, Fuggle e Magnum.

Su una scala da 0 a 5, in cui 0 è indice di assenza della patologia e 5 corrisponde a pianta molto esigente, i punteggi medi di carenza nutrizionale risultano essere compresi tra un minimo di 2 (Tra le più importanti troviamo Magnum, Fuggle,) e un massimo 4 (Saaz).

La tabella 20 dimostra che la carenza nutrizionale non è influenzata significativamente dalla varietà.

Le varietà che hanno registrato una carenza nutrizionale maggiore sono quelle varietà che hanno avuto minor sviluppo vegetativo; testimonianza del fatto che queste varietà hanno bisogno di una maggiore disponibilità nutrizionale per poter accrescersi.

La maggiore carenza nutrizionale potrebbe essere associata anche alla minore capacità d'assorbimento da parte delle radici, considerando il fatto che le varietà colpite sono le varietà che hanno registrato uno scarso sviluppo radicale.

3.9 Rapporto lunghezza/larghezza dei coni

In tabella 21 sono riportati i rapporti tra le medie della lunghezza e della larghezza dei coni, riferiti alla annata 2014 nella sola località di Sant'Oswaldo (UD).

Dalla tabella 21 è evidente l'elevato rapporto lunghezza/larghezza dei coni di Cascade, una varietà facilmente individuabile per i coni molto allungati rispetto a tutte le altre varietà in prova. Per contro sono evidenti i coni più tozzi, con rapporto lunghezza/larghezza inferiore a 1,8 di Fuggle, Willamette, Tettanage, Mittelfru, Saphir, Saaz, Styrian aurora e First gold.

Le differenze tra le varietà dipendono principalmente da fattori di carattere genetico, va sottolineato però che anche le condizioni ambientali possono influire sulle dimensioni e quindi sui rapporti di misura.

Ad esempio le alte temperature possono indurre uno stress alla pianta che produce coni più piccoli e corti.

Le dimensioni del cono dipendono dal numero di bratte, bratteola e dei nodi sul rachide; questi parametri sono strettamente collegati al patrimonio genetico e dunque ciascuna varietà presenta uno specifico numero di queste.

Studi dimostrano infatti che Magnum presenta una superficie di brette/bratteole superiore rispetto a Fuggle (Joset P. *et al.*, 2015).

Questi studi dimostrano inoltre che il numero delle bratte, bratteole e dei nodi sul rachide influenza il numero e le dimensioni delle ghiandole resinifere, uniche responsabili della sintesi degli alfa e beta acidi. Magnum, che presenta una superficie bratta/bratteola superiore, ha dimostrato anche di avere un numero di ghiandole di luppolina per bratta/bratteola superiore al Fuggle, e con ghiandole che presentano anche un maggiore diametro (Joset P. *et al.*, 2015).

3.10 Peso medio dei coni

I dati, riportati in tabella , espressi come peso medio di 100 coni per replica, sono riferiti alla annata 2014 e alla località di Sant’Osvaldo.

I dati mettono in luce che le varietà con un peso maggiore per 100 coni sono Magnum, First gold, Cascade, Challenger e Hersbrucker. I dati sono in relazione ai rapporti lunghezza/larghezza dei coni . Infatti le varietà hanno un rapporto lunghezza/larghezza del cono maggiore pesano di più.

Questo non è riscontrabile per First gold, che pur se pesa molto presenta dimensioni del cono significativamente diversa più ridotte. Questo potrebbe essere spiegato con il fatto che i dati di tabella 23, fanno riferimento al peso fresco dei coni, dunque, considerando che la raccolta è stata fatta scalarmente per le diverse varietà, il peso può essere stato influenzato dal contenuto di acqua assorbito dal cono in seguito alle precipitazioni. First gold a differenza di Magnum, Cascade, Challenger e Hersbrucker è stata raccolta il 19 Agosto 2014, periodo nel quale sono stati registrati un valore mensile di pioggia pari a 58 mm, a differenza delle altre varietà che sono state raccolte ai primi di Settembre in un periodo di precipitazioni molto ridotte.

Il peso del cono può dare delle informazioni sulla compattezza dello stesso. Un cono piccolo, come First gold, ma pesante indica che il cono è compatto; medesima considerazione può essere fatta per il Fuggle. Il Saaz invece risulta avere un cono piccolo e poco compatto. Il Magnum, come Cascade presenta sia un rapporto di misure di lunghezza e larghezza elevato che un peso elevato, dunque ha un cono grande e compatto.

La compattezza e le dimensioni dei coni sono dei parametri che dipendono da fattori di natura genetica. I coni più compatti, sono coni che presentano un maggior numero di bratte/bratteole, e visto che le ghiandole resinifere si trovano in ogni bratta/bratteola, queste varietà dovrebbero avere una maggiore resa in luppolina.

Tab.19. Carenze nutrizionali rilevate sotto forma di clorosi ed espresse come valore di stima (0 = assenza di carenze, 5 = piante completamente clorotiche)

Varietà	Media	±	Dev.Std	Crf medie
Saaz	4.0	±	1.4	a
Saphir	4.0	±	0.0	a
Perle	4.0	±	1.4	a
Tettnanger	4.0	±	0.0	a
First gold	4.0	±	0.0	a
Mittlefrüh	3.5	±	0.7	ab
Hersbrucker	3.0	±	0.0	ab
Spalt	3.0	±	1.4	ab
Bramling cross	3.0	±	0.0	ab
Challenger	2.5	±	0.7	ab
Cascade	2.5	±	0.7	ab
Celjie	2.5	±	0.7	ab
Fuggle	2.0	±	0.0	b
Magnum	2.0	±	0.0	b
<i>Varietà presenti solamente nella località di Udine</i>				
Chinook	4.0			
Styrian aurora	3.0			
Centennial	3.0			
Willamette	3.0			
Nugget	2.0			
Brewer's Gold	2.0			

Tab.20. Influenza della varietà e dei blocchi (=località) sulle carenze nutrizionali. Se $P < 0.05$ le differenze sono significative.

Source	Df	Type III SS	MS	F	P	
Blocchi	1	0.035714286	0.0357143	0.0548523	0.8185	ns
Effetti						
Varietà	13	14.17857143	1.0906593	1.6751055	0.1821	ns
Errore	13	8.464285714	0.6510989<-			
Totale	27	22.67857143				

Tab.21. Rapporto lunghezza-larghezza dei coni

Varietà	Media	±	Dev.Std	Cfr medie
Cascade	2.97	±	0.01	a
Magnum	2.26	±	0.04	b
Hersbruck	2.19	±	0.02	bc
Challenger	2.08	±	0.27	bc
Bramling cross	2.04	±	0.03	cd
Spalt	1.84	±	0.14	de
Perle	1.84	±	0.04	e
First gold	1.79	±	0.08	e
Saaz	1.76	±	0.08	e
Saphir	1.75	±	0.14	e
Mittlefrüh	1.74	±	0.12	e
Tettnange	1.73	±	0.10	e
Fuggle	1.67	±	0.09	e
<i>Varietà presenti solamente nell'impianto di Udine</i>				
Nugget	2,39	±	0,26	
Chinook	2,14	±	0,06	
Brewer's Gold	2,04	±	0,10	
Centennial	1,88	±	0,24	
Styrian aurora	1,77	±	0,17	
Willamette	1,69	±	0,16	

Tab.22. Influenza della varietà e dei blocchi (=località) sul rapporto lunghezza-larghezza dei coni. Se $P < 0.05$ le differenze sono significative.

Source	Df	Type III SS	MS	F	P	
Blocchi	2	0.038150996	0.0190755	1.4061865	0.2646	ns
Effetti						
Varietà	12	4.481707245	0.3734756	27.531463	0.0000	***
Errore	24	0.325569861	0.0135654<-			
Totale	38	4.845428102				

Tab.23. Peso fresco di 100 coni espressi in grammi.

Varietà	Media	±	Dev.Std	Crf medie
Magnum	111.03	±	4.00	a
First gold	98.79	±	1.44	b
Cascade	77.59	±	10.53	c
Challenger	71.43	±	3.90	c
Hersbruck	71.35	±	6.23	c
Fuggle	55.57	±	1.07	d
Mittlefrüh	55.28	±	1.26	d
Tettlinge	54.01	±	3.41	de
Bramling cross	52.89	±	3.39	de
Perle	47.41	±	3.79	def
Saphir	44.37	±	2.82	ef
Saaz	43.00	±	5.18	f
Spalt	42.01	±	6.42	f
Varietà presenti solamente nell'impianto di Udine				
Chinook	115.26	±	1.19	
Nugget	108.89	±	8.86	
Willamette	83.25	±	2.77	
Centennial	74.67	±	1.59	
Styrian aurora	63.15	±	10.97	
Brewer's Gold	52.89	±	12.03	

Tab.24. Influenza della varietà e dei blocchi (=località) sul peso fresco dei coni. Se P< = 0.05 le differenze sono significative.

Source	Df	Type III SS	MS	F	P	
Blocchi	2	58.95214359	29.476072	0.862314	0.4349	ns
Effetti						
Varietà	12	12 17001.69919	1416.8083	41.448318	0.0000	***
Errore	24	24 820.3806564	34.182527<-			
Totale	38	17881.03199				

3.11 Produzione di coni

I dati produttivi, espressi come peso medio di coni per pianta, riferiti rispettivamente alle annate 2014 e 2015 e alle località di Sant'Osvaldo e Azzida sono riportati nella tabella 25.

Dalla tabella 26 emerge che le interazioni tra località, anno e varietà sono risultate significative.

I dati ottenuti in assoluto sono tutti molto inferiori rispetto ai riferimenti bibliografici (figura 27). Questo può dipendere sia dal fatto che i nostri impianti sono ai primi anni di produzione, considerato che la massima produzione si ottiene tra il sesto e settimo anno, sia dal fatto che i nostri impianti hanno una altezza di 3,5 m a differenza degli impianti tradizionali che hanno un'altezza di 7-8 m.

Dal confronto tra varietà emerge che le varietà più produttive sono Cascade, seguita a distanza da Magnum, Fuggle e Challenger.

Tale risultato era sostanzialmente atteso in quanto queste varietà hanno avuto un rapido sviluppo, hanno mostrato una elevata vigoria e un elevato sviluppo radicale, che sono manifestazione di un buon affrancamento della pianta. Tra le varietà meno produttive troviamo invece varietà che hanno registrato uno scarso sviluppo vegetativo quali ad esempio Tennanger, Spalt e Saaz.

I dati, come sopra già indicato, fanno riferimento alla media ottenuta nell'annata 2014 e 2015.

Scorporando le due annate ciò che emerge è che le varietà hanno ottenuto delle produttività diversificate per i due anni di sperimentazione. Nel 2014, infatti, le precipitazioni costanti hanno favorito sicuramente una buona performance delle varietà anche se si sono verificate delle perdite di produzioni a seguito dell'insorgenza di fitopatie, quali l'oidio che ha portato la perdita di circa il 95 % della produzione del Cascade nell'impianto di Azzida, e peronospora che ha colpito particolarmente First gold, mentre nel 2015, le temperature elevate hanno rallentato l'accrescimento delle piante inducendo un forte stress idrico che ha portato ad una produzione più bassa rispetto all'anno precedente.

La minor produttività delle varietà riscontrata nel 2015 dunque, può essere dipesa, come descritto in letteratura (Sinisa S. *et al.*, 2004), dalle alte temperature che sono state registrate, che hanno indotto un anticipo di fioritura e una rapida produzione di coni che per lo più si formano nella parte bassa della pianta provocando così una riduzione di produzione in quanto non sono in grado di compensare in numero e dimensioni i coni che si sarebbero formati anche nella parte alta della pianta.

Valutando il 2014 e 2015 individualmente ciò che emerge è che produzioni di Saphir, Hersbrucker, Mittlefru, Spalt sono state maggiori nel 2015 rispetto al 2014, indicando così che sono varietà in grado di resistere meglio alle alte temperature; varietà come Magnum, Fuggle, molto produttive nel 2014, hanno avuto invece un calo nella performance nel 2015 indotta dalle alte temperature. Analogamente Challenger e Bramling cross. Cascade, nel 2014, nonostante fosse stato colpito dall'oidio con un perdita in Azzida di 95% della produzione, ha ottenuto elevate performance, mentre nel 2015 ha ottenuto una produttività non molto superiore al 2014 pur non avendo avuto perdite produttive a causa di fitopatie.

Un ulteriore fattore da prendere in considerazione è sicuramente che entrambi gli impianti sono ai primi anni di produzione, precisamente il 2014 e il 2015 rappresentano rispettivamente il secondo e terzo anno di produzione per l'impianto di Udine e il primo e secondo anno per l'impianto di Azzida, essendo quest'ultimo stato realizzato nell'agosto 2013.

Quindi le piante non hanno raggiunto ancora il loro reale potenziale di produzione, che solitamente viene raggiunto tra il sesto e settimo anno per poi stabilizzarsi.

Quindi sarà necessario continuare con la sperimentazione per verificare la reale produttività delle varietà in prova.

Tab.25.Produzione media di coni freschi per pianta espressa in grammi.

Varietà	Media	±	Dev.Std	Crf medie
Cascade	1414.36	±	585.29	a
Magnum	948.31	±	210.49	b
Fuggle	856.63	±	389.54	c
Challenger	847.37	±	109.05	c
Bramling cross	734.11	±	265.76	d
Celije	698.5	±	323.63	d
Perle	550.04	±	150.71	e
First gold	491.80	±	246.38	ef
Hersbrucker	464.85	±	178.92	fg
Saphir	406.40	±	246.08	g
Mittelfruh	205.68	±	246.38	h
Tettnanger	193.97	±	30.27	h
Spalt	132.48	±	64.21	hi
Sazz	104.12	±	54.22	i
<i>Varietà presenti solamente nell'impianto di Udine</i>				
Chinook	1496.915	±	207.02	a
Brewer's Gold	1473.21875	±	261.38	a
Nugget	1041.1125	±	59.00	b
Centennial	814.09	±	29.43	c
Styrian aurora	648.46625	±	62.20	d
Willamette	593.4775	±	557.58	d

Tab.26. Influenza della varietà, della località e dell'anno sulla produzione di coni. Se $P < 0.05$ le differenze sono significative.

Source	Df	Type III SS	MS	F	P	
Blocchi	1	3157.566725	157.5667	0.4375148	0.5111	ns
Effetti						
Varietà	13	14281133.69	1098548.7	152.21574	0.0000	***
Località	1	403844.6575	403844.66	55.95702	0.0000	***
Anno	1	186091.1392	186091.14	25.784929	0.0000	***
Interazioni						
Varietà x località	13	2044504.448	157269.57	21.791391	0.0000	***
Varietà x anno	13	1705229.652	131171.51	18.175224	0.0000	***
Località x anno	1	220736.3795	220736.38	30.585399	0.0000	***
Varietà x località x anno	13	1431817.152	110139.78	15.261051	0.0000	***
Errore	55	396937.7931	7217.0508<-			

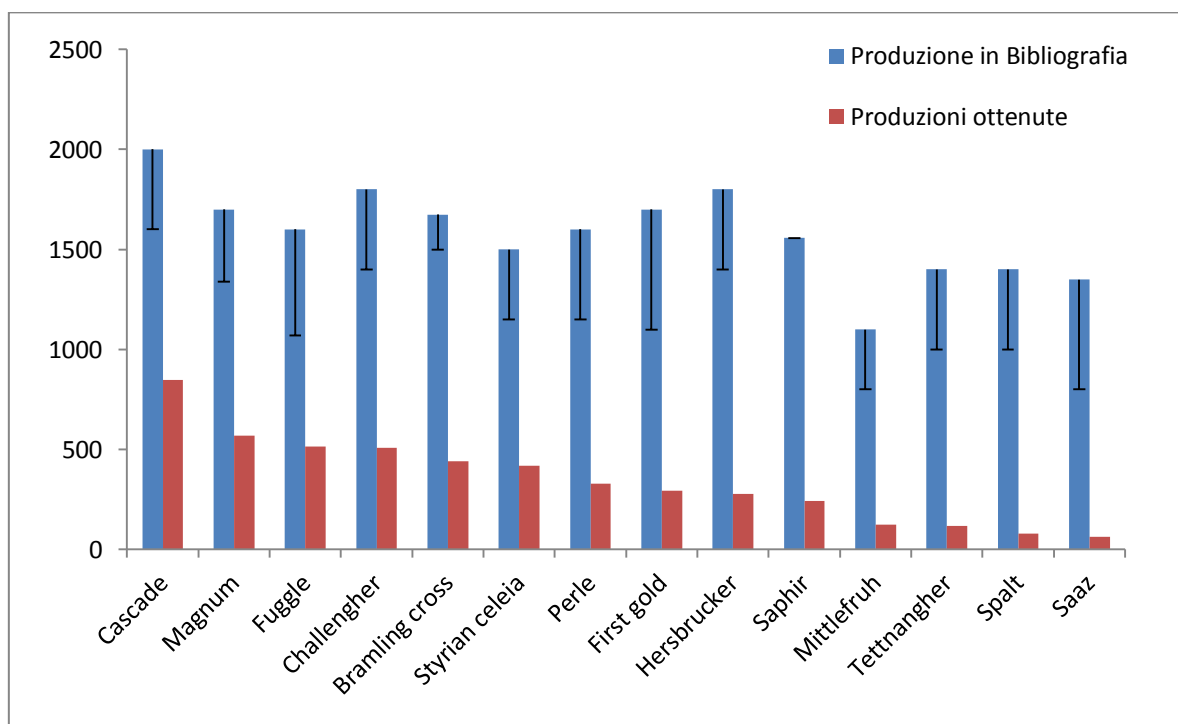


Figura 27. Produzioni in coni secchi (kg/ha) presenti in letteratura (colonna celeste) e dati ottenuti con la sperimentazione (colonna in rosso). Le linee indicano il range di variazione della produzione, indicandone il valore minimo.

3.12 Composizione in alfa e beta acidi

I dati riportati in tabella fanno riferimento alla media degli alfa, beta acidi e co-umulone ottenuti per gli impianti di Udine e di Azzida per il 2014.

I dati sono stati gentilmente forniti dal professore Buiatti del Dipartimento di Scienze e tecnologie alimentari.

I dati ottenuti possono essere comparati con i dati di tabella 29, dove sono riportati i *range* di variazione di α -acidi, β -acidi e comulone. (). La produzione di α -acidi e β -acidi è strettamente collegata ai caratteri genetici delle varietà; studi dimostrano poi che il contenuto degli acidi è correlata al numero e alle dimensioni dei tricomi ghiandolari presenti nel cono (Joset P. *et al.*, 2015).

E' utile ricordare che la pianta prima produce gli α -acidi e in secondo momento i β -acidi.

Dall'analisi dei risultati emerge che tra le due località si sono registrati dei valori diversi nella composizione della luppolina. La varietà che ha risposto meglio in termini di composizione in α -acidi e β -acidi per entrambe le località sono Miththerhu e Saphir .

Il Saaz invece è stata la varietà che per entrambe le località ha ottenuto valori molto più bassi rispetto a quanto previsto dai riferimenti in letteratura.

Tra le due località emerge che in Azzida si sono ottenuti valori anche superiori soprattutto in First gold in cui il contenuto di alfa-acidi è quasi due volte rispetto al valore ottenuto per Udine oltre che superiore al valore in letteratura.

A Udine invece ottimi risultati si sono riscontrati per Magnum che ha ottenuto un 15,7 % in α -acidi contro un 10,3% ad Azzida e con un valore superiore rispetto al riferimento in letteratura che prevede un range tra 10-14 %. A Udine ottimi risultati li hanno ottenuti Styrian celeia e Challenger con valori superiori rispetto ai riferimenti bibliografici (Tabella 29).

Per quanto riguarda invece Fuggle si sono ottenute elevate prestazioni per entrambi gli impianti, con preferenza in Azzida dove α -acidi e β -acidi sono superiori rispetto al range previsto.

Facendo considerazioni generali ciò che emerge è che, gli alfa acidi a volte erano superiori a quanto riscontrabile nella bibliografia internazionale (quanto detto vale ad esempio per Magnum, Perle, First gold, Bramling Cross) a testimonianza della potenzialità della pianta nei nostri areali, mentre i beta acidi erano a volte più bassi rispetto ai riferimenti internazionali; questo può trovare spiegazione sia nel fatto che il 2014 è stata una annata poco soleggiata sia

nel fatto che, da un punto di vista agronomico, si è preferito favorire la vegetazione, in quanto gli impianti erano al primo anno di produzione.

L'influenza delle condizioni ambientali nella composizione degli alfa e beta acidi può essere legata al fatto che le vie metaboliche degli alfa e beta acidi sono vie metaboliche competitive tra loro; dunque una pianta in condizione di stress può favorire la sintesi preferenziale di α -acidi rispetto ai β -acidi, in quanto i primi vengono sintetizzati per primi.

Inoltre un altro importante parametro che incide sulla composizione della luppolina è il momento in cui viene eseguita la raccolta. Una raccolta anticipata infatti può portare a raccogliere coni in cui non è stata ancora completata la formazione degli alfa acidi, dunque avere un tenore più basso degli stessi. Ad esempio, ad Azzida c'è stata una raccolta anticipata di Cascade per evitare che l'infezione di oidio, che aveva colpito questa varietà, si propagasse anche alle altre. Questo può spiegare il fatto che Cascade ha ottenuto in Azzida valori di α -acidi (3,2%) inferiori rispetto a Udine (6,0 %).

Inoltre grazie al tenore degli alfa acidi di ciascuna varietà si può affermare che le varietà testate sono conformi ai dati bibliografici in merito al loro utilizzo come luppoli amari o aromatizzanti. Inoltre è preferibile che la quantità di co-humulone sia superiore al 30% del totale degli alfa acidi affinché il luppolo possa conferire maggiore amarezza. Tra le varietà che presentano un tenore superiore al 30 % di co-humulone troviamo principalmente varietà americane, quali Cascade, Brewer's gold, Wilamette, Chinook, e varietà inglesi quali Bramling Cross e First gold. I dati raccolti confermano quanto riportato in letteratura, salvo che per First Gold che ha avuto un valore di co-humulone più basso rispetto al dato bibliografico.

Dalla valutazione dei dati, le varietà a maggiore tenore in alfa acidi, sono Magnum, Nugget, Challenger, First gold e Bramling Cross. Le varietà ad alto tenore di alfa acidi permettono di utilizzare una minor quantità di coni durante la birrificazione rispetto alle varietà che hanno un tenore più basso.

Tab. 27. Azzida. 2014. Composizione media in α / β acidi della luppolina e relative deviazione standard e composizione in cohumulone. Riferimenti: Bertoli S., Passaghe P., Buiatti S. (2015). Hops “made in Italy”: do Italians do it bitter? 35th European Brewery Convention (EBC) Congress – Porto – Book of Abstract (p. 122), 24-28 Maggio 2015.

Varietà	α-acidi (%)	β-acidi (%)	comulone (% *)
Cascade	3.2 \pm 0.2	8.1 \pm 0.3	32.5
Magnum	10.3 \pm 0.7	9.6 \pm 1.2	24.3
Spalt	1.9 \pm 0.3	3.3 \pm 0.2	25.1
Perle	4.4 \pm 0.2	5.1 \pm 0.9	37.0
Tettnanger	3.5 \pm 0.2	4.5 \pm 0.2	26.1
Saaz	0.6 \pm 0.1	0.6 \pm 0.1	21.4
Saphir	2.5 \pm 0.4	5.1 \pm 0.5	12.8
Styrian celeia	5.6 \pm 1.6	6.9 \pm 0.2	24.1
Hersbrucker	2.2 \pm 0.1	8.3 \pm 0.7	16.0
Fuggle	6.3 \pm 1.0	3.9 \pm 1.1	30.1
Mittelfruh	3.3 \pm 0.4	4.7 \pm 0.4	19.7
Challenger	9.5 \pm 0.6	5.3 \pm 0.2	23.6
First gold	12.2 \pm 0.5	4.4 \pm 0.6	29.0
Brambling cross	7.9 \pm 0.3	2.9 \pm 0.2	33.1

* percentuale su α -acidi

Tab.28. Udine. 2014. Composizione media in α / β acidi della luppolina e relative deviazione standard E composizione in cohumulone Riferimento: Bertoli S., Passaghe P., Buiatti S. (2015). Hops “made in Italy”: do Italians do it bitter? 35th European Brewery Convention (EBC) Congress – Porto – Book of Abstract (p. 122), 24-28 Maggio 2015.

Varietà	α-acidi (%)		β-acidi (%)		comulone (%)
Cascade	6.0	± 0.1	7,4	± 0.2	32.0
Magnum	15.7	± 0.3	8.0	± 0.4	25.5
Spalt	0.5	± 0.1	0.7	± 0.4	24.9
Perle	8.3	± 0.2	4.9	± 0.2	28.4
Tettnanger	1.4	± 0.2	1.7	± 0.2	27.4
Saaz	1.1	± 0.1	1.4	± 0.0	22.7
saphir	2.7	± 0.1	5.6	± 0.1	11.7
Styrian celeia	6.6	± 0.4	6.3	± 0.9	24.9
Hersbrucker	2.3	± 1.0	4.3	± 0.9	15.8
Fuggle	3.7	± 0.2	1.5	± 0.4	28.0
Mittelfruh	3.2	± 0.3	3.0	± 0.7	20.3
Challenger	9.2	± 0.2	5.0	± 0.4	26.7
First gold	6.9	± 0.2	2.5	± 0.4	28.8
Brambling cross	4,9	± 0.6	1.9	± 0.5	31.6
Brewer's gold	7.0	± 0.3	4.4	± 1.2	39.0
Nugget	10.9	± 0.1	4.5	± 0.2	28,3
Willamette	5.6	± 0.3	6.4	± 1.1	30,9
Chinook	7.4	± 0.2	3.0	± 0.6	31.3
Centenial	7.5	± 0.2	4.1	± 0.1	29,1
Styrian aurora	9.5	± 0.3	4,3	± 0.3	22,4

Tab. 29. Intervalli sulla composizione della luppolina reperibili in letteratura e caratteristiche dei luppoli (www.hopuniun.com)

Varietà	Range α-acidi (%)	Range β-acidi (%)	Range cohumulone(%)	Tipo di luppolo
Cascade	4.5-7	4-7.5	33-40	Aroma e amaro
Magnum	10-14	4.5-7	24-30	Aroma
Spalt	2.5-5.5	3-5	22-29	Aroma
Perle	6-10	2.5-5	28-32	Aroma e amaro
Tettnanger	4-5	3-4.5	20-25	Aroma e amaro
Saaz	2-5	7-8	23-28	Aroma
Saphir	2-4,5	4-7	12-17	Aroma
Styrian celeia	3-6	2-3.3	26-29	Aroma
Hersbrucker	2-5	2.5-6	18-25	Aroma
Fuggle	3.5-6.5	2-4	27-33	Aroma
Mittelfruh	3-5.5	3-5	18-28	Aroma
Challenger	6.5-9	3.2-4.2	20-25	Aroma e amaro
First gold	6.5-10	3-4.5	32-35	Aroma e amaro
Brambling cross	5-8	2.5-3	33-35	Amaro e aroma
Styrian aurora	7-9.5	2.7-4.4	22-26	Amaro e aroma
Brewer's gold	8-10	3.5-4.5	40-48	Amaro
Nugget	12-14.5	4-6	22-26	Amaro e aroma
Willamette	4-6	3-4.5	30-35	Aroma
Chinook	12-14	3-4	30-40	Amaro e aroma
Centenial	9.5-11.5	3.5-4.5	28-30	Aroma e amaro

4 CONCLUSIONI

Gli impianti sperimentali di luppolo sono stati realizzati per verificare l'adattabilità di questa coltura alle condizioni pedoclimatiche regionali e nel contempo individuare le cultivar che abbinassero elevata rusticità con elevate caratteristiche qualitative e in resa del prodotto.

La determinazione qualitativa delle produzioni sperimentali è stata effettuata dal team del professor Buiatti (Dipartimento di Scienze Alimentari).

La valutazione di quali varietà siano più adatte al nostro territorio può essere fatta prendendo in considerazione numerosi fattori quali la produttività delle varietà, la loro suscettibilità a patologie, in particolare modo a peronospora e oidio, carenze nutrizionali ma anche la loro vigoria e rapidità di sviluppo, oltre che la loro composizione in alfa e beta acidi, caratteristiche importanti ai fini della qualità della birra prodotta.

Dall'analisi dei dati ottenuti nei due impianti sperimentali di Udine ed Azzida per gli anni 2014-2015 si può capire come, da un punto di vista produttivo, le varietà che sembrano aver risposto meglio alle condizioni climatico-pedologiche dell'ambiente di sperimentazione siano Cascade, Magnum, Fuggle, Challenger e Bramlig cross.

La produttività è risultata diversa nelle due annate di prova. Nel 2014 grazie alle precipitazioni costanti le performance di Magnum, Cascade, Fuggle, Challenger sono state elevate; nel 2015, invece, a seguito di alte temperature estive, queste varietà, salvo Cascade, hanno realizzato produzioni più basse, dimostrando una minor resistenza alle alte temperature. Cascade, nelle due annate, ha presentato una situazione più complessa per quanto riguarda la produttività, in quanto nel 2015 ha registrato una produzione leggermente superiore rispetto al 2014, però nel 2014 era stato fortemente colpita dall'oidio che ha determinato una riduzione della produzione del 95% nella località di Azzida.

Le varietà più produttive inoltre hanno dimostrato una maggiore vigoria, rapidità di sviluppo, sviluppo radicale e una minore carenza nutrizionale dimostrando una elevata adattabilità ai nostri ambienti. La maggiore vigoria di queste varietà comporta la necessità di effettuare maggiori interventi di potatura per il controllo della vegetazione, in modo da ridurre la formazione di zone umide che possono favorire l'insorgenza di fitopatie.

Per quanto riguarda invece la suscettibilità alle patologie, queste varietà hanno dimostrato una bassa suscettibilità nei confronti della peronospora. Per quanto concerne l'oidio invece Cascade, è risultato essere la varietà più colpita, nonostante i riferimenti in letteratura la

definiscono come pianta resistente. Fuggle, Bramling cross e Magnum invece sono risultate piuttosto tolleranti all'oidio.

Dall'analisi dei dati ottenuti per ora si può escludere dall'elenco delle varietà coltivabili nei nostri territorio varietà quali Saaz, Spalt, Saphir, Mittelfruh, Tettninger. Queste varietà presentano alta suscettibilità alle malattie quali peronospora, carenze nutritive, scarsa produttività, scarsa vigoria e scarso sviluppo radicale.

Cascade, Magnum, Fuggle, Challenger e Bramling cross, oltre aver ottenuto elevate produzioni, hanno fatto registrare risultati interessanti anche in termini di composizione della luppolina; Magnum, Cascade e Bramlin cross hanno ottenuto risultati migliori nell'impianto di Udine, mentre Fuggle, First gold in Azzida, Challenge invece ha ottenuti buoni risultati in entrambe le località.

Il Saaz, oltre ad avere mostrato scarsa produttività ha fatto registrare valori di α -acidi e β -acidi più bassi rispetto ai riferimenti in letteratura.

I valori degli α -acidi a volte sono superiori ai riferimenti in letteratura, mentre i valori di β -acidi sono leggermente al di sotto dei dati bibliografici. Una possibile spiegazione sta nel fatto che il 2014 è stato caratterizzato da piogge persistenti ma soprattutto sta nel fatto che la pianta è stata probabilmente ad un eccesso di vegetazione e di conseguenza ad un eccesso di produzione di coni, che ha condizionato la qualità della luppolina, in particolare il contenuto in β -acidi..

E' opportuno anche ricordare che gli impianti sono stati realizzati nel 2013, dunque i dati fanno riferimento al secondo e terzo anno di produzione, conseguentemente per avere dati più attendibili sulla produzioni di piante mature bisogna proseguire la sperimentazione considerando anche il fatto che la pianta raggiunge la massima produzione tra il sesto e settimo anno. Inoltre bisogna considerare che in questi due anni di sperimentazioni le condizioni climatiche delle due aree sono state molto diverse; il 2014 è stato caratterizzato da abbondanti precipitazioni, allocate soprattutto nel periodo estivo, mentre nel 2015 si sono registrate alte temperature, di parecchio superiori alle medie stagionali.

1. Varietà delle Repubblica ceca

1.1 Saaz

1. Storia del luppolo

Saaz è una varietà importante al livello mondiale per la produzione di birra, e da questa sono state sviluppate altre dodici varietà. Saaz è una varietà naturale, dalla Cecoslovacchia (Repubblica Ceca) che ha avuto origine dalla zona intorno alla città di Saaz, che è in Boemia. Questo è anche un luppolo coltivato in Belgio e negli Stati Uniti e ha diversi discendenti dalla Nuova Zelanda, tra cui Motueka (B Saaz), e Riwaka (D Saaz).



2. Uso tipico

Aromatizzante.

3. Aroma

Delicato, piacevole aroma di terra, a base di erba e fiori.

4. Acidi

- α -acidi: 2-5%
- β -acidi: 7-8%
- Cohumulone: 23%-28%

5. Olio (0.4-1 mL/100g)

- Mircene: 42%
- Humulene: 19%
- Caryllene: 6%
- Farnesolo: 15%

6. Caratteristiche fisiche del cono

- Colore luppolina: giallo
- Dimensioni: da piccolo a medio
- Densità: da poco compatto a compatto

7. Maturità

Metà stagione

8. Crescita vegetativa

Moderata

9. Produzione

800-1350 kg·ha⁻¹

10. Stabilità durante l'immagazzinamento

Questa varietà è in grado di mantenere un 45-55% di alfa-acidi dopo sei mesi di conservazione a 20 °C.

2. Varietà slovene

2.1 Styrian aurora

1. Storia del luppolo

E' stata realizzata negli anni '70 nell'istituto di ricerca di Hop Zalec, Jugoslavia. Styrian aurora è una varietà diploide ottenuta dall'incrocio tra Brewer del Nord e una pianta maschile selvatica jugoslava. Rappresenta una delle due varietà più coltivate in Slovenia l'altra è Styrian Golding. Queste due varietà possiedono caratteristiche aromatiche analoghe. Tale varietà si distingue per avere dei coni di un verde scuro.



2. Uso tipico

Usata sia per aroma che come amaricante.

3. Aroma:

Aroma intenso gradevole che richiama aromi floreali e di pino.

4. Acidi

- α -acidi: 7-9.5%
- β -acidi: 2.7-4.4%
- Cohumulone: 22%-26%

5. Olio (0.9-1.6 ml/100g)

- Mircene: 20%-25%
- Humulene: 20%-25%
- Carophyllene: 6%-9%
- Farnesolo: 5-10%

6. Caratteristiche fisiche del cono

- Colore luppolina: gialla paglierino
- Dimensioni: medie
- Densità: compatta

7. Maturità

Precoce nella media stagione

8. Crescita vegetativa

Moderata

9. Produzione

1424 - 1958 kg·ha⁻¹

10. Stabilità durante l'immagazzinamento

Super stabilità. Questa varietà è in grado di mantenere un 60-70% di alfa-acidi dopo sei mesi di conservazione a 20 °C.

2.2 Styrian celeia

1. Storia del luppolo

E' una varietà triploide che deriva dall'incrocio tra Styrian Golding e 105/58 e tra Aurora e una varietà Slovenia selvatica.



2. Uso tipico

Aromatico.

3. Aroma

Piacevole.

4. Acidi

- α -acidi: 3-6%
- β -acidi: 2-3.3%
- Cohumulone: 26-29%

5. Olio

- Mircene: 26-35%
- Humulene: 18-23%
- Caryllene: 8-9%
- Farnesolo: 3-7%

6. Caratteristiche fisiche del cono

- Colore luppolina: gialla paglierino
- Dimensioni: medie
- Densità: compatta

7. Maturità

Tardiva

8. Crescita vegetativa

Crescita moderata

9. Produzione

1150-1500 kg·ha⁻¹

10. Stabilità durante l'immagazzinamento.

Super stabilità. Questa varietà è in grado di mantenere un 65-80% di alfa-acidi dopo sei mesi di conservazione a 20 °C.

3. Varietà dell'Inghilterra

3.1 Bramling cross

1. Storia del luppolo

Ottenuta dal Professor Salmon e Wye, in Inghilterra, nel 1927, da un incrocio tra Brambling ed una pianta selvatica maschile di manitoba (Canada).

2. Uso tipico

Principalmente da amaro, ma può essere usato anche come amaricante. Quindi ha una duplice attitudine.

3. Aroma

Speziato, profumo legnoso, secondo alcuni anche di foglie secche.

4. Acidi

- α -acidi: 5-8 %
- β -acidi: 2.5%-3%
- Cohumulone: 33-35%

5. Olio

- Mircene: 35-40%
- Humulene: 28%-33%
- Caryophyllene: 14%-19%

6. Caratteristiche fisiche del cono

- Colore della luppolina: da giallo paglierino a giallo
- Dimensioni: medio
- Densità: moderata

7. Maturità

Precoce a metà stagione

8. Crescita vegetativa

Vigoria moderata

9. Produzione

1500-1675 kg·ha⁻¹

10. Stabilità durante l'immagazzinamento

Questa varietà è in grado di mantenere un 60-70% di alfa-acidi dopo sei mesi di conservazione a 20 °C.



3.2 Challenger

1. Storia del luppolo

Anch' essa selezionata al Wye College, è stata immessa nel commercio nel 1972. Questa varietà è stata ottenuta dall'incrocio tra Northern Brewer con una pianta maschile nana resistente alle muffe. Ha buone caratteristiche di crescita ed alte rese alla produzione. L'aroma raffinato si caratterizza per le note fruttate dai toni speziati che le rendono una varietà versatile.



2. Uso tipico

Ha una duplice attitudine sia come aromatizzante che amaricante.

3. Aroma

Ha un aroma piccante, ha un leggero aroma di fruttato e di spezie.

4. Acidi

- α -acidi: 6.5-9%
- β -acidi: 3.2-4.2%
- Cohumulone: 20%-25%

5. Olio (1.0-1.5 mL/100g)

- Mircene: ~ 30%
- Humulene: ~25%
- Caryllene: ~ 9%

6. Caratteristiche fisiche del cono

- Colore luppolina: da giallo paglierino a giallo
- Dimensione: da medio a largo
- Densità: da moderata a compatta

7. Maturità

Tarda stagione

8. Crescita vegetativa

Media vigoria

9. Produzione

1400-1800 kg·ha⁻¹

10. Stabilità durante l'immagazzinamento

Questa varietà è in grado di mantenere un 70-85% di alfa-acidi dopo sei mesi di conservazione a 20 °C.

3.3 First gold (Primadonna)

1. Storia del luppolo

First gold è stata individuata nel 1996 da Horticulture Research International (HRI) a Wye College nel Regno Unito. Deriva da un'impollinazione incrociata della varietà Whitbread Golding e un maschio nano. E' resistente a ceppi di oidio, ma suscettibile di peronospora. Si ricorda che è una pianta nana.

2. Uso tipico

Aromatizzante ed amaricante.

3. Aroma

Leggermente piccante, ma liscio, con mandarino, marmellata di arance, magnolia e aromi floreali.

4. Acidi

- α -acidi: 6.5-10 %
- β -acidi: 3-4.5%
- Cohumulone: 32-35%

5. Olio(0.7-1.7 mL/100g)

- Mircene: 30-38%
- Humulene: 20%
- Caryllene: 6%
- Farnesena: 1-3%

6. Caratteristiche fisiche del cono

- Colore luppolina: giallo
- Dimensioni: da medio a largo
- Densità: moderato a compatto

7. Maturità

Media

8. Crescita vegetativa

Moderata

9. Produzione

1100-1700 kg·kg⁻¹

10. Stabilità durante l'immagazzinamento.

Questa varietà è in grado di mantenere un 80-85% di alfa-acidi dopo sei mesi di conservazione a 20 °C.



3.4 Fuggle

1. Storia del luppolo

Introdotta nel commercio nel 1875 da Richard Fuggle, divenne una delle cultivar più coltivate in Inghilterra (nel 1949 si estendeva sul 78% della superficie coltivata del luppolo). Attualmente rappresenta circa il 9 % della produzione inglese. Fuggle è cresciuta anche USA ed in Slovenia dov'è conosciuta col il nome di Styrian Golding. E' una varietà a maturazione precoce ed è una delle poche nate per propagazione per seme. A causa del suo basso tenore di alfa acidi, Fuggle richiede alti tassi di lupollaggio per raggiungere il grado di amaro desiderato.



2. Uso tipico

Aromatizzante.

3. Aroma

Ha aroma fruttato, in particolare modo aggrumato, e di legno.

4. Acidi

- α -acidi: 3.5-6.5%
- β -acidi: 2-4 %
- Cohumulone: 27-33%

5. Olio (0.7 - 1.1 mL / 100g)

- Mircene: 25-30%
- Humulene: 30-38 %
- Caryllene: 13.4 %
- Farnesene 6-8%

6. Caratteristiche fisiche del cono

- Colore della luppolina: gialla
- Dimensione: piccola
- Densità: moderata

7. Maturità

Precoce

8. Crescita vegetativa

Moderata

9. Produzione

1050 - 1350 kg·ha⁻¹

10. Stabilità durante l'immagazzinamento

Questa varietà è in grado di mantenere un 60-65% di alfa-acidi dopo sei mesi di conservazione a 20 °C.

4. Varietà Americane

4.1 Cascade

1. Storia del luppolo

Questa varietà è stata realizzata nel 1972 negli USA. Ancora oggi è uno delle varietà più utilizzate nelle birre americane sia a livello industriali che di homebrews. Questa varietà deriva dal Fuggle e da Serebrianker, una varietà russa.



2. Uso tipico

Ha un uso molto versatile; sia da aroma che aromatizzante.

3. Aroma

Toni floreali di media intensità, di agrumi e pompelmo.

4. Acidi

- α -acidi: 4.5%-7%
- β -acidi: 4%-7.5%
- Cohumulone: 33%-40%

5. Olio(0.8-1.5 ML/100G)

- Mircene: 45%-60%
- Humulene: 10-16%
- Caryophyllene: 3-6%
- Farnesene: 4-8%

6. Caratteristiche fisiche del cono

- Colore luppolina: giallo
- Dimensioni: medie
- Densità: compatto

7. Maturità

Media stagione

8. Capacità di crescita

Media vigoria

9. Produzione

1600-2000 kg·ha⁻¹

10. Stabilità durante l'immagazzinamento

Questa varietà è in grado di mantenere un 48-52 % di alfa-acidi dopo sei mesi di conservazione a 20 °C.

4.2 Centennial

1. Storia del luppolo

Realizzato in USA nel 1990 come un incrocio tra Brewers Gold, Fuggle, East Kent Golding e Bavarian. Presenta una versatilità nel realizzare le birre ed è resistente alle malattie.

2. Uso tipico

Principalmente amaricante ma a volte usato a doppia attitudine quindi anche da aroma.

3. Aroma

Aroma floreale che è moderatamente, è agrumato ma meno di Cascade.

4. Acidi

- α -acidi: 9.5%-11.5 %
- β -acidi: 3.5%-4.5%
- Cohumulone: 28%-30%

5. Olio(1.5-2.4 mL/100 g)

- Mircene: 45-60%
- Humulene: 10-18%
- Caryophyllene: 4-8%
- Farnesene: meno dell'1%

6. Caratteristiche fisiche del cono

- Colore luppolina: giallo scuro
- Dimensioni: medio
- Densità: compatta

7. Maturità

Metà stagione

8. Crescita vegetativa

Di medio vigore

9. Produzione

1500 - 1750 kg·ha⁻¹

10. Stabilità durante l'immagazzinamento.

Questa varietà è in grado di mantenere un 60-65% di alfa-acidi dopo sei mesi di conservazione a 20 °C.



4.3 Chinook

1. Storia del luppolo

Deriva dal un programma di miglioramento dell' U.S.D.A nello stato di Washington, nel 1985. E' un incrocio tra Petham Golding con USDA 63102.

2. Uso tipico

Usato sia da aroma che amaricante.

3. Aroma

Ha un aroma forte, speziato, che ricorda l'odore del pino.

4. Acidi

- α -acidi: 12%-14%
- β -acidi: 3%-4%
- Cohumulone: 30%-40%

5. Olio (1.5-2.5 mL/100g)

- Mircene: 35-40%
- Humulene: 20-25%
- Caryhllene: 9-34%
- Farnesene: inferiore al 1%

6. Caratteristiche fisiche del cono

- Colore luppolina: da giallo a giallo scuro
- Dimensione: medio
- Densità: compatto

7. Maturità

Da metà a tarda stagione

8. Crescita vegetativa

Vigoria moderata

9. Produzione

1700 - 2230 kg·ha⁻¹

10. Stabilità durante l'immagazzinamento.

Questa varietà è in grado di mantenere un 65-70% di alfa-acidi dopo sei mesi di conservazione a 20 °C.



4.4 Nugget

1. Storia del luppolo

E' nata nel 1982 dalla U.S.D.A. ed è un incrocio tra la Brewer's gold e una varietà maschile Canterbury Golding e Early Green.



2. Uso tipico

Aromatizzante e amaricante

3. Aroma

Aroma piacevole con toni speziati, a base di erbe.

4. Acidi

- α -acidi: 12-14.5%
- β -acidi: 4%-6%
- Cohumulone: 22-26%

5. Olio (1.8-2.2 mL/100g)

- Mircene: 48-55%
- Humulene: 16-19%
- Caryllene: 7-9%
- Farnesene: inferiore al 1%

6. Caratteristiche fisiche del cono

- Colore luppolina: giallo
- Dimensioni: medio grande
- Densità: compatto

7. Maturità

Metà stagione

8. Crescita vegetativa

Moderata vigoria

9. Produzione

1700 - 2200 kg·ha⁻¹

10. Stabilità durante l'immagazzinamento.

Questa varietà è in grado di mantenere un 70-80% di alfa-acidi dopo sei mesi di conservazione a 20 °C.

4.5 Willamette

1. Storia del luppolo

Il nome di questa varietà deriva dal fiume Willamette Valley nel Nord-Ovest dell'Oregon. E' stato individuato dall' U.S.D.A nel 1976, e rappresenta il 20% del luppolo totale degli USA.



2. Uso tipico

Usata come aromatizzante.

3. Aroma

Aroma piacevole, con toni leggermente speziato e floreato.

4. Acidi

- α -acidi: 4-6%
- β -acidi: 3-4.5%
- Cohumulone: 30-35%

5. Olio (1.0 - 1.5 mL / 100g)

- Mircene: 30-40%
- Humulene: 20-27%
- Caryllene: 6-8%
- Farnesene: 5-6%

6. Caratteristiche fisiche del cono

- Colore luppolina: giallo-giallo scuro
- Dimensioni: da piccolo a medio
- Densità: da poco compatto a compatto

7. Maturità

Medio-precoce

8. Crescita vegetativa

Vigorosa

9. Produzione

1340 - 1700 kg·ha⁻¹

10. Stabilità durante l'immagazzinamento

Questa varietà è in grado di mantenere un 60-65% di alfa-acidi dopo sei mesi di conservazione a 20

4.5 Brewers' gold

1. Storia del luppolo

Questa varietà è stata ottenuta da Wye College in Inghilterra nel 1919 attraverso l'autoimpollinazione della varietà selvatica Monitoba BB1. Questa è il "padre" di 12 altre varietà di luppolo che sono presenti in commercio. E' stata selezionata poiché presenta una buona resistenza a patologie e possiede buone qualità aromatiche e amaricanti.



2. Usa tipico

Usata principalmente come amaricante.

3. Aroma

Aroma di ribes nero. A volte si percepisce un aroma fruttato e speziato.

4. Acidi

- α -acidi: 8-10%
- β -acidi: 3.5-4.5%
- Cohumulone: 40-48%

5. Olio (2 - 2.2 mL/100g)

- Mircene: 37-40%
- Humulene: 29-31%
- Caryophyllene: 7-7.5%

6. Caratteristiche fisiche del cono

- Colore della luppolina: Gialla
- Dimensione: piccola
- Densità: compatta

7. Maturità

Tarda stagione

8. Crescita vegetativa

Vigorosa

9. Produzione

1764 - 2400 kg·ha⁻¹

10. Stabilità durante immagazzinamento

Bassa. Questa varietà è in grado di mantenere un 60-70% di alfa-acidi dopo sei mesi di conservazione a 20 °C.

5. Varietà tedesche

5.1 Magnum

1. Storia del luppolo

Luppolo Magnum è anche conosciuto come Hallertau Magnum. E' stata individuata dall' "Hops Research Institute" in Hull, in Germania. Questa varietà è diventata la seconda varietà più importante in tenore di α -acidi.



2. Uso tipico

Amaricante

3. Aroma

Aroma che non ha una caratteristica distintiva.

4. Acidi

- α -acidi: 10-14%
- β -acidi: 4.5-7%
- Cohumulone: 24-30%

5. Olio (1.9-3 mL/100g)

- Mircene: 30-35%
- Humulene: 35-40%
- Caryllene: 8-12%
- Farnesene: inferiore 1 %

6. Caratteristiche fisiche del cono

- Colore luppolina: gialla
- Dimensioni: largo/grande
- Densità: mediamente compatto

7. Maturità

Tardiva

8. Crescita vegetativa

Moderata

9. Produzione

1340-1700 kg·ha⁻¹

10. Stabilità durante l'immagazzinamento

Questa varietà è in grado di mantenere un 80-85% di alfa-acidi dopo sei mesi di conservazione a 20 °C.

5.2 Tett nang(er)

1. Storia del luppolo

Questa varietà ha avuto origine della varietà che si trovavano naturalmente nella regione di Tett nanger in Germania, vicino al lago di Costanza, che confina con Austria e Svizzera. Questa coltivata USA; Svizzera, Australia.



2. Uso tipico

Aromatizzante e amaricante.

3. Aroma

Aroma nobile, piacevole e piccante, e ha un aroma speziato floreale.

4. Acidi

- α -acidi: 4-5%
- β -acidi: 3-4.5%
- Cohumulone: 20-25%

5. Olio (0.4-0.8 mL/100g)

- Mircene: 36-45%
- Humulene: 18-23%
- Caryllene: 6-7%

6. Caratteristiche fisiche del cono

- Colore luppolina: giallo
- Dimensioni coni: da piccolo a medio
- Densità: moderata

7. Maturità

Precoce

8. Crescita vegetativa

Moderata

9. Produzione

1000-1400 kg·ha⁻¹

10. Stabilità durante l'immagazzinamento

Questa varietà è in grado di mantenere un 55-60% di alfa-acidi dopo sei mesi di conservazione a 20 °C

5.3 Hersbrucker

1. Storia del luppolo

Questa varietà nasce in Hallertau, Germania, attorno al 1970 in un quartiere chiamato Hersbruck. Questa varietà deriva da una selezione naturale ed è caratterizzata dall'aver una elevata resistenza alle diverse patologie.



2. Uso tipico

Viene usato come aroma.

3. Aroma

Caratteristiche miti, a base di erbe e fiori, con note fruttate.

4. Acidi

- α -acidi: 2%-5%
- β -acidi: 2.5-6%
- Cohumulone: 18%-25%

5. Olio (0.7-1.3 mL/100g)

- Mircene: ~ 12,7%
- Humulene: ~32.4%
- Caryllene: ~13,6%
- Farnesene: inferiore del 1%

6. Caratteristiche fisiche del cono

- Colore della luppolina: Giallo scuro
- Dimensione: medio
- Densità: del cono: moderato

7. Maturità

Tarda stagione

8. Crescita vegetativa

Vigorosa

9. Produzione

1400-1800 kg·ha⁻¹

10. Stabilità durante l'immagazzinamento

Questa varietà è in grado di mantenere un 55-65 % di alfa-acidi dopo sei mesi di conservazione a 20 °C.

5.4 Mittelfrüh

1. Storia del luppolo

Questa varietà deriva dalla Germania, in particolare della Germania meridionale, nella zona bavarese. Questa varietà, selezionata negli anni 60' del 1900 è stata a lungo utilizzata. Ad oggi però è stata sostituita da altre varietà più produttive e meno sensibili a fattori biotici.



2. Uso tipico

Usato come aroma.

3. Aroma

Ha un aroma lieve, ma piccante, con toni floreali e di agrumi.

4. Acidi

- α -acidi: 3-5.5%
- β -acidi: 3-5%
- Cohumulone: 18-28%

5. Olio (0.7-1.3 mL/100g)

- Mircene: ~15.5%
- Humulene: ~55.1%
- Caryllene: ~14.6%

6. Caratteristiche fisiche del cono

- Colore luppolina: giallo paglierino-giallo
- Dimensioni: piccoli
- Densità: poco compatta

7. Maturità

Precoce e media

8. Crescita vegetativa

Vigore moderato

9. Produzione

800-1100 kg·ha⁻¹

10. Stabilità durante l'immagazzinamento

Questa varietà è in grado di mantenere un 52-58 % di alfa-acidi dopo sei mesi di conservazione a 20 °C

5.5 Perle

1. Storia del luppolo

Perle luppolo è stato allevato dalla “Hull Hop Research Institute” in Germania da un incrocio tra Brewer Nord e il 63/5 / 27M. Questa varietà è stata introdotta nel 1978, è una delle varietà più coltivate in Germania. Perle si è sviluppata grazie alla sua versatilità e la sua resistenza alle malattie.



2. Uso tipico

Usato come aromatizzante ed amaricante.

3. Aroma

Aromi floreali, fruttati, spezie e menta con toni delicati.

4. Acidi

- α -acidi: 6-10%
- β -acidi: 2.5-5%
- Cohumulone: 28-32%

5. Olio (0.8-1.3 mL/100g)

- Mircene: 20-35%
- Humulene: 35-55%
- Caryllene: 10-12%
- Farnesene: inferiore al 1%

6. Caratteristiche fisiche del cono

- Colore luppolina: gialli
- Dimensioni: medi
- Densità: non compatta

7. Maturità

Precoce

8. Crescita vegetativa

Moderata vigoria

9. Produzione

1150-1600 kg·ha⁻¹

10. Stabilità durante l'immagazzinamento.

Questa varietà è in grado di mantenere un 80-85 % di alfa-acidi dopo sei mesi di conservazione a 20 °C.

5.6 Saphir

1. Storia del luppolo

Saphir, che a volte viene chiamato Zaffiro, è stato allevato dall' "Research Institute di Hull" in Germania. Si tratta di un incrocio tra due delle più recenti varietà del programma 83/17/20 e 80/56/6.

2. Uso tipico

Usato come aromatizzante.

3. Aroma

Aroma distintamente piccante con toni di frutta e agrumi (mandarino).

4. Acidi

- A-acidi: 2-4.5%
- B-acidi: 4-7%
- Cohumulone: 12-17%

5. Olio (0.8-1.4 mL/100g)

- Mircene: 24%-40%
- Humulene: 20%-30%
- Caryllene: 9%-14%
- Farnesene: 0%-1%

6. Caratteristiche fisiche del cono

- Colore luppolina: giallo pallido
- Dimensioni: Non noto
- Densità: Non noto

7. Maturità

Medio-precoce

8. Crescita vegetativa

Non conosciuta

9. Produzione

1557 kg·ha⁻¹

10. Stabilità durante l'immagazzinamento.

Questa varietà è in grado di mantenere un 60-70% di alfa-acidi dopo sei mesi di conservazione a 20 °C



5.7 Spalt

1. Storia del luppolo

Spalt, chiamato anche Spalt Spalt, è una varietà di luppolo naturale proveniente da Spalt in Germania. Questa varietà è molto presente in produzione della birra tedesca e ha avuto un impatto in tutto il mondo.



2. Uso tipico

Usato come aromatizzante.

3. Aroma

Aroma utile e alle erbe, con note speziate, floreale e toni di frutta.

4. Acidi

- α -acidi: 2.5-5.5%
- β -acidi: 3-5%
- Cohumulone: 22-29%

5. Olio

- Mircene: 20-35%
- Humulene: 20%-30%
- Caryllene: 8-13%
- Farnesene: 12-18%

6. Caratteristiche fisiche del cono

- Colore luppolina: giallo pallido
- Dimensioni coni: da piccolo a medio
- Densità: compatto

7. Maturità

Medio precoce

8. Crescita vegetativa

Specie vigorosa

9. Produzione

1000-1400 kg·ha⁻¹

10. Stabilità durante l'immagazzinamento.

Questa varietà è in grado di mantenere un 50-60% di alfa-acidi dopo sei mesi di conservazione a 20 °

BIBLIOGRAFIA

- 1) Arnoldi A. (2013). *Applicazioni innovative delle piante officinali in alimentazione umana*. Università studi di Milano: pro-manuscripto: 9 pp
- 2) Bertoli S., Passaghe P., Buiatti S. (2015) Hops “made in Italy”: do Italians do it bitter? *35th European Brewery Convention (EBC) Congress – Porto –*, 24-28 Maggio 2015. Book of Abstract p. 122.
- 3) Buiatti S., Sensidoni A., Fontana M. (2006). Il controllo di qualità dell’orzo e del malto. *Tecnica molitoria*: 749-764.
- 4) Capone F., Valent E., Cattivello C. (2015). *Il progetto Filiera Birra*. CRITA (Centro di Ricerca e Innovazione Tecnologica in Agricoltura). Ersà: documento interno
- 5) Capone F., Valent E., Danielis R., Cattivello C. (2013). *Futurobierbe. Manuale di coltivazione*. Cirmont ed Ersà: 46 pp.
- 6) Commissione delle comunità Europee (2003). *Relazione della commissione al consiglio sull’evoluzione del settore del luppolo*.
- 7) Laguzzi F. (2014) Relazione finale: *Il luppolo: caratteristiche e possibilità di coltivazione in Piemonte*. Università degli studi di Torino.
- 8) Triffiletti F. (2014) *Birrifici artigianali italiani; l’evolversi della comunicazione nel settore brassicolo*. Università degli Studi di Padova: tesi di laurea.
- 9) Garetz M.(1994) *Using hops; the complete guide to hops for the craft brewers*. Hoptech: 235 pp.
- 10) Howard G.A., Slater C.A. (1958) *Effect of ripeness and drying of hops on the essential oil*. Brewing industry research foundation. *Journal Institute Brewing* 64 (3): 234-237
- 11) Howard G.A., Tatchell A.R. (1957). *Evaluation of hops. VI Influence of variety on the composition of the α -acids and β -acids*. *Journal Institute Brewing* 63 (2): 138-142
- 12) Gazzetta ufficiale dell’Unione Europea: REGOLAMENTO (CE) N 1850/2006 DELLA COMMISSIONE del 14 dicembre 2006 relativo alle modalità di certificazione del luppolo e dei prodotti derivati del luppolo.
- 13) Scarso G. (2012) Trattamenti di seme di orzo da birra con acido ferulico e carbonato di sodio per il controllo del fungo *Fusarium Graminearum*. Tesi di laurea in scienze e tecnologie alimentari. Università di Padova.
- 14) Culik J., Julikova M. et al. (2009) *Extraction of bitter acids from hops and hop products using pressurized solvent extraction*. *Journal Institute Brewing* 115(3): 220-225.

- 15) Patzazk J., Krofta K. et al. (2015) *Number and size of lupulin glands, glandular trichomes of hop (Humulus lupulus L.), play a key role in contents of bitter acids and polyphenols in hop cone*. International Journal of Food Science and Technology 50 (8): 1864-1872.
- 16) Kapalova H. (2013) *Il luppolo Humulus Lupulus*. Università degli studi di Praga. Conferenza Aprile 2013
- 17) Bottero L. (2005) *La Birra artigianale*. Guida ai microbirrifici italiani. Gribaudo.
- 18) Pepe C. (2010) *“Caratterizzazione della componente polipeptidica della birra e identificazione di epitopi potenzialmente immunogenici per i pazienti celiaci”*. Dottorato di ricerca in scienze e tecnologie delle produzioni agro-alimentari. Università degli studi di Napoli Federico II.
- 19) Premysl H., Drahomir P. (1966). *The influence of environmental conditions on the proportions of co-humulone, adhumulone and humulone on hop α -acids*. Hops research institute, Zatec, Czechoslovakia.
- 20) Pavlster A., Milan M., Buiatti S. (2005) *Valutazione tecnico-economica per la realizzazione di una micromalteria per la trasformazione di cereali destinati alla produzione di birra artigianale e altri elementi*. Dipartimento di Scienze alimentari. Università di Udine: pro-manuscripto.
- 21) Neve R.N.A. (1991) *Hops*. Springer-science+Business media, B.V.
- 22) Sinisa S., Ivka K et al. (2008). *Influence of Climatic Conditions on accumulation of α -acids in Hop Cones*. Agriculture Conspectus Scientificus.
- 23) Sinisa S., Ivka K et al. (2004). *Dinamics of Hops Growth and Accumulation of α -acids in Normal and extreme Climatic Conditions*. Agriculture Conspectus Scientificus.
- 24) Trifoletti F. (2014). *Birrifici artigianali Italiani, l'evolversi della comunicazione nel settore brassicolo*. Università di Padova.
- 25) Unionbirrai (2011) *Osservazione ALTIS-UNIONBIRRAI sul segmento della birra artigianale in Italia*. Report.
- 26) Unionbirrai (2014) *Annual report*.
- 27) Woodske D. (2013). *Hop variety handbook; learn more about hops.. create beetter beer*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- 28) Gabbai Y. (2013) *Manuale di coltivazione del luppolo (pdf on-line)*.

SITOGRAFIA

- 30) <http://www.istitutofermiverona.it/LEZIONI/birra%20nuova/di%20pi%C3%B9%20sul%20luppolo.htm>
- 31) <http://www.ilovebeer.it/it/2014/06/una-storia-di-6000-anni-la-scoperta-del-luppolo-e-leditto-del-1516>
- 32) <http://www.aitbm.it/rivista.php?cat=12>
- 33) <https://associazioneitalianaluppolo.wordpress.com/tag/rizomi/>
- 34) <https://futurbioerbe.wordpress.com/2012/08/21/luppolo-risposta-alle-vostre-domande/>
- 35) <http://beerlegends.com/hops-varieties>
- 36) <https://www.hopunion.com/>
- 37) http://www.fattoriabini.it/press_2.html
- 38) <http://www.cronachedibirra.it/notizie/6445/la-legge-di-stabilita-mette-a-rischio-la-birra-agricola/>
- 39) <http://www.osmer.fvg.it/clima.php?ln=&m=0>

Fotografie

- 40) <http://tcpermaculture.blogspot.it/2012/01/permaculture-plants-hops.html>
- 41) https://commons.wikimedia.org/wiki/Valued_image_set:_Humulus_lupulus_%28Common_Hop%29
- 42) <http://www.aitbm.it/rivista.php?cat=12>
- 43) <http://www.giornaledellabirra.it/approfondimenti/luppolo-dallimpianto-alla-raccolta/>
- 44) <https://ihops.wordpress.com/2014/05/16/pseudoperonospora-humuli/>
- 45) <http://www.thymegarden.com/Rhizomes>