



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
**SCUOLA DI DOTTORATO IN SCIENZE
DELLA NATURA E TECNOLOGIE INNOVATIVE**



**DOTTORATO IN SCIENZE AGRARIE,
FORESTALI ED AGROALIMENTARI**

CICLO XXX

**Innovazione di prodotto e di processo nel sistema
frutticolo piemontese e creazione di nuove filiere:
il caso studio del *baby kiwi* Nergi®**

Claudio Baudino

Docente guida:

Prof.ssa Cristiana Peano

Coordinatore del Ciclo:

Prof. Alfo Ferrero

ANNI: 2015 - 2017

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE	4
1.1 PERCHÉ UN DOTTORATO IN REGIME DI APPRENDISTATO	4
1.2 SITUAZIONE DEL SISTEMA FRUTTICOLO IN ITALIA E PIEMONTE	6
1.3 L'EVOLUZIONE DEI <i>BERRY FRUITS</i>	9
1.4 ORTOFRUIT ITALIA E I <i>BERRY FRUITS</i>	12
2. SCOPO DEL PERCORSO DI DOTTORATO IN REGIME DI APPRENDISTATO	16
3. LE ATTIVITA'	18
3.1 TEMA 1. RICERCA, VALUTAZIONE E SELEZIONE DI NUOVE VARIETÀ POTENZIALMENTE ADATTE ALL'AREALE FRUTTICOLO PIEMONTESE (<i>VACCINIUM CORYMBOSUM, RUBUS IDEAUS, RUBUS FRUTICOSUS</i>)	18
3.2 TEMA 2. CREAZIONE DELLA NUOVA FILIERA <i>BABY KIWI (ACTINIDIA ARGUTA)</i> E RELATIVA GESTIONE DEL POST- RACCOLTA	25
3.2.1 SVILUPPO DELLA <i>SUPPLY-CHAIN</i> DEL <i>BABY KIWI</i>	27
3.2.2 LA FILIERA DEL <i>BABY KIWI</i> A MARCHIO NERGI® E SUE INTERAZIONI CON LE ATTIVITÀ DEL DOTTORATO IN REGIME DI APPRENDISTATO.....	32
4 MODELLO DI PREDIZIONE PER IL <i>SOFTENING</i> DI UNA NUOVA CULTIVAR COMMERCIALE DI <i>ACTINIDIA</i>	39
4. 1 INTRODUZIONE	39
4.2 MATERIALE E METODI	41
4.3 RISULTATI E DISCUSSIONE	48
4.4 CONCLUSIONI.....	57
5 GESTIONE NEL MAGAZZINO ORTOFRUTTICOLO PER L'<i>ACTINIDIA ARGUTA</i>	59
5.1 INTRODUZIONE.....	59
5.2 MATERIALI E METODI	62
5.3 RISULTATI E DISCUSSIONI.....	68
5.4 CONCLUSIONI.....	79
6 METODOLOGIE INTEGRATE (SWOT, TOWS, LCA) PER IMPLEMENTARE LA CATENA DI PRODUZIONE E LA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DEI KIWI E DEI <i>BABY KIWI</i> IN ITALIA.	81
6.1 INTRODUZIONE.....	82
6.2 MATERIALI E METODI	87
6.3 RISULTATI E DISCUSSIONI	96
6.4 CONCLUSIONI.....	108

7. CONCLUSIONI.....	110
8. BIBLIOGRAFIA.....	118
9. SITOGRAFIA	132
10. ALLEGATI	133
10.1 ALLEGATO 1.....	133
10.2 ALLEGATO 2.....	153
10.3 ALLEGATO 3.....	161
10.4 ALLEGATO 4.....	181

1. INTRODUZIONE

1.1 Perché un Dottorato in Regime di Apprendistato

Oggi il consumatore si trova al centro della filiera dei prodotti frutticoli e i suoi desideri influenzano fortemente i programmi commerciali della distribuzione e di conseguenza quelli dei produttori. In particolare, sempre di più si afferma la ricerca di prodotti che rispondano a requisiti quali caratteristiche nutrizionali, organolettiche, diversificazione e provenienza certa.

Il Piemonte rappresenta un areale importante per quello che riguarda la frutticoltura italiana e se fino ai giorni nostri actinidia, melo e pesco sono state le specie più coltivate, oggi vi è un importante interesse per la diversificazione delle produzioni verso specie definite *specialties*¹ come ad esempio i *berry fruits* (lampone, fragola, mirtillo gigante americano e *baby kiwi*) particolarmente in linea con la domanda di prodotti con elevati *standard* nutrizionali oltre che rispondenti a stili di vita in forte evoluzione. Il sistema produttivo piemontese, quindi, in considerazione delle caratteristiche pedoclimatiche, delle capacità tecniche, dello spessore culturale e della posizione geografica delle aree produttive, consente di esprimere, con la realizzazione di filiere innovative, una grande

¹ Murphy *et al.* (2002) propongono questa definizione di *specialty foods*:
"Specialty foods are considered as products outside the mainstream possessing specific qualities, which differentiate them from standard foods. These qualities are derived from a combination of at least two of the following features: (1) Exclusiveness: the product is produced on a small scale and is therefore only available in limited quantities; (2) Processing: the product has at least undergone primary processing using non- industrial artisan techniques; (3) Distinctiveness: the distinctiveness of the product arises from a combination of all or some of the following attributes: extraordinary packaging, premium price, renowned origin, and/or its unique design."

potenzialità di mercato. Inoltre la crisi degli ultimi anni della frutticoltura italiana ha spinto molte realtà produttive e commerciali ad investire per guidare il processo produttivo verso innovazioni di prodotto e di processo che permettessero il posizionamento dell'offerta delle produzioni frutticole nazionali verso segmenti di prodotto e mercato a maggiore valore aggiunto.

Partendo da tali presupposti Ortofruit Italia Soc. Coop , Associazione Produttori Piemontesi con sede a Saluzzo (CN), ha inteso investire in un Dottorato di Ricerca in Regime di Apprendistato (Legge regionale Alta Formazione In Apprendistato Art. 50 - D. Lgs. n. 276/2003 s.m.i.) per esplorare le potenzialità di sviluppo di nuovi sistemi di produzione e distribuzione di *berry fruits* nell'areale frutticolo saluzzese.

In particolare il progetto di ricerca si è sviluppato in due direzioni:

- ricerca e valutazione di nuove specie e varietà potenzialmente adatte all'areale frutticolo piemontese e di tecniche agronomiche (fertilizzazione, irrigazione, potatura) innovative;
- monitoraggio e gestione della fase post-raccolta (*modified atmosphere packaging-MAP*)

Un elemento di rilevanza della ricerca sviluppata è stata l'integrazione di conoscenze, cruciali, appropriate e condivise tra Università e Impresa in un sistema unico e sinergico a grande valenza industriale. Infatti, si è inteso integrare le conoscenze dei creatori di soluzioni (competenze tecnico-scientifiche) con le azioni degli utilizzatori di soluzioni (impresa), che rappresenta l'*end user*

delle soluzioni tecnologiche oggetto di realizzazione.

La tesi di Dottorato si concentra sulla realizzazione della filiera dell'*Actinidia arguta* (Siebold & Zucc.) Planch ex Miq in Piemonte ed in particolare sul lavoro svolto per l'inserimento di Ortofruit Italia nel circuito commerciale NERGI® (www.nergi.info). La ricerca intrapresa nei tre anni di Dottorato in regime di apprendistato ha rappresentato un tassello importante a dimostrazione di come la concezione di questa architettura di ricerca abbia permesso una modalità di ancoraggio della ricerca stessa all'industrializzazione.

1.2 Situazione del sistema frutticolo in Italia e Piemonte

Il sistema frutticolo piemontese pur essendo nelle condizioni di esprimere una grande potenzialità di mercato, negli ultimi 10 anni ha vissuto un momento di forte difficoltà dovuto essenzialmente alla stagnazione dei consumi della frutta tradizionalmente coltivata nell' area (melo, pesco e actinidia) e alla forte concorrenza di altri areali produttivi nazionali (regioni meridionali) e internazionali (Spagna e Paesi dell' Est Europeo).

Questo andamento, può essere constatato analizzando la situazione più nel dettaglio per le distinte colture.

Per il pesco è stata registrata dal 2000 al 2016 in Piemonte (3^a regione italiana per produzione di pesche e di nettarine dopo Campania ed Emilia Romagna) una diminuzione della superficie coltivata del -29.2 % (CSO, 2016a). La crisi del settore è imputabile sicuramente a più fattori, per primo va indicato la mancata innovazione del prodotto poiché

non vi è stato un ricambio varietale adeguato, il mancato sviluppo di nuove strategie commerciali che continuano a basarsi sulla quantità anziché focalizzarsi sulla qualità, ed infine, alcuni fattori socio-politici come l'embargo russo che al momento blocca in parte anche l'*export* italiano di prodotti ortofrutticoli.

Per quanto riguarda l'actinidia, questa è una coltura molto importante poiché, escludendo la Cina, l'Italia, la Nuova Zelanda, il Cile e la Grecia sono i principali produttori a livello mondiali con circa l'80% della produzione. Da alcuni anni la coltivazione dell'actinidia ha riscontrato delle problematiche di tipo patologico, legate alla diffusione della batteriosi del kiwi la PSA - *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Takikawa *et al.*, 1989). Le prime informazioni su questo microrganismo sono arrivate dal Giappone e dalla Corea negli anni Ottanta e, dieci anni dopo, se ne è segnalata la presenza nel Lazio, senza però mostrare danni ingenti. Nel 2002, con l'introduzione in questo territorio della varietà di kiwi a polpa gialla (*A. chinensis*) Planch, il batterio ha trovato le condizioni ideali per diffondersi rapidamente, culminando nel triennio 2008-2010 con una grave epidemia, attualmente diffusa anche sul kiwi a polpa verde (Balestra *et al.*, 2009). Nel maggio 2010, in Piemonte si assiste alla prima manifestazione della malattia su impianti geograficamente distanti tra loro ma di recente messa a dimora ed è stato ipotizzato che la diffusione sia stata provocata dall'introduzione di materiale vivaistico infetto (Regione Piemonte, 2011). La superficie totale estirpata in Piemonte, nel 2012, si è attestata a 411 ha. I sintomi, in particolare alla ripresa vegetativa, riguardano necrosi sul tronco e sui tralci con emissione di essudato color ossido di ferro, necrosi dei bottoni fiorali e maculature fogliari, con conseguente avvizzimento e disseccamento dei tralci o dei fiori (Cotrut *et al.*, 2013).

A causa di questa patologia, come si evidenzia nella tabella 1, si è riscontrata una produzione altalenante dal 2009 al 2017. Questo ha messo in difficoltà molte aziende produttrici e di conseguenza anche i magazzini ortofrutticoli di lavorazione.

Tabella 1. Andamento della produzione di kiwi in Piemonte dal 2009 al 2017 (Fonte: www.cso.it)

Anno	2009	2012	2016	2017
Produzione (t)	140.000	32.973	102.931	76.550

Per il comparto frutticolo piemontese, l'unica coltura che mantiene un *trend* costante e positivo è il comparto melicolo, per il quale dal 2014 al 2016 si è registrato un aumento della superficie coltivata di circa 199 ha tra le province di Cuneo e Torino (CSO, 2016b).

Da questa breve disanima sull'evoluzione dei dati produttivi in Italia e in Piemonte, è evidente che diventa prioritario intervenire efficacemente per guidare il processo produttivo verso l'innovazione varietale, delle tecniche agronomiche e sulla gestione post-raccolta in modo da riposizionare l'offerta delle produzioni frutticole piemontesi verso segmenti di mercato a maggiore valore aggiunto.

1.3 L'evoluzione dei *berry fruits*

Con il 27% del totale della superficie dedicate alla frutticoltura dell'Unione Europea (UE) (636 000 ha), la Spagna era lo Stato membro dell'UE *leader* in termini di area di produzione di frutta e di commercializzazione nel 2015. L'Italia, dopo Olanda e Belgio, è la quarta in termini di volume di prodotto commercializzato (www.eurostat.com).

Per quello che riguarda il mercato all'interno dell'UE (UE-28 Paesi) la Spagna è il paese fornitore principale in termini di volume con quasi 11 milioni di tonnellate spedite, mentre l'Olanda, si colloca al secondo posto, con 5.4 milioni di tonnellate (che comprende sia prodotti nazionali che importati). Italia e Belgio invece sono vicini ai 3 milioni di tonnellate esportate verso altri paesi dell'UE. Germania, Francia e Regno Unito rappresentano i principali mercati destinatari (12 milioni di tonnellate) (Peano *et al.*, 2017).

Per quello che riguarda i *berry fruits* nell'Unione Europea nel 2015 (UE), poco più di 2.3 milioni di ha sono stati dedicati alla loro produzione principalmente per il mercato del fresco in paesi come Spagna, Portogallo, Italia, UK e Germania e per l'industria di trasformazione nei paesi dell'est. (www.cbi.eu)

In Italia, la superficie coltivata è di circa 1250 ha (CSO, 2016c) suddivisa in 2 aree di produzioni, ovvero le produzioni del sud per il periodo invernale e primaverile ed il nord Italia per le produzioni del periodo primaverile ed estivo. Il Piemonte, dove si colloca la produzione dei *berry fruits* di Ortofruit Italia, è la terza regione produttrice dopo Lombardia e Trentino -Alto Adige (tabella 2) (CSO, 2016c).

Tabella 2. Prime 5 regioni italiane produttrici di *berry fruits* (fonte www.cso.it)

Regione	ha
Lombardia	349
Trentino-Alto Adige	267
Piemonte	256
Veneto	161
Toscana	59

Per quello che riguarda i consumi dati Ismea, evidenziano come, nel 2015, i consumi domestici di *berry fruits* si sono complessivamente attestati in Italia a 8981 tonnellate con un aumento del +22.7% rispetto al 2014. In termini di valore, ciò corrisponde ad un consumo domestico di *berry fruits* pari a 80 milioni di Euro nel 2015 e cioè un +13.8% vs 2014. (www.ismea.it).

Lo sviluppo del consumo è anche confermato dalla spesa media per famiglia che è passata da 11.8 € nel 2015 a 12.4 € nel 2016. (CSO, 2016c). Sicuramente, una motivazione di questa crescita sono state la convinzione da parte del consumatore sui benefici effetti di questa tipologia di prodotto sulla salute (Bull *et al.*, 2018; Sinelli *et al.*, 2008; Silvestri *et al.*, 2018; Spinardi *et al.*, 2008; Szajdek e Borowska, 2008). L'acquisto dei *berry fruits* avviene per il 65% presso la grande distribuzione organizzata (GDO) (CSO, 2016c). La restante parte avviene con una vendita al dettaglio e diretta in prossimità delle zone di produzione.

Tale cambiamento di canale distributivo negli ultimi 5 anni ha fatto sì che la logistica, la gestione post-raccolta e il *packaging* siano diventati aspetti prioritari per lo sviluppo di questo segmento di mercato. Inoltre si sta assistendo anche ad un cambiamento nello stile di consumo

di questi prodotti, non solo più consumati a livello domestico o in pasticceria ma anche fuori casa (LargoConsumo, 2016).

Questi nuovi *trend* hanno destato particolare interesse da parte dei frutticoltori piemontesi, che hanno iniziato a pensare ai *berry fruits* non solo più come un'integrazione di reddito per le aziende di aree montane (Bounous, 2009) ma anche come nuova opportunità per le aree di collina e pianura colpite dalla crisi di mercato della frutta maggiore (Peano *et al.*, 2017).

Ciò determina la necessità di organizzare nuove filiere dove la pianificazione dei nuovi impianti e la gestione del magazzino e della distribuzione, prendendo spunto da ciò che si fa nella frutta maggiore (melo, pesco, actinidia), possa portare alla possibilità di vendere alla GDO italiana e straniera. In particolare, analizzando i modelli proposti nella ricerca di Verdouw *et al.*, nel 2010 è possibile affermare che l'organizzazione della *supply-chain* dei *berry fruits* deve evolversi dalla tipologia in cui i frutti erano confezionati durante la raccolta direttamente dai produttori ed il prodotto è immesso subito sul mercato con periodi di stoccaggio e conservazione molto ridotti (tipica della vendita diretta) ad una *supply-chain* di tipo II. Quest'ultima *orden/consumer-driven* si avvale dell'utilizzo del freddo e delle atmosfere modificate per avere la presenza del prodotto sul mercato per alcuni mesi all'anno. In questo secondo caso la necessità di accordi a lungo termine con la GDO implica che le specifiche esigenze del consumatore consentano di adattare anche la produzione a specifici ordini dei clienti oltre che un intenso scambio d'informazioni.

1.4 Ortofruit Italia e i *berry fruits*

Ortofruit Italia Soc. Coop. è un'organizzazione di produttori con sede a Saluzzo, nata nel 2003 dalla volontà di un gruppo di produttori che fin da subito si è posto l'obiettivo di ampliare la gamma di prodotti commercializzati, al di là di ciò che tradizionalmente era realizzato nell'areale piemontese. Con la nascita di questa nuova impresa si è costituito un paniere di prodotti molto ampio con più di 50 referenze tra frutta, ortaggi e *berry fruits* (www.ortofruititalia.it). L'azienda, in particolare a partire dal 2007, ha puntato l'attenzione sui *berry fruits* concentrando molte risorse finanziarie, derivate dai Piani Operativi delle OP (EU Regulation No. 1308/2013) in infrastrutture, agricoltura di precisione, innovazione tecnologica all'interno del magazzino e varietale in campo. Nei primi anni la produzione si è concentrata nelle zone pedemontane dell'areale di riferimento di Ortofruit Italia ma, con il passare del tempo, una parte della produzione si è spostata nelle aziende agricole situate nel saluzzese, zona tipicamente vocata alla frutticoltura maggiore.

Questa trasformazione ha fatto sì che le aziende frutticole aderenti all'OP abbiano puntato al rinnovo, anche solo in parte, della loro ripartizione colturale contribuendo alla sostenibilità socio-economica del settore.

Analizzando la produzione e la relativa commercializzazione di Ortofruit Italia è possibile evidenziare, per la frutta maggiore, valori costanti dal 2003 ad oggi che si attestano su circa 400 t di pesche e nettarine, 300 t di mele e 200 t di kiwi.

Per i *berry fruit* (fragole, mirtilli, lampone, more e *baby kiwi*) l'evoluzione delle quantità commercializzate negli ultimi 4 anni è stata decisamente importante passando da circa 500 t nel 2014 alle 980 t nel

2017 e le proiezioni previste nel breve periodo (2020) riguardano un incremento del 200 % principalmente per mirtillo gigante americano e per il *baby kiwi* (figura. 1).

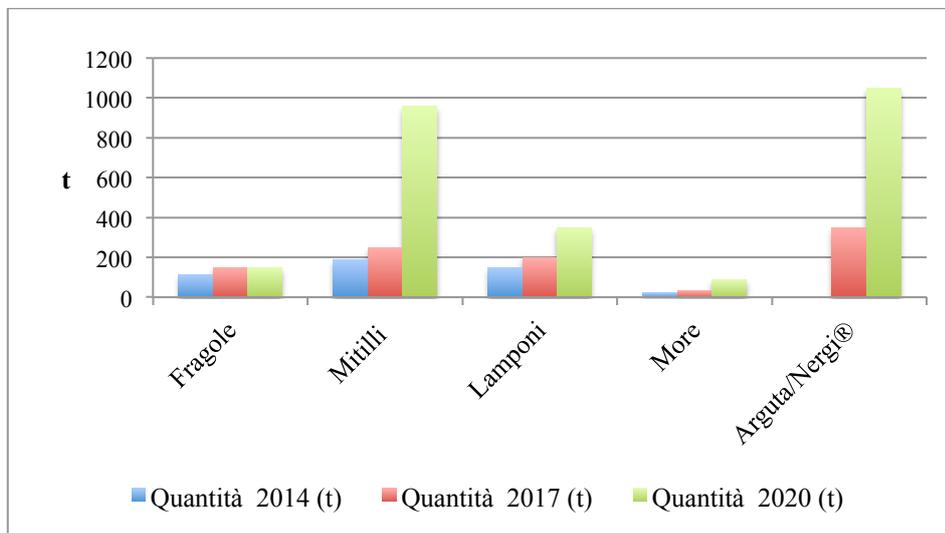


Figura 1. Evoluzione della quantità commercializzate da Ortofruit Italia nel periodo temporale dal 2004 al 2020 (Fonte: Ortofruit Italia, 2017).

Lo sviluppo in atto, è il frutto di un lavoro mirato sviluppato negli ultimi 10 anni che ha avuto origine dall'introduzione di nuove specie (*A. arguta*) e nuove varietà (A1371[®] di EMCO cal. per fragola, Grandeur[®] per il lampone , Blue Ribbon[®], Top Shelf[®], Cargo[®], Last Call[®] per il mirtillo gigante americano, 190-T[®] e OSAGE[®] di EMCO cal. Per la mora), è proseguito con il miglioramento della gestione in campo (coperture anti pioggia e antigrandine, fertirrigazione, pacciamatura e potatura) ed è 'approdato' ad una migliore gestione del prodotto conferito al magazzino attraverso il miglioramento della catena del freddo e l'utilizzazione di atmosfere modificate (MAP) (Bertorello, 2017; Follis, 2013; Girgenti *et al.*, 2010).

Questo impegno lungo la filiera oltre a migliorare le *performances* quali-quantitative ha permesso un netto miglioramento della *shelf-life* in linea con gli obiettivi dell'ufficio commerciale di poter raggiungere nuovi mercati e nuovi consumatori. I canali di vendita prioritari sono, oggi, la GDO sia italiana sia straniera. In entrambi i casi, la ricerca volta allo sviluppo di un *packaging* adeguato ad un trasporto di lunga distanza e che mantenga inalterate le caratteristiche qualitative dei prodotti, si è rivelato come un tassello fondamentale nella realizzazione della nuova filiera dei *berry fruits* così come il prendere in considerazione le nuove necessità dei consumatori. Un esempio è il formato bicchiere (figura 2) inserito sul mercato ormai da 4 anni per rispondere all'incremento dei consumi extradomestici di tali prodotti.



Figura 2. Formato bicchierino per il mirtillo (figura a sinistra) e per il *baby kiwi* (figura a destra) (Fonte: Baudino, 2017).

A livello commerciale la strategia di Ortofruit Italia segue due vie differenti, la prima con il *brand* generico di Ortofruit Italia, la seconda con un marchio registrato a nome “Delizie di Bosco del Piemonte” (figura 3). Questo marchio è stato realizzato con lo scopo di valorizzare i *berry fruits* prodotti in Piemonte facendo emergere non solo la tipicità della zona di produzione ma anche la sostenibilità da un punto di vista ambientale delle tecniche di coltivazione adottate oltre che la

sostenibilità ambientale e sociale dell'introduzione dell'innovazione nel ciclo produttivo.



Figura 3. Marchio "Delizie di Bosco del Piemonte (Fonte: Ortofruit Italia, 2017).

Questo è il risultato dello studio della *fresh fruit supply-chain* (FFSC) dei *berry fruits* dell'azienda Ortofruit Italia, il quale dimostra che per la filiera le immissioni totali dei prodotti marchiati a nome "Delizie di Bosco del Piemonte", sono state pienamente compensate all'interno della stessa azienda attraverso il sequestro di CO₂ a carico dei castagneti di proprietà dei soci (Peano *et al.*, 2015).

Il risultato della sinergia con il mondo scientifico ha permesso di sviluppare una linea di *green marketing* e di comunicare al consumatore finale l'attenzione alla sostenibilità ambientale dell'azienda, così come all'integrazione di quest'ultima con la sostenibilità sociale (Tecco *et al.*, 2016).

2. SCOPO DEL PERCORSO DI DOTTORATO IN REGIME DI APPRENDISTATO

I consumi crescenti di *berry fruits* a livello italiano ed europeo, l'interesse da parte della GDO per questi frutti, la crisi del settore frutticolo che ha coinvolto in particolare il pesco e le problematiche legate alla diffusione della PSA che ha profondamente modificato il settore kiwi a livello mondiale sono alcune tra le ragioni che hanno spinto il settore frutticolo piemontese a cercare nuove proposte per poter mantenere vivo un comparto interessante non solo per i risultati economici ma anche di gestione del territorio.

L'OP Ortofruit Italia, negli ultimi 5 anni, ha investito le risorse disponibili in termini finanziari ma anche di idee nello sviluppo di un sistema che si basa su un numero elevato di referenze proposte al mercato (differenziazione all'interno delle aziende agricole), a un rapporto di fidelizzazione con le principali catene distributive italiane ed europee e soprattutto ad un'azione di innovazione continua a livello di tutta la filiera, dal campo alla proposta ai consumatori. Tale percorso è iniziato con la partecipazione a numerosi progetti di ricerca a livello regionale e nazionale (Polo agroalimentare 2010/2013 progetti FRUITGEST e ECOAGRO- Piattaforma Regione Piemonte 2010 progetto F&F BIOPACK - MISE 2009 progetti VIVOPACK) ed è culminata con la consapevolezza dell'azienda di voler introdurre una risorsa umana che avesse le caratteristiche non solo del tecnico di campo ma che potesse occuparsi del segmento della ricerca e sperimentazione con lo scopo di coniugare la realtà aziendale con la necessità di innovazione e programmazione.

Con tali presupposti l'attività sviluppata nei 3 anni del Dottorato in regime di apprendistato ha avuto come obiettivo l'innovazione di

prodotto e di processo e si è soffermata in particolare su due temi ritenuti strategici per Ortofruit Italia:

- TEMA 1. Ricerca, valutazione e selezione di nuove varietà potenzialmente adatte all'areale frutticolo piemontese.

- TEMA 2. Creazione della nuova filiera '*baby kiwi*' e relativa gestione del post- raccolta.

3. LE ATTIVITA'

3.1 TEMA 1. Ricerca, valutazione e selezione di nuove varietà potenzialmente adatte all'areale frutticolo piemontese (*Vaccinium corymbosum*, *Rubus ideaus*, *Rubus fruticosus*)

Sulla ricerca e valutazione di nuove varietà il lavoro è stato svolto istituendo nel periodo 2013-2017 alcune collaborazioni con aziende private ed enti pubblici costitutori di nuove varietà.

Per il mirtillo gigante americano (*V. corymbosum*), lo scopo è stato quello di valutare varietà e selezioni che permettessero di ampliare il calendario di maturazione al di là dei mesi di giugno-luglio, epoca di massima produzione delle varietà tradizionali (Duke, Aurora e Draiper) oggi presenti sul territorio.

Il *partner* di questo lavoro è stata l'azienda Fall Creek, (figura 4) situata in Oregon USA, *leader* del settore (www.fallcreeknursery.com).



Figura 4. Vivaio dell'azienda Fall Creek (Oregon) (Fonte: Baudino, 2015).

A seguito di visite a vivai e campi sperimentali, valutazione dei dati forniti dal costitutore stesso a fine 2014 sono state introdotte nell'areale piemontese 4 varietà, Top Shelf[®], Blue Ribbon[®], Cargo[®] e Last call[®] (tabella 3 e figura 5). Le nuove varietà sono state messe a dimora (piante di 2 anni di età) in campi di confronto varietale insieme ad alcune piante di Duke e Aurora, cultivar di riferimento per l'areale.



Figura 5. Nuove varietà innovative coltivate da Ortofruit Italia (Fonte: www.fallcreek.com).

Tabella 3. Descrizione delle cultivar di mirtillo (fonte: www.fallcreek.com)

Varietà	Descrizione
BLUE RIBBON®	Questa varietà ha un portamento cespuglioso-prostrato. La raccolta meccanizzata per questa cultivar risulta una sfida in quanto la maturazione è molto scalare. Le bacche sono rotondeggianti, di forma uniforme e mantengono la loro consistenza e il sapore durante tutta la conservazione. È idonea per la vendita diretta come prodotto fresco ma anche trasformato.
TOP SHELF®	Questa varietà con un buon vigore, le bacche hanno una grande dimensione e un buon sapore. È adatta al consumo fresco
CARGO®	Questa varietà è altamente produttiva, ha una buona vigoria ed è destinata sia al mercato fresco e alla raccolta meccanizzata. Le bacche sono rotondeggianti, di forma uniforme e mantengono la loro consistenza e il sapore durante tutta la conservazione.
LAST CALL®	Il portamento di questa pianta è cespuglioso con un portamento verticale e una buona produzione. La destinazione del prodotto è destinato al consumo fresco.

I rilievi effettuati nelle parcelle sperimentali hanno riguardato sia gli aspetti fenologici e fisiologici delle piante sia le caratteristiche quantitativo-qualitative dei frutti. Ad oggi, le 4 varietà sono state inserite in 15 aziende afferenti a Ortofruit Italia, su una superficie di circa 25 ha in produzione nel periodo giugno-agosto. Rispetto agli impianti tradizionali, i nuovi impianti sono gestiti con baulatura del terreno a 60 cm, coperture antigrandine, fertirrigazione, sesto di impianto ridotto a 0.80m x 3m e difesa che adotta sistemi di lotta biologica.

Oltre agli aspetti relativi alla gestione in campo sono stati anche prese in considerazione le potenzialità di conservazione di medio e lungo periodo delle varietà selezionate. A seguito di 2 anni di sperimentazione (Vezzetti 2017; Villanti, 2016) le varietà Blue Ribbon[®], Cargo[®] e Last Call[®] hanno permesso una conservazione di lungo periodo con l'uso della MAP (*modified atmosphere packaging*), mentre la varietà Top Shelf[®] è risultata idonea alla commercializzazione nel breve periodo e più precisamente entro 15 giorni dalla raccolta mediante la conservazione in atmosfera normale (tabella 4) .

Le prove sperimentali sulle nuove varietà si sono inoltre concentrate anche sulle potenzialità di utilizzo di sistemi di calibrazione meccanica (Ser.mac Srl, Cesena, Italia). La calibrazione ha in generale inciso negativamente sulla vita post-raccolta del mirtillo (tabella 4), ma andando ad ottimizzare il settaggio dei parametri di lavorazione della macchina (velocità, percorso, rivestimenti in gomma etc.) non si esclude un danneggiamento minore dei frutti. Una possibile strategia potrebbe essere quella di conservare i frutti non calibrati e sottoporli a tale operazione solo al momento dell'uscita dal magazzino verso i centri di distribuzione e commercializzazione.

Tabella 4. Evoluzione della percentuale dei frutti raggrinziti* e la percentuale del *fruit decay*** per le varietà di mirtillo: Blue Ribbon®, Top Shelf®, Cargo® e Last Call® calibrati meccanicamente (Calibrato) e non calibrati (non calibrato) conservati in atmosfera normale a 1°C/98% di U.R. (AN) e in atmosfera modificata (MAP) (Vezzetti, 2017).

Varietà	Parametro	Giorni	Non calibrato+ AN	Non calibrato+MAP	Calibrato+AN	Calibrato+MAP
Blue Ribbon®	FRUTTI RAGGRINZITI (%)	Start	0%	0%	0%	0%
		15	2%	2%	10%	8%
		30	36%	2%	38%	10%
		45	0.4	0.0	0.6	-
		60	0.6	0.1	-	-
	FRUIT DECAY (%)	Start	0%	0%	0%	0%
		15	0%	0%	2%	0%
		30	0%	6%	0%	6%
		45	0.1	0.0	0.1	-
		60	0.0	0.1	-	-
Top Shelf®	FRUTTI RAGGRINZITI (%)	Start	0%	0%	0%	0%
		15	4%	70%	42%	42%
		30	66%	86%	68%	60%
		45	0.8	-	0.9	-
		60	-	-	-	-
	FRUIT DECAY (%)	Start	0%	0%	0%	0%
		15	0%	4%	4%	6%
		30	2%	8%	4%	10%
		45	0.0	-	0.1	-
		60	-	-	-	-
Cargo®	FRUTTI RAGGRINZITI (%)	Start	0%	0%	0%	0%
		15	22%	14%	20%	18%
		30	44%	4%	54%	14%
		45	0.5	0.1	0.5	0.2
		60	0.6	0.0	0.5	0.1
	FRUIT DECAY (%)	Start	0%	0%	0%	0%
		15	0%	0%	0%	0%
		30	0%	0%	4%	2%
		45	0.1	0.0	0.0	0.2
		60	0.1	0.0	0.0	0.2
Last Call®	FRUTTI RAGGRINZITI (%)	Start	0%	0%	0%	0%
		15	26%	6%	20%	10%
		30	44%	6%	46%	10%
		45	0.7	0.1	0.6	0.1
		60	0.3	0.0	0.4	0.1
	FRUIT DECAY (%)	Start	0%	0%	0%	0%
		15	0%	0%	0%	0%
		30	0%	2%	8%	6%
		45	0.0	0.0	0.0	0.0
		60	0.0	0.0	0.0	0.1

* L'analisi della percentuale dei frutti raggrinziti di mirtillo, è stata valutata su un totale di 50 frutti selezionati in modo casuale ad ogni controllo qualità (Casamali et al., 2016).

** L'analisi del *fruit decay*, indicata la presenza di frutti marci e/o ammuffiti ed è stata valutata su un totale di 50 frutti selezionati in modo casuale ad ogni controllo qualità (Mehra et al., 2013).

Passando invece alla coltura del lampone (*Rubus idaeus* L.) il *partner* con cui si è lavorato è Surexport, azienda spagnola con sede a Huelva che oltre al sito di produzione onubense (Huelva, Spagna) conta altri 3 siti di produzione (Galizia, Marocco e Portogallo). Con Surexport, la collaborazione ha permesso l'introduzione del lampone Grandeur[®] (tabella 5 - figura 6) originata da un programma di *breeding* di Plantsciences Inc. di cui Surexport è licenziatario per il sud-europa. Questo lampone, si contraddistingue per l'elevata qualità dei frutti durante lo *shelf-life* (Briano *et al.*, 2015; Giuggioli *et al.*, 2015a, Giuggioli *et al.*, 2015b) e per la caratteristica di garantire al produttore un doppio ciclo di produzione durante l'anno (Follis, 2013). Un primo ciclo produttivo a maggio-giugno ed un secondo durante il periodo estivo-autunnale (agosto-novembre). Da questo particolare ciclo di produzione è prevista un'elevata produttività, che si attesta mediamente a 1.5 kg a pianta (tralcio produttivo).



Figura 6. Frutti di lampone Grandeur[®] (Fonte: Baudino, 2016)

Tabella 5. Descrizione della cultivar Grandeur® (fonte: www.plantscience.com)

Varietà	Descrizione
GRANDEUR®	Grandeur® è una cultivar con frutti di media grandezza, di colore rosso chiaro con un'eccellente <i>firmness</i> e <i>shelf-life</i> . La lunghezza della cavità è buona e le drupeole sono uniformi, fornendo una ottima presentazione nella confezione. Il sapore è accettabile, la vigoria delle piante è moderata. È nota per la sua adattabilità ai diversi climi e sistemi di coltivazione

Per quanto riguarda la mora (*Rubus fruticosus* L.), dopo ricerche bibliografiche, nel 2014 è stato contattato il Professor John R. Clark dell'Università dell'Arkansas che da anni sta lavorando su nuove varietà di more ad alta produttività e senza spine (Clark, 2014; Clark, 2017). Da quel momento è stato possibile collaborare con EMCO CAL società Californiana che detiene la licenza a livello mondiale delle varietà sviluppate dal Professor Clark. Ad oggi, sono in sperimentazione 2 cultivar di more (tabella 6), nel 2017 è stato possibile vedere i primi frutti e il giudizio è stato positivo. Nel 2018 si passerà ad una fase di sperimentazione estesa che prevede l'introduzione di queste varietà nelle aziende produttive.

Tabella 6. Descrizione delle cultivar di more (fonte: www.emcocal.com)

Varietà	Descrizione
OSAGE®	La cultivar Osage è di recente introduzione sul mercato. È una varietà unifera con maturazione tra Natchez e Ouachita. I frutti sono di media grandezza, con un peso medio di 5-6 gr. La produzione è buona, comparabile o maggiore a Ouachita. Ha una buona manipolazione nel post-raccolta. Ha un'eccellente sapore e ottima consistenza dei frutti.
190-T®	Questa cultivar è una delle prime varietà rifioranti senza spine e produce già a partire dal primo anno e con un'elevata produttività. La maturazione avviene verso fine estate inizio autunno. I frutti sono di ottima qualità, buona <i>shelf-life</i> e si prestano a una commercializzazione e gestione nel lungo periodo.

3.2 TEMA 2. Creazione della nuova filiera *baby kiwi* (*A. arguta*) e relativa gestione del post- raccolta

Le attività sviluppate nei 3 anni di Dottorato relativi al *baby kiwi* hanno riguardato l'introduzione di una nuova specie (*A. arguta*) all'interno del territorio di riferimento di Ortofruit Italia e la creazione di una filiera per sua la commercializzazione.

Nell'agosto 2014 è stato siglato un accordo tra Ortofruit Italia e Sofruileg-France, per lo sviluppo nel territorio italiano e la commercializzazione sul territorio europeo del *baby kiwi* con il *brand* commerciale Nergi[®]. Con questo *brand* sono commercializzati i frutti di due cultivar di *A. arguta* Hortegem Rua[®] e Hortegem Tahī[®] (tabella 7) (McNeilage *et al.*, 2003; McNeilage *et al.*, 2004) selezionate da un gruppo di ricercatori neozelandesi ed acquistate in esclusiva da Sofruileg-France. La *partnership* ha avuto lo scopo di sviluppare questa coltura da parte di Sofruileg-France nell'area francese, spagnola e portoghese e Ortofruit Italia sul territorio Italiano.

Tabella 7. Descrizione delle cultivar di *Actinidia arguta* (Fonte: McNeilage *et al.*, 2003; McNeilage *et al.*, 2004)

Varietà	Descrizione
Hortgem Tahi [®]	<p>La varietà Tahi[®] è pistallata, con fiori morfologicamente perfetti ma funzionalmente imperfetti, in quanto in grado di produrre polline solo sterile e quindi richiedono un impollinatore per la produzione di frutti. Le principali caratteristiche della cultivar sono un breve periodo (circa 3 mesi) tra la fioritura e la raccolta, una raccolta anticipata, piccoli frutti di forma sferica con buccia edibile, polpa verde e un sapore dolce e aromatico. Le piante giovani sono precoci, cominciando a produrre già al secondo anno e raggiungendo la piena produzione intorno al 7° anno. Il peso del frutto, se la pianta è adulta e ben gestita, è di circa 10 g, con un numero di frutti per pianta intorno ai 5000, quindi una resa di 50 kg.</p>
Hortgem Rua [®]	<p>La varietà Rua[®] è mediamente vigorosa, con fusto sottile e corteccia moderatamente ruvida. La foglia matura è ampia, di forma ovale, in posa verso l'alto, con rientranze seghettate nel margine e di media brillantezza. Il numero predominante di fiori nell'infiorescenza è tre. La lunghezza del peduncolo è mediamente intorno a 27.6 mm. Il diametro del fiore terminale, definito anche "<i>king flower</i>", quando completamente aperto è ridotto, circa 27.6 mm. Il numero medio di petali per fiore è approssimativamente 5, e sono parzialmente sovrapposti e di colore vicino al verde-bianco. I frutti sono oblungi, di piccole-medie dimensioni, con un peso nel range di 14-18 g e circa 37.4 mm di lunghezza e 22.4 mm di larghezza massima. La buccia è sottile, liscia e assente di peli. Il frutto espone buccia e polpa di colore verde per l'intero periodo di crescita ma i cambiamenti di colore più evidenti si osservano durante la fase di maturazione, circa dopo 109 giorni dall'antesi: si assiste a comparsa di sfumature rossicce dallo stelo verso il basso, e colore della buccia è influenzato da questo cambiamento. A maturazione di consumo, il contenuto in solidi solubili è di circa 12.4 °Brix, mentre la sostanza secca intorno al 18,6%. Piante ben gestite producono circa 3000 frutti, con una resa di 42 kg.</p>

3.2.1 Sviluppo della *supply-chain* del *baby kiwi*

L'*A. arguta* appartiene alla famiglia delle *Actinidiaceae*, come *A. deliciosa* ed *A. chinensis* già ampiamente sviluppate sul territorio italiano e piemontese. E' originaria dell'Asia orientale (Ferguson e Huang, 2007) con crescente produzione commerciale in tutto il mondo.

A. arguta, è una specie tetraploide con un numero di cromosomi pari a $2n = 4n = 116$, è adatta a climi temperati, la più tollerante al freddo delle specie commerciali di *Actinidia* (Lim *et al.*, 2016). Quando la pianta è a riposo vegetativo, totalmente dormiente, può resistere a temperature al di sotto dei -32°C , tuttavia, necessita di acclimatarsi al freddo lentamente ed ogni calo improvviso di temperatura può causare spaccatura del tronco (cretti da gelo) e conseguente danno alla pianta. Il rigido freddo invernale tardivo, inoltre, necrotizza gli eventuali germogli già esposti. Nel suo *habitat* naturale, il *baby kiwi* s'incontra nelle zone umide di foresta, in aree montuose come una vite arrampicante (liana), in boschi e rive di corsi d'acqua tra i 700 e i 3600 metri di altitudine. In coltivazione, la pianta è tendenzialmente allevata con sistemi a spalliera (Strike *et al.*, 2006).

L'*A. arguta* è intollerante a terreni salini ma resiste ad altri tipi di suoli, inclusi quelli con scarsa fertilità. Prospera meglio in terreni drenanti, umidi, sub-acidi con pH tra 5 e 6.5. Tollera suoli neutri ma le foglie possono mostrare carenze di azoto quando questi diventano troppo basici. La pianta è molto simile a quella dell'*actinidia* comunemente coltivata (figura 7). E' una liana dioica, rampicante e decidua.



Figura 7. A sinistra, impianto di *A. arguta*, a destra, foglie e frutti della pianta del medesimo impianto (Fonte: Baudino, 2016).

Presenta un vigore elevato e i rami nella fase giovanile si presentano villosi diventando poi glabri nelle fasi successive. Il fusto, rispetto a quest'ultima, è un po' più sottile e la corteccia è più liscia, quasi "cerosa". Le foglie sono supportate da piccioli glabri, a volte rugginosi, tomentosi e di color marrone rosato, lunghi dai 3 ai 10 cm. La lamina fogliare è da ovale a ampiamente ovale a ovale oblungha, di 6-12 cm per 5-10 cm, membranosa, con apice acuminato; la base si presenta da arrotondata a cordata, simmetrica o obliqua, e margine acutamente seghettato, dorsalmente verde, da glabro a tomentoso ventralmente verde scuro e glabro. L'infiorescenza è cimosa, ascellare o laterale, con 1-6 fiori; peduncoli di 7-10 mm; pedicelli di 8-14 mm, brattee lineari di 1-4 mm. I fiori sono più piccoli di quelli di *A. chinensis* e *A. deliciosa* sono bianco cremoso o bianchi, di 1.2-2 cm da un'estremità all'altra quando completamente aperti. La fioritura precede di qualche giorno quella di *A. chinensis* e *A. deliciosa*,

variando a seconda della latitudine e dell'altitudine. Nel Nord Italia avviene verso metà o fine maggio. I sepali sono 4-6, da ovali a oblunghi, con margini cigliati, tomentosi su entrambe le superfici. I petali sono 4-6, da cuneati-obovati a orbicolari-obovati, di 7-9 mm. Gli stami hanno filamenti serici di 1.5-3 mm, sono neri o viola scuro, oblunghi, con antere di 1.5-2 mm sagittate alla base. Gli ovari sono a forma di bottiglia, di 6-7 mm e glabri; gli stili sono molti, filiformi, lunghi 3.5-4 mm.

La principale differenza tra le 3 principali specie di actinidia coltivate è quella che riguarda la tipologia di frutto. Infatti, com'è possibile vedere dalla figura 8, vi è una evidente differenza nella dimensione dei frutti, per il kiwi tradizionale (a polpa verde o gialla) un frutto con un peso di 100-130 g mentre per il *baby kiwi* un frutto con un peso medio di 10 ai 20 g in relazione alle cultivar. I frutti di *A. arguta* sono di piccole dimensioni, di forma globosa o oblunga, con l'epicarpo liscio, edibile e dalla colorazione che varia dal verde al viola (Ferguson, 2016; Hanare, 2016; Lim *et al.*, 2016). Hanno un gusto agrodolce ben bilanciato con un'aromaticità elevata (Matich *et al.*, 2003; Kabaluk *et al.*, 1997; Kim *et al.*, 2014).



Figura 8. Rappresentazione grafica kiwi a polpa verde e *baby kiwi* (fonte www.nzkiwiberry.com)

Il frutto contiene anche un alto tasso di acido ascorbico di circa 25-155 mg per 100 g (Kabaluk *et al.*, 1997) ed è anche caratterizzato da un'elevata attività proteasica e da actinidina che contribuisce alla digestione. (Nishiyama *et al.*, 2004).

Il frutto è anche ricco di composti fenolici e di minerali come P, Ca, Fe e Zn (Latocha e Jankowski, 2011; Stricke e Hummer, 2006).

A livello mondiale sono coltivate diverse cultivar 'Kiu Lu' e 'Fenglu' in Cina; 'Sae-Han', 'Chil-Bo', 'Chiak', e 'Green King' 'Dae-Myung', 'Hwang-Oak' e 'Ja-Wang' queste ultime ibridi interspecifici in Korea, 'Mitsu-ko' e 'Mine-ko' in Giappone, 'Hortgem Toru', 'Hortgem Wha' e 'Marju Red' in Nuova Zelanda, 'Passion Popper' e ' Aloha Annas' in USA, 'Issai' 'Weiki' e 'Geneva' in Belgio e in Olanda, 'Weiki' in Germania, 'Jumbo', 'Ananasnaya', 'Issai' coltivate in Trentino (Cossio *et al.*, 2015) (Figura 9).



Figura 9. Frutti di diverse varietà di *A. arguta*. (Fonte: www.kiwiberry.com)

Per quanto riguarda la gestione del post-raccolta per l'*A. arguta* il periodo di conservazione è molto breve in quanto è caratterizzata da

un rapidissimo rammollimento della polpa, un raggrinzimento e una deidratazione dei frutti (Latocha *et al.*, 2014). Per questa ragione il rammollimento dei frutti (*fruit softening*) è un parametro molto importante da tenere sotto controllo durante il post-raccolta (Giuggioli *et al.*, 2017). La conservabilità media dell'*Actinidia arguta* è di circa 1-2 mesi a 0°C, 90–95% RH (Cossio *et al.*, 2015, White *et al.*, 2005); per le altre specie di *Actinidia* risulta più prolungata fino a 6-8 mesi per il kiwi a polpa verde e a 4-6 mesi per i kiwi a polpa gialla (Latocha *et al.*, 2014; Ritenour *et al.*, 1999; Strike e Hummer 2006; Yilmaz e Yildirim, 2016).

3.2.2 La filiera del *baby kiwi* a marchio NERGI® e sue interazioni con le attività del Dottorato in regime di apprendistato

Per Ortofruit Italia il *baby kiwi* rientra nel paniere dei *berry fruits* e come tale è considerato. Questo comporta che la valutazione e la programmazione di uno sviluppo efficace ed efficiente avvenga su tutta la filiera.

Proprio per questo la metodologia di lavoro intrapresa, considera l'intera *Fresh Fruit Supply-chain* come già convalidato su mirtillo gigante americano (Peano *et al.*, 2017) e schematizzato in figura 10.



Figura 10. Struttura di una FFSC, (Fonte: Peano *et al.*, 2017)

Parlare di FFSC vuol dire, infatti, ragionare contemporaneamente sulle varie fasi della filiera e soprattutto saper gestire ed innovare in modo integrato (Baudino *et al.*, 2017; Peano *et al.*, 2017).

Partendo dal campo, l'introduzione di questa nuova coltura è avvenuta in un areale vocato, selezionando le aziende maggiormente strutturate e che già conoscevano il genere *Actinidia*, data la coltivazione dell'*A. deliciosa* cv Hayward. Per la produzione sono stati predisposti, di concerto con i tecnici di Sofruileg-France (www.sofruileg.com),

disciplinari di produzione che anno per anno vengono aggiornati ed integrati con le esperienze sviluppate direttamente in Italia (Allegato I). Le maggiori differenze rispetto al disciplinare interno di Ortofruit Italia di coltivazione della cv Hayward è l'attenzione posta alla gestione idrica in termini di quantità di acqua utilizzata e di durata dell'irrigazione, la gestione della concimazione e l'attenzione posta sulla potatura invernale.

Fattore centrale e determinante per la creazione della filiera campo-commercializzazione è la determinazione degli indici di maturazione per tale motivo per 2 anni consecutivi (2015-2016) le attività di ricerca del Dottorato di apprendistato si sono concentrate sull'analisi, in 5 epoche differenti di raccolta, dei principali indici di maturazione già utilizzati e convalidati su kiwi come sostanza secca, consistenza della polpa, residuo secco rifrattometrico e percentuale di acido citrico (tabella 8) a cui si sono aggiunte analisi di tipo colorimetrico della buccia (luminosità, *chroma* e *hue angle*) (essendo il *baby kiwi* glabro) (tabella 9) in relazione al contenuto di clorofilla analizzate con diversi metodi spettrofotometrici (tabella 10) (Romondia, 2016).

Tabella 8. Evoluzione dei parametri *firmness*, SSC e acido citrico per ogni calibro durante gli stacchi nelle cultivar Tahī® e Rua® (Fonte: Romondia, 2016).

Cultivar	Calibro (gr)	Stacco												
		I	II	III	IV									
Hortgem cv. Tahī®	<i>Firmness</i>	<5,0	13,34	n.s.	15,21	ab	-	-						
	(N)	5,1<x<10,0	15,21	N.S.	17,88	a	15,64	n.s.	16,36	n.s.				
		10,1<x<15,0	14,53	β	15,81	ab	αβ	16,85	α	16,08	α			
		>15,1	-		14,04	b	N.S.	16,08		14,13				
	SSC	<5,0	6,17	n.s.	5,83	c	-	-						
	(°Brix)	5,1<x<10,0	6,07	βγ	6,87	a	α	5,60	b	γ	6,60	n.s.	β	
		10,1<x<15,0	5,87	γ	6,57	b	β	6,30	a	βγ	7,50	α		
		>15,1	-		6,77	a	N.S.	6,20	a		6,93			
	Ac. Citrico	<5,0	13,75	a	12,07	ab	-	-						
	(%)	5,1<x<10,0	13,82	a	α	6,72	c	β	11,27	n.s.	α	11,27	n.s.	α
		10,1<x<15,0	11,03	b	β	12,77	a	αβ	13,08	α	13,08	α		
		>15,1	-		11,12	b	β	12,79	α		12,79	α		
Hortgem cv. Rua®	<i>Firmness</i>	<11,0	17,54	b	15,62	n.s.	-	-						
	(N)	11,1<x<13,0	18,46	ab	α	15,94	β	15,70	ab	β	-			
		13,1<x<15,0	19,35	a	α	16,65	β	17,05	a	αβ	13,51	n.s.	γ	
		15,1<x<20,0	19,46	a	α	15,64	β	13,96	b	β	14,21	β		
		>20,1	-		15,97	α	15,57	ab	α	12,02	β			
	SSC	<11,0	6,50	a	7,00	a	-	-						
	(°Brix)	11,1<x<13,0	6,50	a	αβ	6,33	c	β	7,67	a	α	-		
		13,1<x<15,0	6,10	b	β	6,67	b	β	6,33	b	β	8,17	n.s.	α
		15,1<x<20,0	5,97	b	β	6,00	d	β	6,73	ab	α	7,17	α	
		>20,1	-		6,57	b	N.S.	6,93	ab		6,97			
	Ac. Citrico	<11,0	10,20	n.s.	10,78	a	-	-						
	(%)	11,1<x<13,0	9,61	αβ	8,45	b	β	10,37	b	α	-			
	13,1<x<15,0	9,62	α	9,55	ab	α	8,36	d	β	8,36	c	β		
	15,1<x<20,0	10,03	N.S.	10,64	a		11,31	a		11,31	a			
	>20,1	-		9,81	ab	N.S.	9,63	c		9,63	b			

a-d le medie in colonna sono seguite da lettere con differenza significativa con $P \leq 0.05$ (Duncan Post hoc)
 α - γ le medie in riga sono seguite da lettere con differenza significativa con $P \leq 0.05$ (Duncan Post hoc)

Tabella 9. Evoluzione dei parametri colorimetrici L*, Chroma e Hue Angle per ogni calibro durante gli stacchi nelle cultivar Tahī[®] e Rua[®] (Fonte: Romondia, 2016).

Cultivar	Calibro (gr)	Stacco						
		I	II	III	IV			
Hortgem cv. Tahī [®]	L* [®]	<5,0	55,81 a	53,60 c	-	-		
		5,1<x<10,0	55,77 a α	54,99 b β	54,58 a β	51,33 c γ		
		10,1<x<15,0	55,21 b α	55,65 a α	49,13 c γ	53,49 a β		
		>15,1	-	53,29 c α	53,48 b α	52,31 b β		
	Chroma	<5,0	36,01 a	35,95 b	-	-		
		5,1<x<10,0	35,77 ab α	35,85 b α	36,16 a α	32,15 c β		
		10,1<x<15,0	35,37 b β	36,45 a α	33,34 c γ	34,98 a β		
		>15,1	-	34,96 c α	34,96 b α	33,64 b β		
	Hue Angle	<5,0	-1,10 b	-1,08 n.s.	-	-		
		5,1<x<10,0	-1,09 b α	-1,09 α	-1,06 b β	-1,10 n.s. α		
		10,1<x<15,0	-1,08 a α	-1,10 β	-1,10 c β	-1,10 β		
		>15,1	-	-1,08 β	-1,05 a α	-1,10 α		
Hortgem cv. Rua [®]	L* [®]	<11,0	53,26 a	46,81 ab	-	-		
		11,1<x<13,0	52,57 bc α	47,22 a γ	51,17 a β	-		
		13,1<x<15,0	52,39 c α	46,37 b γ	49,50 b β	49,99 n.s. β		
		15,1<x<20,0	53,11 ab α	46,32 b γ	49,89 b β	49,82 β		
		>20,1	-	44,73 c β	45,25 c β	49,95 α		
	Chroma	<11,0	33,33 ab	30,91 a				
		11,1<x<13,0	32,99 bc α	31,12 a β	33,19 a α			
		13,1<x<15,0	32,64 c α	31,36 a β	32,48 b α	32,25 a α		
		15,1<x<20,0	33,68 a α	31,31 a γ	32,08 b γ	31,18 b β		
		>20,1		29,65 b β	29,66 c β	31,53 b α		
	Hue Angle	<11,0	-1,09 c	-1,11 c	-	-		
		11,1<x<13,0	-1,08 b α	-1,11 bc β	-1,08 a α	-		
13,1<x<15,0		-1,07 a α	-1,10 bc γ	-1,08 a β	-1,10 b γ			
15,1<x<20,0		-1,07 a α	-1,07 a α	-1,09 b γ	-1,08 a β			
>20,1		-	-1,09 b αβ	-1,10 a β	-1,08 a α			

a-d le medie in colonna sono seguite da lettere con differenza significativa con $P \leq 0.05$ (Duncan Post hoc)

α-γ le medie in riga sono seguite da lettere con differenza significativa con $P \leq 0.05$ (Duncan Post hoc)

Tabella 10. Comparazione dei contenuti di clorofilla totale, a e b tra i metodi spettrofotometrici (Linder, 1974*; Nagata e Yamashita, 1992**; Lichtenthaler, 1987***)

selezionati nelle cultivar Tahi® e Rua® (Fonte: Romondia, 2016).

Cultivar	Stacco	Metodo	Clorofilla		Clorofilla		Clorofilla	
			totale		a	b		
Hortgem cv. Tahi®	I	Linder (1974)	0,010	n.s.	0,004	b	0,005	b
		Nagata e Yamashita (1992)	0,012		0,008	a	0,004	b
		Lichtenthaler (1987)	0,015		0,005	b	0,009	a
	II	Linder (1974)	0,007	c	0,003	b	0,004	b
		Nagata e Yamashita (1992)	0,012	b	0,008	a	0,004	b
		Lichtenthaler (1987)	0,021	a	0,007	a	0,014	a
	III	Linder (1974)	0,008	b	0,003	b	0,004	b
		Nagata e Yamashita (1992)	0,010	b	0,006	a	0,004	b
		Lichtenthaler (1987)	0,020	a	0,007	a	0,013	a
	IV	Linder (1974)	0,009	b	0,003	c	0,004	b
		Nagata e Yamashita (1992)	0,010	b	0,006	b	0,003	b
		Lichtenthaler (1987)	0,024	a	0,008	a	0,016	a
Hortgem cv. Rua®	I	Linder (1974)	0,007	b	0,003	c	0,003	b
		Nagata e Yamashita (1992)	0,008	b	0,005	b	0,003	b
		Lichtenthaler (1987)	0,020	a	0,007	a	0,013	a
	II	Linder (1974)	0,005	c	0,002	b	0,002	b
		Nagata e Yamashita (1992)	0,010	b	0,006	a	0,003	b
		Lichtenthaler (1987)	0,017	a	0,007	a	0,011	a
	III	Linder (1974)	0,008	b	0,003	b	0,004	b
		Nagata e Yamashita (1992)	0,009	b	0,005	a	0,003	b
		Lichtenthaler (1987)	0,016	a	0,006	a	0,011	a
	IV	Linder (1974)	0,005	b	0,002	c	0,002	b
		Nagata e Yamashita (1992)	0,007	b	0,005	b	0,002	b
		Lichtenthaler (1987)	0,016	a	0,006	a	0,011	a

a-c le medie in colonna sono seguite da lettere con differenza significativa con $P \leq 0.05$ (Duncan Post hoc)

*Linder (1974) propone un protocollo di analisi al fine di ridurre la variabilità dei risultati degli studi riscontrata nel corso degli anni precedenti (circa il 20%). Considera unicamente l'estrazione con soluzioni di acetone all'80% e al 100% con l'aggiunta di una piccola quantità di MgCO

** Nagata e Yamashita (1992): nato per valutare rapidamente e simultaneamente il contenuto di clorofilla e carotenoidi in pomodori. È stato applicato negli anni successivi per valutare l'attività antiossidante e il contenuto fitochimico di alcuni frutti e ortaggi nigeriani, per analizzare la composizione chimica e l'attività antiossidante di un fungo, lo *Schizophyllum Commune*, per studiare in quale misura l'attività enzimatica antiossidante in peperoni viene influenzata dallo stadio di maturazione e dalla temperatura di stoccaggio (Lim *et al.*, 2009), e per stabilire l'effetto di differenti materiali di confezionamento sul contenuto di clorofilla e acido ascorbico in ocrà stoccata. Tutti i pigmenti nei campioni sono stati estratti una sola volta con una soluzione di acetone e esano 4:6 (v:v).

*** Lichtenthaler (1987): nel suo libro analizza le quantità di clorofilla, e carotenoidi totali estratte con le soluzioni dei solventi maggiormente utilizzati (acetone, metanolo e etanolo) a diverse concentrazioni, nonché i diversi metodi cromatografici di separazione. Suggestisce che la completa estrazione è garantita da un'ulteriore fase di reazione del campione con acetone al 100%.

Quando il prodotto arriva al magazzino ortofrutticolo, le scelte a cui ci si trova di fronte riguardano tecniche di preraffreddamento, refrigerazione e confezionamento. La gestione del post-raccolta per l'*A. arguta* è essenziale in quanto, come già citato, presenta una limitata conservabilità (Strike e Hummer, 2006) ed i frutti sono caratterizzati da un rapido raggrinzimento e diminuzione della *firmness* (Stec *et al.*, 1989). Per la conservazione sono state prese in considerazione le tecniche della conservazione in atmosfera normale (AN) e dell'atmosfera modificata passiva (MAP) al fine di prolungare il più possibile la *shelf-life* dei prodotti. Il canale di vendita principale per l'*A. arguta* con brand NERGI® è la grande distribuzione organizzata che anche per questa tipologia di prodotto presenta capitolati di fornitura che tengono in considerazione le caratteristiche qualitative, la freschezza, l'assenza di residui di prodotti fitosanitari, le certificazioni sia a livello di campo sia di magazzino (GLOBAL G A. P., BRC e IFS).

Inoltre il prodotto richiesto da questo tipo di distribuzione è un prodotto con una lunga *shelf-life*, con un *packaging* idoneo sia a livello di magazzino, di trasporto e sul punto vendita (Peano e Tecco, 2013) ed esteticamente attraente per il consumatore finale. I mercati più interessati ai *berry fruits* e al *baby kiwi* in particolare, sono quelli del Nord Europa dove i *retailer*, soprattutto negli ultimi 5 anni, sono sempre di più spinti a diventare *demand/oriented*, cioè, a cercare continuamente di adeguare le capacità di fornitura alle mutevoli esigenze dei consumatori. In tale contesto, assume particolare importanza oltre alle caratteristiche intrinseche ed estrinseche delle bacche anche la sostenibilità ambientale, sociale ed economica del processo produttivo. E' quindi di fondamentale importanza avviare anche per le nuove colture una FFSC sostenibile e comunicare tali percorsi ai consumatori (Peano *et al.*, 2014).

In questa tesi di Dottorato sono presentati i risultati ottenuti nei 3 anni di attività che riguardano 3 aspetti citati come estremamente importanti per la realizzazione della filiera del *baby kiwi*:

- la realizzazione di un modello matematico valutando l'evoluzione della diminuzione della *firmness* dei frutti di *A. arguta* alle due temperature di stoccaggio del prodotto (2°C a livello di magazzino e trasporto e 24°C temperatura presente nel punto vendita), caratterizzando le cultivar studiate con un'analisi dei principali parametri qualitativi e della vitamina C (Capitolo 4),
- la valutazione dell'importanza del *packaging* come tecnica di stoccaggio a livello di magazzino per il post-raccolta attraverso l'impiego di un film *stretch* applicato come strumento facile ed economico per la conservazione di *A. arguta* (Capitolo 5),
- l'analisi della sostenibilità della filiera ambientale e della sostenibilità economica della filiera dell' *A. arguta* e dell'*A. deliciosa*. Il confronto delle filiere è stato fatto attraverso la valutazione dell'*life cycle assessment* (LCA) e attraverso l'impiego dell'*SWOT analysis* analizzando i punti di forza, debolezza, opportunità e minaccia delle due filiere (Capitolo 6).

4 MODELLO DI PREDIZIONE PER IL *SOFTENING* DI UNA NUOVA CULTIVAR COMMERCIALE DI *ACTINIDIA*

Il capitolo deriva dalla pubblicazione dell'articolo:

Giuggioli N.R., Girgenti V., Baudino C., Giacalone G. e Chiabrando V. (2016). *Prediction models for the softening of new commercial Actinidia cultivars*. *Journal of Food Processing and Preservation*. Volume 41(6), Dicembre 2017, (Allegato 2).

4. 1 Introduzione

L'accesso a nuovi mercati e l'aumento del consumo di frutta è fortemente influenzato dall'introduzione di nuove cultivar, che sono attraenti per i loro nuovi colori, per gusti diversi e per i profili nutraceutici elevati. La diversità del genere *Actinidia* è aumentata a seguito dell'introduzione di nuove cultivar commerciali, in particolare *baby kiwi* e kiwi a polpa gialla, e mostra un'elevato potenziale per lo sviluppo nei mercati internazionali. I frutti di *Actinidia arguta* (Seib. Et Zucc.) Planch. Ex Miq., sono conosciuti con differenti nomi: *baby kiwi*, *grape kiwi*, *wee-kee* e *cocktail kiwi*. L'introduzione del *baby kiwi* è recente e viene commercializzato come *berry fruits*. Questi frutti mostrano un'elevata tolleranza al cancro batterico causato da *Pseudomonas syringae* pv. *Actinidiae* e sono anche caratterizzati da un elevato profilo nutraceutico (Fisk *et al.*, 2006; Latocha *et al.*, 2010; Nishiyama *et al.*, 2004), entrambe queste peculiarità hanno contribuito alla diffusione commerciale dell'*Actinidia arguta*. Questa specie un tempo era coltivata solo a livello amatoriale (Testolin e Ferguson, 2009).

I kiwi a polpa gialla (*Actinidia chinensis*) mostrano un'elevata produzione e una maturazione anticipate rispetto al kiwi a polpa verde (*Actinidia deliciosa*), il sapore è differente ed è simile a quello del melone, queste due peculiarità ne rappresentano le principali caratteristiche (Huang *et al.*, 2002).

L'introduzione di nuove specie e/o cultivar nel mercato richiede una buona conoscenza del cambiamento dei parametri qualitativi dei frutti durante il periodo post-raccolta. Ciò contribuisce a una migliore gestione dei frutti durante lo stoccaggio, al fine di offrire un prodotto apprezzato dai consumatori. Il successo del *baby kiwi* è attribuito alla piccola dimensione dei frutti, all'edibilità totale dell'epicarpo, alla dolcezza e al sapore. Tuttavia questi frutti presentano delle peculiarità negative come la limitata conservabilità (Strik e Hummer, 2006), il raggrinzimento e la diminuzione della *firmness* (3–2 N to >0.5 N valori) (Wang *et al.* 2011). Il *softening*, ovvero il rammollimento, di questi frutti è il fattore critico per accettabilità del prodotto (Stec *et al.*, 1989) e di conseguenza può portare ad una perdita economica causata dalla sovraturazione.

Equazioni o modelli matematici possono essere usati per valutare i processi biochimici e fisiologici che intercorrono durante il post-raccolta portando alla variazione dei parametri qualitativi durante lo stoccaggio. I modelli matematici sono stati sviluppati per predire l'evoluzione di diversi frutti come: nettarine (Eccher Zerbini *et al.*, 2006; Pranita *et al.*, 2014; Soltani *et al.*, 2010), fragole (Hertog, Boerrigter *et al.*, 1999), mele (Gwanpua *et al.*, 2012; Ro'th *et al.*, 2008; Tong *et al.*, 2013) e avocado (Ochoa-Ascencio *et al.*, 2009). I modelli matematici, possono essere utilizzati per predire e/o monitorare

l'evoluzione della qualità dei frutti in qualunque momento del post-raccolta. Lo scopo del lavoro è stato quello di investigare sulle caratteristiche della consistenza delle nuove cultivar commerciali di kiwi: 'Hortgem Tahī[®]', 'Hortgem Rua[®]' (*baby kiwi*) e 'Jingold[®]Jintao' (kiwi a polpa gialla), valutando l'applicazione dei modelli di predizione della variazione della *firmness* durante la conservazione. 'Hortgem Tahī[®]' e 'Hortgem Rua[®]' sono cultivar diffuse in Francia e nel Sud Europa e rappresentano le due cultivar commercializzate con il *brand* Nergi[®] fin dal 2013 e vengono venduti dalla grande distribuzione organizzata in confezioni da 125 gr. La cultivar 'Jingold[®]Jintao' è la seconda cultivar di kiwi a polpa gialla prodotta a livello mondiale e venduta in Italia sotto il nome di Jingold[®] (Testolin e Ferguson, 2009). I modelli matematici sono stati preventivamente utilizzati per descrivere la qualità dell'*A. deliciosa* e applicati per valutare l'evoluzione della diminuzione della *firmness* in frutti di kiwi conservati a due differenti temperature (2° e 24°C). Per meglio caratterizzare le cultivar, sono stati valutati durante il periodo di conservazione: solidi solubili totali, contenuto in sostanza secca, e vitamina C.

4.2 Materiale e metodi

- Materiale vegetale e condizioni di conservazione

Frutti di Actinidia arguta (Seib. Et Zucc.) Planch. Ex Miq. Delle varietà 'Hortgem Tahī[®]' e 'Hortgem Rua[®]' sono stati raccolti da impianti commerciali di Agrifrutta Soc. Coop. SRL (Piemonte, Italia). I frutti sono stati raccolti manualmente all'interno di cestini in PLA (acido polilattico) alla fine del mese di agosto e sono stati

immediatamente trasportati nel laboratorio di conservazione del DISAFA. Frutti di *Actinidia chinensis* Planch. 'Jingold®Jintao' sono stati raccolti manualmente in impianti commerciali, appartenenti al gruppo Kiwigold (Kiwigold S.R.L., Cesena, Italy). Frutti di *Actinidia deliciosa* (A. Chev) C.F. Liang et A.R. Ferguson cultivar 'Hayward' è sono stati utilizzati come riferimento. I frutti sono stati selezionati in base all'omogeneità del calibro, alla forma, allo stadio di maturazione (Mcneilage *et al.*, 2003; Mcneilage *et al.*, 2004) e all'assenza di danneggiamenti e raggrinzimenti. I frutti scelti sono stati riposti in sacchetti di polietilene e conservati per 18 giorni alle temperature di 2 ± 1 e $24\pm 1^{\circ}\text{C}$. Le analisi qualitative eseguite sono state: il contenuto in solidi solubili totali ($^{\circ}\text{Brix}$), la sostanza secca (%), la vitamina C (mg/100 g di peso fresco). Le analisi sono state eseguite alla raccolta (0 giorni), e dopo 3, 6, 9, 12, 15, e 18 giorni di conservazione. Per ciascuna cultivar, 15 frutti sono stati selezionati a ciascun controllo qualità. Un totale di tre repliche è stato selezionato a ciascun controllo.

- *Compression test* per la valutazione della *hardness*

Il test di compressione è stato eseguito utilizzando il texture analyzer (TA.XTplus, Stable Micro Systems, Godalming, UK) per valutare la *hardness* dei frutti di kiwi. La misurazione è stata eseguita con una piastra di compressione in alluminio da 75 mm (P / 75), impostata su una deformazione del 25%, una velocità di pre-test di 1 mm / s, una velocità di prova di 5 mm/s e una forza di 5 g trigger force.



Figura 11. *Texture analyser* (TA.XTplus; Stable Micro Systems, Godalming, U.K.)

- *Puncture test*

Il *puncture test*, ovvero, la valutazione della *firmness*, è stata eseguita sull'intero frutto (senza epicarpo) e sulla fetta (5 mm di spessore) utilizzando la *texture analyzer* con un puntale di diametro di 30 mm di alluminio con punta piatta (P/3). Per l'intero frutto, le impostazioni di programmazione impostate sono state di pre-test velocità 1 mm/s, velocità del test of 1 mm/s, post-test velocità di 5 mm/s, 10% di deformazione e 5 g di forza *trigger*. Per la fetta, velocità di pre-test 5 mm/s, velocità del test 1 mm/s, velocità di post-test 10 mm/s, distanza di 2 mm e 1.02 N di forza *trigger*. Le curve di force-deformazione e la forza massima (N) sono state valutate per ciascuna misurazione (White *et al.*, 2005). In accordo con il precedente metodo, il test di compressione e il *puncture test (firmness)* sono stati misurati dopo aver conservato i frutti per due ore alla temperatura di 8°C. sono state

utilizzate tre repliche (ciascuna composta da 30 frutti) per entrambi i test di compressione.

- *Softening models*

Il modello matematico è stato determinato utilizzando i valori del *compression* e del *puncture test*. I modelli empirici utilizzati sono stati scelti valutando il comportamento meccanico dei *kiwifruits* e sono stati scelti basandosi su altri studi simili (Benge *et al.*, 2000; Hertog *et al.*, 2004; White *et al.*, 2005). In questo studio, sono stati considerati tre modelli di *softening*: un modello semplice esponenziale di decadimento (Equazione 1), il modello complementare di Gompertz (Equazione 2) e il modello modificato di Boltzmann (Equazione 3). Questi modelli, hanno funzioni monotoniche e descrivono la diminuzione della *firmness* utilizzando i diversi parametri che caratterizzano il *data set* (Benge *et al.*, 2000). L'equazione 1 è stata utilizzata con successo per valutare la diminuzione della *firmness* per frutti di banana e mele (Castellanos e Algecira, 2012; Gwanpua *et al.*, 2012; Ro'th *et al.*, 2008). L'equazione 2, è stata applicata su avocado e mele e infine l'equazione 3 è stata utilizzata per le nettarine (Eccher Zerbini *et al.*, 2006).

$$FF = A_0 + A_e e^{-\lambda t} \quad (1)$$

dove FF rappresenta la *firmness* della polpa (N), A_0 è il più basso valore asintotico (N), A_e rappresenta il valore di diminuzione della *firmness* iniziale per l'asintoto inferiore (N), k rappresenta il tasso (%) di declino

nel tempo, t è il tempo (giorni).

$$FF = A_0 + B \left(1 - \frac{1}{\exp(\beta \exp(-kt))} \right) \quad (2)$$

dove FF rappresenta la *firmness* della polpa (N), A_0 è il valore asintotico più basso (N), B è il parametro di scala che influenza l'asintoto superiore (N), β è la lunghezza della fase di latenza iniziale del rallentamento dopo la raccolta (fattore di spostamento orizzontale) con un valore adimensionale di 57.47 (Jabbar *et al.*, 2014), k rappresenta la costante della frequenza relativa di rammollimento (la velocità con cui la firmness diminuisce con il tempo è 0,007559 x valore dei solidi solubili (SSC) alla raccolta +10,4316), e t è il tempo (giorni)

$$FF = FF_{\min} + \Delta FF e^{-kt} \quad (3)$$

dove FF rappresenta la *firmness* della polpa (N), FF_{\min} è il valore asintotico più basso della *firmness* della polpa (N), ΔFF è la differenza tra la *firmness* tra il momento della raccolta e l'asintoto inferiore (N), k è la costante relativa di ammorbidimento (la velocità con cui la *firmness* diminuisce col tempo) misurata come $\ln(2)$ /giorni affinché la *firmness* diminuisca della metà, e t è il tempo (giorni).

- Parametri qualitativi

I frutti dei campioni delle diverse specie di kiwi sono stati tagliati trasversalmente e il contenuto di solidi solubili totali (TSSC, °Brix) è stato determinato per ciascun frutto (15 frutti per ciascuna cultivar), i frutti sono stati analizzati alla temperatura di 20°C dopo aver disposto una goccia di succo sul rifrattometro digitale (Atago, Tokio, Giappone) calibrato precedentemente con una goccia di acqua distillata. La sostanza secca (DM), è stata determinata su una fetta trasversale (0.5 mm di spessore) prelevandola dalla parte mediana del frutto. Le fette sono state mantenute a 100°C per 48 h fino al raggiungimento del peso costante. I risultati sono espressi come percentuale di sostanza secca per peso di campione fresco. Per valutare il contenuto di vitamina C, 10 gr di frutto fresco sono stati omogenizzati (Ultra-Turrax T25; IKA-Werke, Staufen, Germania), per 2 minuti con 10 mL di MeOH/H₂O (5:95 v/v), acido citrico (0.1 M), acido etilendiaminotetracetico (0.5 g/L) e sodio floride (4 mM). Il composto omogenizzato è stato filtrato e il pH portato a 2.2-2.4 aggiungendo HCL (4N). L'estratto acidificato è stato centrifugato per 5 min a 4°C e il supernatante filtrato con C18 Sep-Pak cartridge (Waters, Milford, MA, USA) e un filtro 0.45 µm polytetrafluoroethylene (Titanfilter 17 mm membrane; SUN-SRi, Rockwood, TN, USA). Successivamente, 250 µl di soluzione di o-fenilendiammina deidrocloruro (OPDA, 18.8 mM/L) è stato aggiunto a 750 µl di estratto. Dopo 37 min il campione conservato al buio è stato analizzato utilizzando l'HPLC. L'acido ascorbico (AA) e l'acido deidroascorbico (DHAA) sono stati determinati secondo il metodo Gonzalez-Molina *et al.*, (2008). L'analisi della vitamina C (AA+DHAA) con l'HPLC è stata svolta con lo strumento Agilent HPLC 1200 Series system (Agilent, Waldbronn, Germany) (figura 12). Lo strumento era costituito da

iniezione manuale, pompa quaternaria G1311A, *sample loop* 20 μ l, *diode array detector* G1315D UV-vis e *software* Agilent ChemStation software B.03.02. La colonna utilizzata era *Eclipse XDB-C18 column* (150 \times 4.6 mm, 5 μ m dimensione delle particelle ; Sigma Italiana SRL, Ozzano Emilia, Italia). La fase mobile costituita da MeOH/H₂O (5:95, v/v), 5 mM cetrimide e 50 mM diidrogeno fosfato di potassio (pH 4.5). La durata totale della corsa era di 10 min con un tasso di 0.9 mL/min. La lunghezza d'onda del *detector* impostata per il DHAA (acido deidroascorbico) era di 348 nm e di 261 nm per l'AA (acido ascorbico). Il contenuto totale di vitamina C è rappresentato dal contenuto di AA e DHAA ed è stata espressa come mg/100 gr di peso fresco. Gli *standard* e i reagenti utilizzati sono stati acquistati dalla Sigma italiana SRL.



Figura 12. Agilent HPLC 1200 Series system (Agilent, Waldbronn, Germany)

- Analisi statistica

Il modello utilizzato per la *fitting-curve* è stato adattato secondo studi precedenti (Benge *et al.*, 2000), ed è stato fatto fittare con una *least squares regression analysis non lineare*. Tutto il *data set* è stato analizzando utilizzando il programma SPSS per Windows (versione 2.0). I dati ottenuti sono stati analizzati con un'analisi della varianza ad una via (ANOVA), e le differenze tra i due gruppi è stata analizzata utilizzando il Tukey's test ($p \leq 0.05$).

4.3 Risultati e discussione

- Predizione del *softening* e differenze tra i modelli

I modelli matematici costruiti per predire il comportamento meccanico dei kiwi in base ad un dato insieme di condizioni ambientali possono essere utili per stimare la shelf-life e quantificare i cambiamenti che si verificano durante lo stoccaggio. Il decadimento esponenziale semplice ed i modelli complementari di Gompertz e Boltzmann sono stati applicati ai dati della firmness ottenuti dai test della *compression* (*hardness*) e della *puncture* applicato sui frutti di kiwi (frutto intero e fetta) conservati a 2 e 24°C. Tre differenti modelli, sono stati discussi e comparati con ciascun parametro e cultivar. Il *trend* del rammollimento per ciascun genotipo dipende dalla cultivar e dalla temperatura di conservazione.

- *Fit* del modello per i dati ottenuti sul *compression test* su frutto intero

In figura 13 è rappresentato la predizione del modello di *softening* per il *compression test* sui campioni di kiwi interi. Secondo Jackson e Harker (1997), le misurazioni ottenute per il test di compressione sull'intero frutto possono evidenziare i cambiamenti nella struttura del pericarpo esterno del kiwi. Ciò è stato osservato anche per il *babykiwi*, la cui buccia è commestibile. I modelli di *softening* predittivo hanno mostrato comportamenti diversi per le cultivar 'Hortgem Tahī[®]' e 'Hortgem Rua[®]'. La progressiva diminuzione della consistenza dei frutti della cultivar "Rua[®]" dal momento della raccolta (246,9 N) alla fine del periodo di conservazione (rispettivamente 8,43 e 29,71 N a 24 e 28 ° C) si adatta bene sia al modello di Boltzmann che al modello di decadimento esponenziale semplice, in particolare per i campioni che sono stati conservati alla temperatura più elevata. Per la cultivar 'Hortgem Tahī[®]', gli stessi modelli tendevano a sovrastimare la compattezza della polpa nei frutti conservati a 24 ° C e sottovalutarne la consistenza a 2° C, per tutti i periodi di conservazione. Nel caso della cultivar "Hayward", è stato trovato che il rammollimento lineare e progressivo della polpa è meglio indicato dal modello Boltzmann per campioni conservati a 24 e 2 ° C, in accordo a studi precedenti (White et al., 2005). Per quanto riguarda la cultivar 'Jintao' l'irregolarità nel data set di firmness (coefficiente di correlazione $R^2 < 0.9$ per la maggior parte del *data set*), evidenzia come il modello non possa essere utilizzato per predire il *softening*. Il modello complementare di Gompertz (modello bifasico tipico), ha evidenziato un cambiamento della *firmness* per i frutti 'Hortgem Tahī[®]' e 'Hortgem Rua[®]' molto diverso dall' osservato, tuttavia il modello mostra una buona *performance* nel caso dei dati

ottenuti per la conservazione a 24°C.

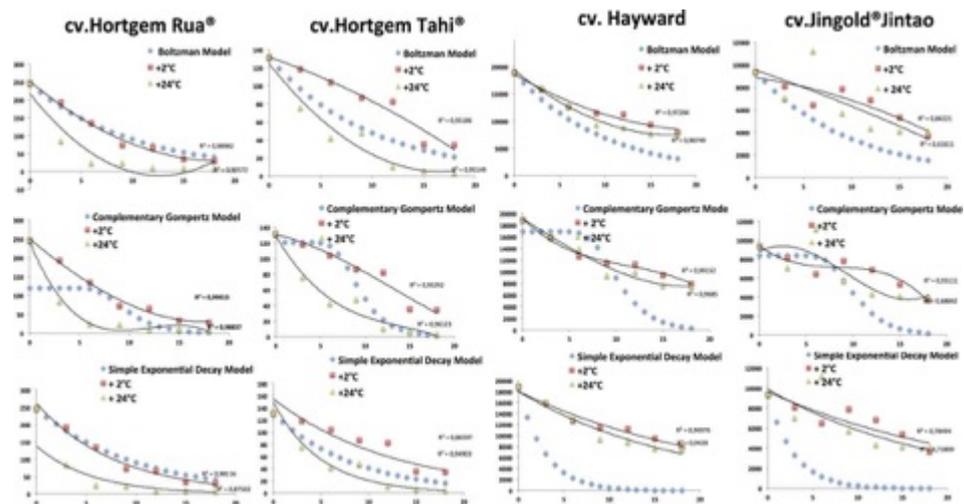


Figura 13. *Fruit hardness* (N) per: la cv. Hortgem Rua[®], la cv. Hortgem Tahī[®], la cv. Hayward e la cv.Jingold[®]Jintao durante il periodo di conservazione (days). *Compression test*, modello di predizione (Q) e data set della prova sperimentale (Δ campioni conservati a 2° C e Δ dei campioni conservati a 24°C).

- Predizione del modello dei dati ottenuti dal puncture test su fetta delle diverse cultivar di kiwi

In figura 14 sono rappresentati i 3 modelli di predizione ottenuti dal *puncture test* su fette di kiwi. Misurare una porzione isolata del tessuto della polpa (fetta) può limitare l'influenza del pericarpo esterno, massimizzando quindi la qualità e la rappresentatività delle informazioni sul comportamento meccanico investigato. In tutti i campioni testati, il più evidente ammorbidimento è stato osservato alla massima temperatura di conservazione (24 ° C) e nei più kiwi di più elevata dimensione, in accordo con Crisosto, Garner e Saez (1999). I nostri risultati mostrano che le fette di kiwi della cultivar 'Hayward' e 'Jingold[®]-Jintao' mostrano un minor *softening* comparato con quello dei frutti della cultivar 'Hortgem Tahī[®]' e 'Hortgem Rua[®]'. I valori di *firmness* misurati per i campioni di 'Hortgem Rua[®]', conservati a 24°C si adattano bene

sia ai modelli di decadimento Boltzmann che a quelli esponenziali semplici per tutti i tempi di conservazione testati. Gli stessi modelli erano adatti anche per i frutti della cultivar "Hortgem Tahi®", ma solo per i primi cinque set di dati acquisiti. I valori di firmness ottenuti per le fette della cultivar "Hayward" conservate ad entrambe le temperature hanno mostrato una buona corrispondenza con il modello Boltzmann. Inoltre, questo modello rappresentava bene la diminuzione della compattezza delle fette dei frutti per i campioni "Jingold®Jintao" conservati a 24 ° C. In generale, i risultati hanno mostrato che il tipico modello bifasico (modello complementare di Gompertz) non si adattava bene al test con le fette di frutta per tutte le cultivar e per le modalità di conservazione a una delle condizioni di conservazione testate

Infatti, nessun campione ha seguito la curva sigmoideale, caratterizzata da un lento declino seguito da una rapida diminuzione dei valori.

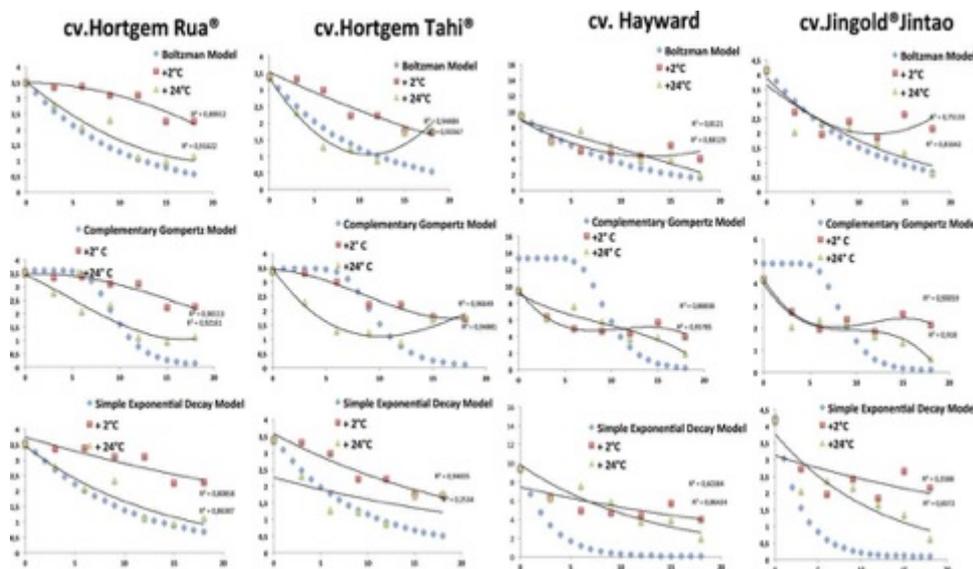


Figura 14. *Fruit hardness* (N) per: la cv. Hortgem Rua®, la cv. Hortgem Tahi®, la cv. Hayward e la cv. Jingold®Jintao durante il periodo di conservazione (days). *Compression test*, modello di predizione (Q) e data set della prova sperimentale (Δ campioni conservati a 2° C e Δ dei campioni conservati a 24°C).

Fit modello per i dati ottenuti dal *puncture test* su frutto intero

Il cambiamento nel comportamento meccanico e nei valori di firmness, come determinato dal *puncture test* sul frutto, sono riportati in Figura 3.. Il progressivo decremento della *firmness fruit* per la ‘Hortgem Rua[®]’ è stata predetta dal modello di Boltzmann e dal modello semplice di decadimento esponenziale, in particolare per i campioni conservati alla temperature più bassa (2°C). Nei campioni conservati a 24°C, è stato rilevato, per gli stessi modelli, una sovrastima dei dati, nonostante la similitudine nella forma della curva. Il *puncture test* per i frutti di ‘Hortgem Tah[®]’ è stata realizzata con la buccia, in quanto questa risulta edibile. In questo caso, il modello esponenziale semplice di decadimento mostra una buona predizione della *firmness* della polpa ad entrambe le temperature, con valori simili per entrambi i periodi di conservazione. Un simile *trend* è stato osservato a 24°C solo con il modello di Boltzmann. Il modello di Boltzmann è stato confermato come il miglior modello di predizione per il *softening* anche per i campioni di ‘Hayward’ ad entrambe le temperature. Per i frutti di ‘Jingold[®]Jintao’ il modello di Boltzmann e il modello esponenziale semplice di decadimento hanno sovrastimato i valori di *firmness* per tutto il periodo di conservazione. A causa delle numerose variabili considerate dal modello complementare di Gompertz, che non erano calcolabili su questi campioni, questo modello non era utile per descrivere i processi di ammorbidimento durante il periodo di conservazione. Il semplice modello di decadimento esponenziale ha mostrato buone prestazioni per la maggior parte dei frutti, poiché questa è l'equazione da cui sono adattati altri modelli matematici, come il modello di Boltzman

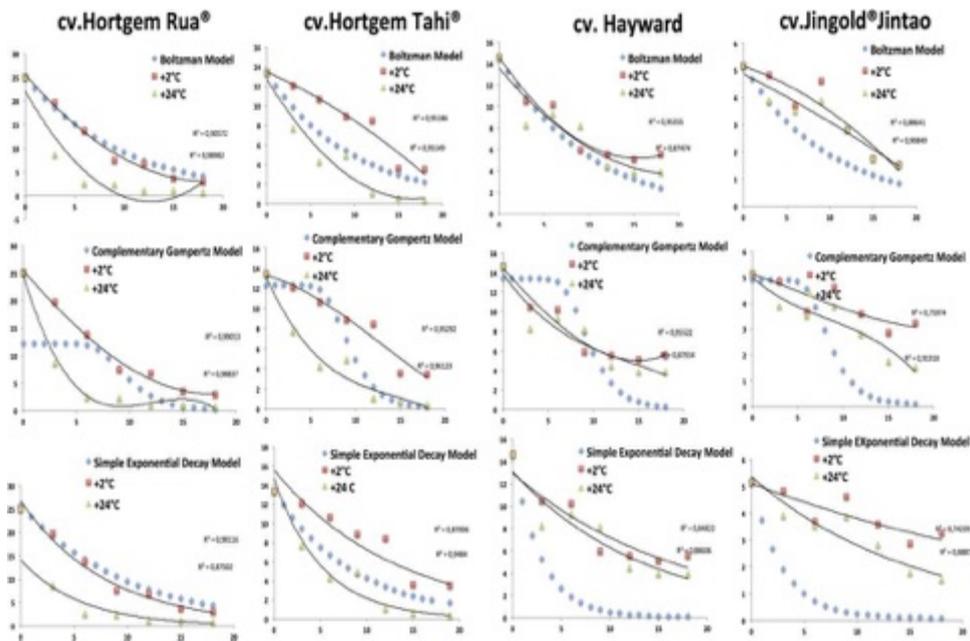


Figura 15. *Fruit hardness* (N) per: la cv. Hortgem Rua[®], la cv. Hortgem Tahí[®], la cv. Hayward e la cv. Jingold[®] Jintao durante il periodo di conservazione (*days*). *Compression test*, modello di predizione (Q) e data set della prova sperimentale (Δ campioni conservati a 2° C e Δ dei campioni conservati a 24°C).

- Qualità dei frutti di kiwi (solidi solubili totali, sostanza secca e contenuto in vitamina C)

Differenze tra le cultivar sono state osservate non solo per il *softening* dei tessuti, ma anche per i risultati ottenuti per le analisi qualitative. I risultati per TSSC e per la DM ottenuti a 2 e 24°C sono riportati in tabella 11 e 12.

Tabella 11. Solidi solubili totali (TSSC) e sostanza secca (DM) per le differenti cultivar di *Actinidia* conservate a 2°C

Giorni	TSSC (°Brix)				Sostanza secca (%)			
	Rua®	Tahi®	Jintao®	Hayward	Rua®	Tahi®	Jintao®	Hayward
0	6.7 ^{c*}	7.47 ^c	13.52 ^b	10.13 ^c	18.56 ^a	17.16 ^c	22.14 ^{ns}	19.36 ^{ns}
3	8.61 ^d	10.32 ^d	13.88 ^b	10.96 ^c	18.88 ^a	19.46 ^a	23.80 ^{ns}	20.30 ^{ns}
6	10.30 ^c	11.66 ^{cd}	14.17 ^a	11.22 ^b	18.97 ^a	20.43 ^a	21.84 ^{ns}	21.02 ^{ns}
9	12.2 ^b	12.61 ^c	14.33 ^a	11.53 ^a	15.85 ^b	18.53 ^b	22.70 ^{ns}	20.15 ^{ns}
12	12.51 ^b	13.41 ^{bc}	14.16 ^a	12.13 ^a	18.64 ^a	18.39 ^b	21.94 ^{ns}	19.24 ^{ns}
15	14.23 ^a	15.48 ^a	14.06 ^a	12.7 ^a	18.72 ^a	17.18 ^c	22.33 ^{ns}	19.70 ^{ns}
18	14.44 ^a	16.24 ^a	14.80 ^a	12.7 ^a	18.34 ^a	17.50 ^c	21.84 ^{ns}	19.24 ^{ns}

*Values in columns with the same letters are not significantly different according to the Tukey's test at $p \leq 0.05$.

Tabella 12. Solidi solubili totali (TSSC) e sostanza secca (DM) per le differenti cultivar di *Actinidia* conservate a 24°C

Giorni	TSSC (°Brix)				Sostanza secca (%)			
	Rua®	Tahi®	Jintao®	Hayward	Rua®	Tahi®	Jintao®	Hayward
0	6.79 ^{d*}	7.47 ^d	13.52 ^c	10.13 ^d	17.90 ^a	17.55 ^d	22.14 ^{ns}	19.36 ^{ns}
3	12.08 ^c	14.17 ^c	14.52 ^b	11.52 ^c	16.9 ^b	18.45 ^c	22.30 ^{ns}	20.33 ^{ns}
6	17.08 ^b	14.18 ^c	15.47 ^a	11.51 ^c	15.58 ^c	18.94 ^b	21.59 ^{ns}	21.43 ^{ns}
9	17.35 ^b	14.13 ^c	15.82 ^a	11.48 ^c	13.8 ^d	18.00 ^c	21.12 ^{ns}	19.45 ^{ns}
12	19.35 ^a	20.49 ^b	15.53 ^a	12.79 ^b	17.49 ^a	18.55 ^c	21.42 ^{ns}	19.20 ^{ns}
15	19.07 ^a	21.41 ^a	15.68 ^a	13.48 ^a	17.45 ^a	19.43 ^b	23.82 ^{ns}	21.17 ^{ns}
18	19.17 ^a	21.00 ^a	15.32 ^a	13.13 ^a	16.97 ^b	20.91 ^a	21.97 ^{ns}	18.68 ^{ns}

*Values in columns with the same letters are not significantly different according to the Tukey's test at $p \leq 0.05$.

Come previsto, la conversione dell'amido in zucchero ha modificato il contenuto in TSSC per tutte le cultivar durante la conservazione e i valori aumentano più velocemente per i campioni mantenuti ad alte temperature. I frutti di 'Hortgem Rua[®]' e 'Hortgem Tahī[®]' mostrano un *trend* evolutivo simile durante il periodo di conservazione, pur partendo da valori alla raccolta differenti (6.79 e 7.47 °Brix, rispettivamente). Dopo 3 giorni di conservazione, a 2°C il contenuto zuccherino aumenta per entrambe le cultivar, aumentando ulteriormente dopo 15 giorni di conservazione. Lo stesso *trend* si è osservato per i frutti conservati a 24°C. Per i frutti di Jingold[®] Jintao, il contenuto il TSSC alla raccolta era di 13.52 °Brix e non si sono osservate differenze statistiche fino al 6° giorno di conservazione. Ciò è probabilmente dovuto all'idrolisi più veloce dell'amido durante la prima parte del processo di maturazione del frutto. Al momento della raccolta, il TSSC dei campioni della cultivar "Hayward" era di circa 10.18 °Brix, tuttavia, l'intervallo ottimale per il suo consumo è stato riportato da alcuni autori tra 12 e 14° °Brix (Lloret *et al.*, 1990; Tavarini *et al.*, 2008). Alla temperatura di conservazione inferiore, sono state osservate differenze significative tra i valori a 3 e 9 giorni di conservazione, dopo di che sono rimasti invariati, con un valore TSSC di 12.78 °Brix osservato alla fine del periodo di conservazione. Durante la conservazione a 24 ° C, i valori di TSSC hanno mostrato differenze statisticamente significative fino a 12 giorni di conservazione a causa della maggiore perdita di peso durante il periodo di conservazione (dati non presentati).

La sostanza secca, è comunemente utilizzata per stimare la conservabilità dei frutti di kiwi. La DM è utilizzata come indice per la qualità e per il gusto dei frutti ed è altamente correlata con il contenuto in solidi solubili totali quando il frutto è maturo (Harker *et al.*, 2009; Jordan *et al.*, 2000).

La relazione tra la DM e la TSSC è solamente rilevabile quando il processo di maturazione è completo (Jordan *et al.*, 2000). Il contenuto in DM differisce in base alla cultivar durante la conservazione come è riportato in tabella 11 e 12. I *baby kiwi* mostrano valori simili e simili cambiamenti in DM durante la conservazione ad entrambe le temperature. Per i frutti di ‘Jingold®Jintao’ e di ‘Hayward’ la sostanza secca ha una bassa variabilità, senza differenze staticamente significative in entrambe le modalità di conservazione (2 e 24°C). Il contenuto in vitamina C è stato analizzato alla raccolta e alla fine del periodo di conservazione (18° giorno) e i risultati sono riportati in tabella 13. I frutti di kiwi sono conosciuti come ricchi in vitamina C (Krupa *et al.*, 2011; Latocha *et al.*, 2010). Comparati alla cultivar tradizionale ‘Hayward’, le nuove cultivar commerciali di *baby kiwi* mostrano un più alto contenuto di vitamina C, con valori attorno ai 113.6 mg/100 g e 81.9 mg/100 g rispettivamente per ‘Rua®’ e per ‘Tahi®’. La diminuzione in vitamina C aumenta con il tempo di conservazione. I frutti della cultivar ‘Hayward’ mostrano un contenuto in vitamina C stabile per tutto il periodo di conservazione e non si sono osservate differenze tra i valori misurati a 2 e 24°C. La vitamina C misurata per la cultivar Rua® diminuisce del 21.3 e del 22.2% rispetto al contenuto iniziale (raccolta) rispettivamente per la conservazione a 2 e 24°C. Mentre per la cultivar ‘Tahi®’ al termine della prova diminuisce del 33.6% (2°C) e 38.6% (24°C). Le temperature più alte accelerano la diminuzione della vitamina C solamente in frutti della cultivar ‘Jingold®Jintao’, con una diminuzione del 53.8% rispetto la concentrazione iniziale.

Tabella 13. Evoluzione del contenuto di vitamina C

Cultivars di <i>Actinidia</i>	Giorni		
	18		
	0	2°C	24°C
cv Rua [®]	113±5.8 ^a	89.4±2.8 ^a	88.3±10.4 ^a
cv Tahī [®]	81.9± 6.6 ^b	54.4±5.0 ^b	50.3±1.8 ^b
cv Jingold [®] Jintao	67.6±3.8 ^c	44.5±3.5 ^c	31.2±0.8 ^c
cv Hayward	25.4±4.6 ^d	25.3±3.8 ^d	24.1±1.8 ^d

*Values in columns with the same letters are not significantly different according to the Tukey's test at $p \leq 0.05$.

4.4 Conclusioni

L'applicazione di modelli matematici rappresenta uno strumento efficace per prevedere i cambiamenti qualitativi durante la gestione post-raccolta e la *supply-chain* di frutta fresca. La consistenza del frutto è un parametro qualitativo chiave per la gestione delle condizioni di conservazione, in quanto è particolarmente influenzata dalla temperatura di conservazione. I modelli applicati in questo lavoro possono migliorare le nostre conoscenze relative al comportamento meccanico della *texture* dei kiwi conservati a diverse temperature e, pertanto, è utile per prevedere la durata di conservazione. La performance delle equazioni è stata influenzata dai diversi fattori considerati in questo studio (cultivar, (cultivar, condizioni di conservazione e metodologia usata per valutare la firmness). Il modello di Boltzmann è quello più idoneo a determinare il rammollimento dei frutti per la cultivar 'Rua[®]' attraverso l'impiego della compressione e *puncture test* su frutto intero e su fetta, ad entrambe le temperature di conservazione 2 e 24°C. Per la cultivar 'Tahī[®]' i frutti

hanno mostrato una migliore caratterizzazione con il modello esponenziale di decadimento, tuttavia il modello Boltzmann si è confermato il migliore per le cultivar 'Hayward' e 'Jingold[®]Jintao'. La valutazione delle equazioni per il softening potrebbe potenzialmente facilitare la gestione del prodotto, in particolare per mercati più distanti o in relazione agli imballaggi, e potrebbe anche ridurre le perdite economiche associate all'eccessivo rammollimento.

5 GESTIONE NEL MAGAZZINO ORTOFRUTTICOLO PER L'*ACTINIDIA ARGUTA*

Il capitolo deriva dalla sottomissione dell'articolo:

Briano R., Giuggioli N.R., Baudino C. e Peano C. (2018). *Post-harvest warehouse management for Actinidia arguta*. *Journal of Agricultural Science and Technology*. Sottomesso nel mese di gennaio 2018. (Allegato 3).

In figura 16 è rappresentato il *graphical abstract* riassuntivo della prova



Figura 16. *Graphical abstract* della prova sperimentale

5.1 Introduzione

Come ben conosciuto le pratiche di conservazione possono influenzare la qualità dei frutti nella catena del post-raccolta (Wang *et al.*, 2015). La ricerca sperimentale è essenziale soprattutto per le nuove cultivar di frutti come l'*Actinidia arguta* (Siebold et Zucc.) Planch. ex Miq. Tra i frutti freschi e deperibili come i piccoli frutti di kiwi e come gli altri *berry fruits* vengono consumati senza sbucciarli, quindi, più degli altri richiedono efficienti strumenti di conservazione nella gestione del post-

raccolta a causa del rapido rammollimento di essi (Giuggioli *et al.*, 2017; White *et al.*, 2005), la rugosità, la perdita di acqua e la decomposizione della frutta (Latocha *et al.*, 2014). Se comparati alle altre *actinidiacee* (*A. deliciosa* e *A. chinensis*) il baby kiwi può essere conservato per un tempo più breve, circa 1-2 mesi a 0°C (Baudino *et al.*, 2017; Lim *et al.*, 2016; Strik e Hummer, 2006). Precedenti studi hanno provato a identificare il miglior metodo per aumentare la *shelf-life* utilizzando l'applicazione dell'1-MCP (Wang *et al.*, 2015) o il *coating* edibile (Kayav *et al.*, 2016; Yang *et al.*, 2010; Fisk *et al.*, 2008) o identificando la raccolta ottimale per migliorare la conservazione (Oh *et al.*, 2017). In accordo con l'attuale scenario sociale ed economico, il *driver* dell'innovazione e il punto chiave per migliorare le prestazioni di tutte le tecniche di conservazione è il requisito di sostenibilità per soddisfare nell'ambito della competitività della *supply-chain*. È riportato, infatti, che alcuni metodi di conservazione richiedono la gestione dell'atmosfera controllata nel magazzino e sono molto costosi se comparati con le altre tecniche di conservazione (Wang *et al.*, 2015). Lo stoccaggio del magazzino rappresenta un punto critico della catena di fornitura della frutta fresca (Peano *et al.*, 2017) ma l'utilizzo degli imballaggi e dei *pallet bag* è stato segnalato come strategia di gestione delle tecniche di conservazione per il mantenimento della sicurezza e qualità di diverse specie come: mirtillo, fragola, lampone e prugne (DeEll, 2002; Peano *et al.*, 2013; Peano *et al.*, 2016). Attraverso l'impegno dei *pallet-bag* è possibile conservare grandi quantità di prodotto, facilitando il trasferimento dal magazzino, al camion o nei *container* per la spedizione (Bouchery *et al.*, 2017) o per conservare diversi tipi di frutti nella stessa cella frigorifera evitando possibili contaminazioni incrociate con altri prodotti. Il sistema del film estensibile nel magazzino è più facile da gestire rispetto al pallet Il

sistema dei *pallet-bag* (figura 17) richiede l'utilizzo di un sacchetto o *bag*, di un sistema di aspirazione e di iniezione di CO₂ se i prodotti necessitano di una conservazione dell'atmosfera modificata, un'alternativa più economica potrebbe essere l'utilizzo di un film *stretch* che avvolge il *pallet* in modo da ridurre i costi e i tempi di gestione nel magazzino.



Figura 17. Impiego di *pallet-bag* per frutti di *Actinidia arguta*

Considerando l'importanza del *packaging* come tecnica di stoccaggio e i pochi studi sull'effetto di questa tecnica nel magazzino di stoccaggio per il post-raccolta di *Actinidia arguta*, l'obiettivo del presente lavoro è stato quello di valutare gli effetti dell'utilizzo del film *stretch*, applicato come strumento facile ed economico per il mantenimento della qualità, del contenuto in polifenoli, dei parametri strutturali di due diverse cultivar di *baby kiwi* ('Hortgem Rua'[®] e 'Hortgem Tah'[®]) conservate fino a 60 giorni..

5.2 Materiali e metodi

- Materiale vegetale, disegno sperimentale e procedure di campionamento

L'actinidieta di *baby kiwi* si trovava a Revello (Cuneo, Piemonte, Italia). I frutti di *Actinidia arguta* (Siebold et Zucc.) provenivano da due cultivar differenti 'Hortgem Rua[®]' e 'Hortgem Tah[®]' e sono stati commercializzati con il marchio di NERGI[®] (Baudino *et al.*, 2017). Queste due cultivar sono nuove varietà brevettate originarie dalla Nuova Zelanda (Mc Neilage *et al.*, 2001, Mc Neilage *et al.*, 2004). Tutti i frutti di ciascuna cultivar sono stati raccolti allo stadio di maturazione di raccolta e conservati all'interno di cassette di plastica (270 x 370 x 165 cm) (Sistema CPR, Bologna, Italia). I frutti sono stati trasportati nel magazzino della Cooperativa Agrifrutta (Peveragno, Cuneo, Piemonte, Italia) e conservati alla temperatura di 1°C per diminuire rapidamente la temperatura al cuore dei frutti. I frutti sono stati selezionati in base al peso medio: per 'Hortgem Tah[®]' (10.1-15.0 g) e per 'Hortgem Rua[®]' (13.1-15.0 g) sono stati confezionati all'interno di cestini di plastica con coperchio in materiale R-PET (INFIA s.r.l., Cesena, Italia). Le dimensioni dei cestini erano di 17.2 x 13.2 x 4.0 cm contenenti 0.125 kg di frutti, le dimensioni del coperchio erano 17.8 x 13.6 cm. L'unità di stoccaggio sperimentale era un mini pallet costituito da 20 *plateaux* impilati e avvolto con un film estensibile in polietilene (figura 18).

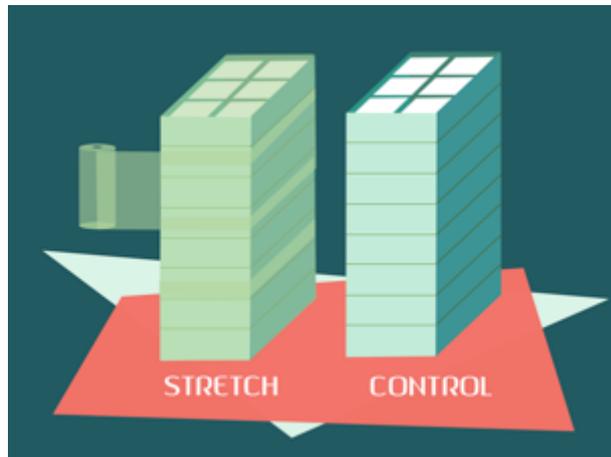


Figura 18. Rappresentazione del pallet con il film *stretch* e il controllo

Il film estensibile è stato utilizzato per avere una barriera protettiva contro l'aria forzata presente nella cella di conservazione, questo non era sigillato ermeticamente e per questo motivo non erano previsti dei cambiamenti dell'atmosfera. I campioni di controllo sono stati mantenuti in un'atmosfera normale in una cella frigorifera controllata ($1 \pm 1 \text{ } ^\circ \text{C}$, 95% di umidità). Tre repliche sono state considerate per ciascun controllo. Tutti i frutti sono stati conservati fino a 60 giorni. La qualità del controllo è stata eseguita il giorno dell'elaborazione delle confezioni (giorno 0) e dopo 20, 40 e 60 giorni di conservazione. A ciascun controllo qualitativo, sono stati selezionati a caso 20 cestini (controllo e film *stretch*) e sono stati determinati i seguenti parametri: perdita di peso, indicatori di qualità (solidi solubili totali, acido citrico e sostanza secca), differenze cromatiche totali, indicatori strutturali (*firmness* e *gumminess*), polifenoli totali. È stata eseguita anche un'analisi sensoriale per giudicare meglio i frutti.

- Perdita di peso, parametri qualità e *total colour difference*

La perdita di peso (%) è stata determinata utilizzando una bilancia elettronica (modello SE622, VWR Science Education, Radnor, Pennsylvania, USA), con una precisione di 0.1-0.2 g. Il peso è stato monitorato per tutto il tempo di conservazione ed è stato calcolato come differenza tra il peso del cestino iniziale e il finale. Il contenuto in solidi solubili totali (TSS) è stato valutato con un rifrattometro digitale Atago® Pal-1 (Atago Co. Ltd., Tokyo, Giappone) ed espressi come °Brix. Per ogni controllo di qualità lo strumento è stato calibrato con acqua distillata. Il contenuto in acidità totale (TA) è stato misurato usando un titolatore automatico (Titritino 702, Methrom, Herisav, Svizzera) ed è stato determinato usando 0.1 NaOH al punto finale di 8.1 in 5 mL di succo in 25 mL di acqua distillata. I risultati sono espressi come % di acido citrico e sono stati utilizzati come media di tre campioni basati su un fattore di conversione (Allegra *et al.*, 2017; Briano *et al.*, 2015). La sostanza secca (DM) per i *baby kiwi* è stata misurata su 10 frutti interi. I frutti sono stati posti in forno a 70 ± 2 ° C per 24 ore. I pesi iniziali e finali sono stati misurati utilizzando una bilancia elettronica e il valore è espresso in % in accordo con Mc Glone *et al.* (2003). I parametri del colore sono stati quantificati come L*, a*, b*. L* si riferisce alla luminosità e varia da L* = 0 (nero) a L* = 100 (bianco). Un valore negativo e positivo di a* indica rispettivamente il colore verde e rosso, mentre il positivo e il negativo b* indicano rispettivamente il colore giallo e il blu (McGuire, 1992). Il colore è stato valutato per 20 frutti nella parte centrale del frutto

utilizzando un analizzatore di colori tristimolo (modello CR-400; Konica Minolta, Langenhagen, Germania). Il cambiamento del colore della frutta durante il periodo di conservazione è stato riportato dall'indice di differenze cromatiche totale (TCD) (equazione 4), basato sulla valutazione delle variazioni di colore dall'inizio del giorno 0 (L_0 , a_0 , b_0) (Alexander *et al.*, 2012):

$$TCD = \sqrt{((L^* - L_0^*)^2 + (a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2)}$$

(Equazione 4)

Dove l'indice "0" è riferito al parametro ad inizio della prova di conservazione.

- *Texture*

Per valutare i parametri di *firmness* (N) e *gumminess* (g*s) è stata utilizzata un'analisi della struttura del profilo dei frutti (*texture profile analysis*, TPA) con un analizzatore di *texture* TA.XT.PLUS (Stable Micro Systems USA) (cella di carico da 30 kg). Il test di compressione è stato eseguito con una sonda piatta in alluminio da 30 mm (P/3), deformazione del 10%, velocità di pre-test di 1 mm/s, velocità di prova di 1 mm/s, velocità di post-test 5 mm/s e trigger force di 5 gr. Per la *gumminess*, è stata utilizzata una piastra di compressione da 75 mm (P/75) e sono stati applicati i seguenti parametri: deformazione (25%), velocità di pre-test (1 mm/s), velocità di prova (5 mm/s) e *trigger force* (5gr).

- Polifenoli totali

Il contenuto in polifenoli totali degli estratti delle bacche di *baby kiwi* è stato determinato per questa prova. La frutta (10 gr) è stata aggiunta a 25 mL di tampone di estrazione. La soluzione tampone di estrazione conteneva 500 ml di metanolo, 23.8 mL di acqua deionizzata e 1,4 mL di acido cloridrico al 37%. Dopo un'ora al buio e a temperatura ambiente i campioni sono stati accuratamente omogenizzati per 2 minuti con un ULTRA TURRAX (IKA, Staufen, Germania) e centrifugati per 15 minuti a 3000 giri al minuto. Il supernatante è stato trasferito in provette di vetro e conservato a - 20°C fino all'analisi. Il contenuto polifenolico dei campioni è stato misurato utilizzando il reagente Folin-Ciocalteu (Merck & Co., USA). L'assorbanza del colore blu sviluppato è stata letta a 765 nm seguendo il metodo di Slinkard e Singleton (1977). I risultati sono espressi in mgGAE / 100 g di frutta fresca.

- *Sensory analysis*

La valutazione della qualità del *baby kiwi* è stata determinata anche mediante l'analisi sensoriale, coinvolgendo 10 membri del panel precedentemente formati utilizzando i campioni commerciabili. I pannellisti hanno ricevuto 10 frutti interi per ciascun campione e hanno fornito descrizioni basate sul gusto, aspetto, *marketing*, luminosità e consistenza. Le valutazioni si sono svolte in cabine individuali di degustazione a temperatura ambiente. Tutti gli attributi sono stati valutati usando una scala a 5 punti (5 = eccellente, 4 = buono, 3 = giusto, 2 = scarso e 1 = inutilizzabile) è stato adottato il metodo Meilgaard *et al.*, 2006.

- Analisi statistica

Tutte le analisi statistiche sono state eseguite utilizzando il software SPSS Statistics 24 (2017, IBM, Milano, Italia) per Mac. Tutto il *data set* (cultivar ‘Hortgem Rua[®]’ e ‘Hortgem Tahī[®]’) per l’analisi dei parametri qualità e stato sottoposto all’analisi della varianza (ANOVA) con il post hoc di Tukey. Una differenza statisticamente significativa era indicata per i valori con $p \leq 0.05$. Un’analisi delle componenti principali (PCA) con rotazione Varimax con normalizzazione di Kaiser è stata inserita per sottolineare le relazioni tra i diversi parametri qualitativi misurati e l’analisi sensoriale. La PCA è stata eseguita utilizzando i dati standardizzati a causa della riduzione della dimensione dei dati multivariati. Sono stati ottenute due PCA per ciascuna cultivar ‘Hortgem Rua[®]’ e ‘Hortgem Tahī[®]’.

5.3 Risultati e discussioni

- Perdita di peso

Le perdite di peso per i *baby kiwi* sono riportate in figura 19. Le perdite di peso aumentano progressivamente durante tutto il periodo successivo alla raccolta. I campioni per entrambe le cultivar conservate nei *minipallet* avvolti con il film *stretch* hanno limitato la perdita di peso rispetto al campione controllo e sono state osservate differenze statisticamente significative tra i campioni a ciascun controllo qualità. I campioni controllo (*control*) per entrambe le cultivar hanno mostrato un andamento simile perdendo il massimo di peso alla fine del tempo di conservazione (rispettivamente 9.03% e 9.64% per ‘Hortgem Rua[®]’ e ‘Hortgem Tahī[®]’). Le migliori *performance*, per il controllo e la gestione della perdita di peso si sono osservate per il film *stretch* per la cultivar ‘Hortgem Tahī[®]’; infatti, alla fine del 60° giorno di conservazione le perdite di peso erano solo del 3.75% mentre allo stesso tempo, la cv. ‘Hortgem Rua[®]’ ha raggiunto una perdita di peso del 6.40%. Considerando il limite della commerciabilità al 6% della perdita di peso (Almenar *et al.*, 2007; Briano *et al.*, 2017; Maguire *et al.*, 2001), l’utilizzo del *minipallet* confezionato ha gestito positivamente i frutti limitando la rugosità della buccia già dopo 20 giorni e fino a 60 giorni di conservazione in magazzino.

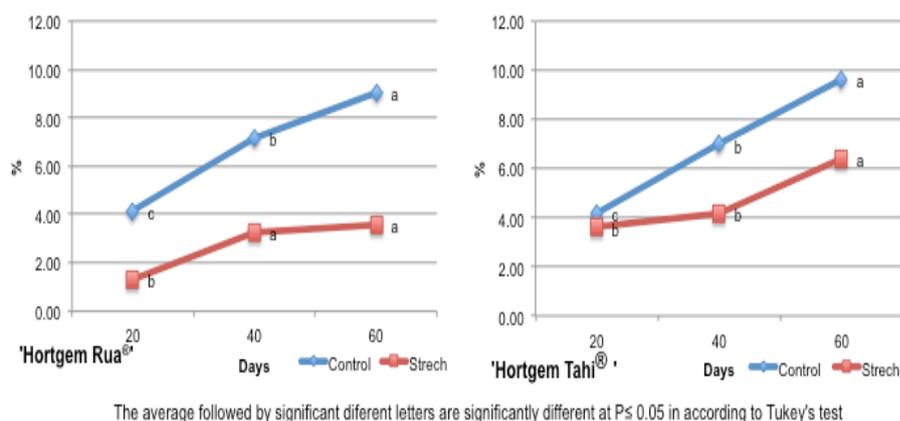


Figura 19. Evoluzione delle perdite di peso per le cultivar Hortgem Rua[®] and Hortgem Tahī[®]

- Parametri qualità

Le variazioni dei parametri qualitativi al momento dell'inizio della prova sono riportate in tabella 14. Sono state valutate il TSS, il contenuto in acido citrico e la sostanza secca nelle tabelle 15 e 16 rispettivamente per 'Hortgem Rua[®]' e 'Hortgem Tahī[®]'. Per la maggior parte dei campioni conservati avvolti con il film *stretch* è stato possibile osservare un aumento della concentrazione in TSS durante il periodo di conservazione. I valori più elevati di °Brix sono stati osservati alla fine dei 60 giorni di conservazione, ma senza importanti differenze tra il controllo e il film *stretch* per entrambe le cultivar. L'effetto del tempo di conservazione e della diversa gestione nel magazzino sul contenuto in acido citrico era simile per entrambe le cultivar testate. Differenze statisticamente significative sono state osservate per ciascun controllo qualità e una diminuzione dei valori è stata osservata per tutti i campioni. Per entrambe le cultivar è stato riscontrato il contenuto acidico più basso alla fine del periodo di conservazione per i campioni mantenuti con il film *stretch*. La conservabilità dei kiwi è ben nota di essere correlata al

contenuto in DM (Jordan *et al.*, 2000; Harker *et al.*, 2009). Per entrambe le cultivar e per ciascun campione sono state osservate differenze statisticamente significative durante il periodo di conservazione. Una diminuzione generale dei valori è stata osservata per tutti i campioni e il contenuto più basso di DM è stato raggiunto alla fine del tempo di conservazione per tutto il periodo di conservazione del *baby kiwi*. Ad ogni controllo qualità sono stati osservati valori simili tra i frutti conservati con il film *stretch* e il controllo, questo suggerisce la limitata influenza del film estendibile per mantenere livelli alti di contenuto in DM durante lo stoccaggio. Il rapporto zucchero/acido citrico dei campioni (dati non mostrati) suggerisce il gusto dolce di questi piccoli frutti come le bacche di goji e il gelso nero (Mikulic-Petkovse *et al.*, 2012), in particolare osservata per i frutti della cultivar ‘Hortgem Rua[®]’.

Tabella 14. Parametri iniziali (giorno 0) parametri analizzati (TSS, acido citrico, DM, luminosità, a*, b*, *firmness*, *gumminess*, polifenoli totali) per entrambe le cultivar

Parametri qualità	Hortgem Rua [®]	Hortgem Tahī [®]
TSS (°Brix)	6.21 ± 0.5	7.93 ± 0.3
Acido citrico (%)	0.90 ± 0.9	1.20 ± 0.5
DM (%)	15.43 ± 1.3	19.39 ± 1.1
L*	64.98 ± 1.9	65.98 ± 0.5
a*	39.43 ± 1.9	35.98 ± 1.2
b*	-1.23 ± 2.1	-1.09 ± 0.9
<i>Firmness</i> (N)	14.90 ± 0.9	16.00 ± 1.8
<i>Gumminess</i>	1152.9 ± 1.7	936.32 ± 1.4
TP (mgGAE 100 ^{-g})	189.98 ± 1.3	187.5 ± 0.9

Tabella 15. Evoluzione dei solidi solubili totali (TSS) (°Brix), acido citrico (%) e sostanza secca (%) per la cultivar cv Hortgem Rua® durante la conservazione

Parametri qualità	Campioni	20 giorni	40 giorni	60 giorni
TSS (°Brix)	<i>Control</i>	13.68 ^{ns*}	14.57	14.23
	<i>Stretch</i>	13.90 ^{ab}	13.73	14.96 ^a
Acido citrico (%)	<i>Control</i>	0.72 ^a	0.42 ^b	0.61 ^b
	<i>Stretch</i>	0.64 ^a	0.58 ^b	0.59 ^b
Sostanza secca (%)	<i>Control</i>	17.97 ^a	15.86 ^b	15.74 ^b
	<i>Stretch</i>	17.75 ^a	15.58 ^b	15.67 ^b

*The average in row followed by significant different letters are significantly different at $P \leq 0.05$ in according to Tukey's test.

Tabella 16. Evoluzione dei solidi solubili totali (TSS) (°Brix), acido citrico (%) e sostanza secca (%) per la cultivar cv Hortgem Tahī® durante la conservazione

Parametri qualitativi	Campioni	20 giorni	40 giorni	60 giorni
TSS (°Brix)	<i>Control</i>	14.20 ^{b*}	14.57 ^b	15.07 ^a
	<i>Stretch</i>	14.87 ^{ab}	13.73 ^b	14.80 ^a
Acido citrico (%)	<i>Control</i>	0.89 ^a	0.73 ^b	0.77 ^b
	<i>Stretch</i>	0.92 ^a	0.92 ^a	0.59 ^b
DM (%)	<i>Control</i>	19.88 ^a	18.25 ^b	16.53 ^c
	<i>Stretch</i>	18.11 ^a	17.15 ^{ab}	15.68 ^b

*The average in row followed by significant different letters are significantly different at $P \leq 0.05$ in according to Tukey's test

- *Total colour difference*

La disponibilità del *baby kiwi* e la possibilità del consumo con la buccia e quindi il mantenimento dell'aspetto esterno e del colore è la chiave per raggiungere il successo nel processo di *marketing*. L'indice del *total colour difference* (TCD) è dato dalla combinazione dei valori di L^* , a^* e

b* ed è stato utilizzato per valutare la decolorazione dei frutti (figura 20). L'indice di maturità colorimetrica è aumentato statisticamente durante il periodo di conservazione, indicando la progressiva maturazione dei frutti per tutti i campioni, ma questa tendenza è stata limitata per tutti i frutti conservati con il film *stretch*. Al termine della prova è stato raggiunto un valore di TCD più basso per i campioni avvolti con il film *stretch* della cultivar Hortgem Rua[®] (11.80). A causa della migliore gestione delle perdite di peso (contenuto di acqua) questi frutti hanno mantenuto una luminosità più alta (dati non mostrati). Campioni conservati nel *minipallet* avvolto con lo *stretch* per la cultivar Hortgem Tahī[®] hanno evidenziato un valore d'imbrunimento più elevato (TCD di 15.10) probabilmente dovuto al maggior sviluppo di antocianine durante il processo di maturazione, come suggerito da studi precedenti (Montefiori *et al.*, 2009).

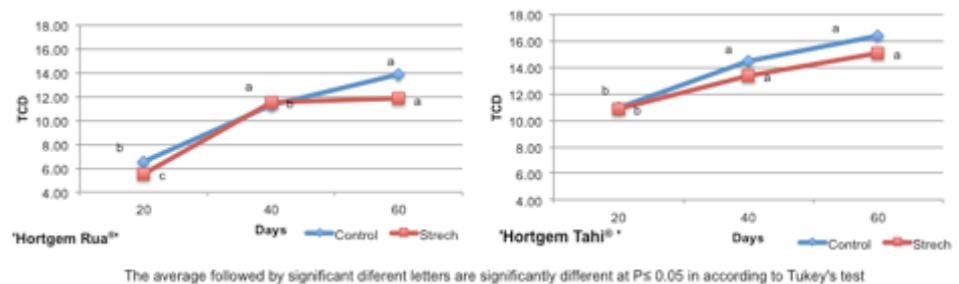


Figure 20. Evoluzione del *total colour difference* (TCD) durante i 60 giorni di conservazione per le cultivar Hortgem Rua[®] and Hortgem Tahī[®]

- Parametri strutturali

Sebbene la conoscenza dell'importanza dei modelli di rammollimento dei frutti di kiwi sia cresciuta negli ultimi anni (Giuggioli *et al.*, 2016), l'evoluzione dei parametri strutturali in condizioni di stoccaggio in *minipallet* avvolti con il film *stretch* non è conosciuta. Le variazioni dei valori di *firmness* e *gumminess* sono riportate nelle figure 21 e 22. Come

previsto, è stata osservata una diminuzione della consistenza della polpa in tutti i campioni di Hortgem Rua® e Hortgem Tahi® a causa della disidratazione correlata al tempo di conservazione (Wang *et al.*, 2015). Il miglior controllo per la perdita di umidità è stato associato al film *stretch*, questo ha influenzato positivamente il mantenimento della *firmness* dei frutti. A ciascun controllo il film *stretch* ha mantenuto i valori di *firmness*, per i frutti di Hortgem Rua® alti rispetto ai campioni di controllo. Alla fine dello stoccaggio, infatti, 2.39 N di *firmness* sono state misurate per i kiwi appena confezionati contro 1.60 N del controllo. La stessa evoluzione si è osservata per i frutti della cultivar Hortgem Tahi® dopo 60 giorni di conservazione in cui il valore medio era di 2.13 N per i frutti conservati con il film stretch e di 1.79 N per quelli controllo.

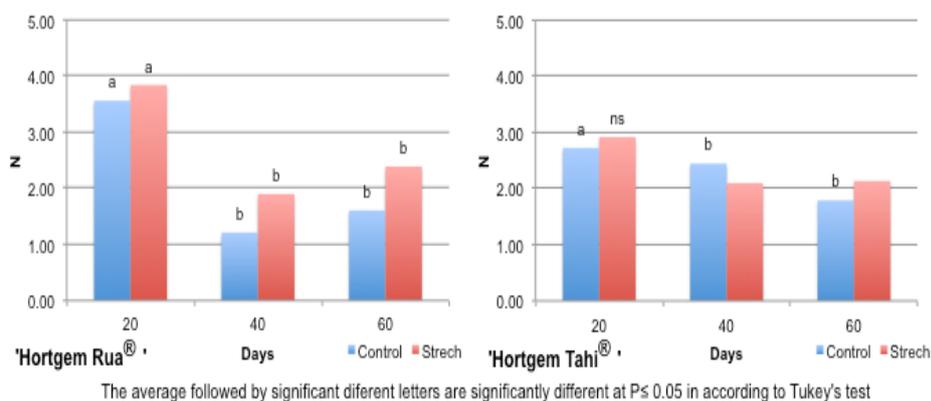


Figura 21. Evoluzione della *firmness* durante i 60 giorni di conservazione per le cultivar Hortgem Rua® e Hortgem Tahi®

L'evoluzione dei parametri adimensionali della *gumminess* (durezza x coesione) è riportata in figura 22. In questo studio l'evoluzione della *gumminess* è simile al comportamento della *firmness*, in quanto, i campioni controllo mostrano dei valori di *gumminess* più bassi, suggerendo una forte correlazione con il contenuto in umidità. Dopo 60

giorni di conservazione per i frutti della cultivar Hortgem Rua[®] e Hortgem Tahī[®] conservati con lo *stretch* hanno ottenuto rispettivamente i valori di 280.92 e 213.57. La maggiore diminuzione della *gumminess* per tutti i campioni controllo dipende dal raggrinzimento dei frutti.

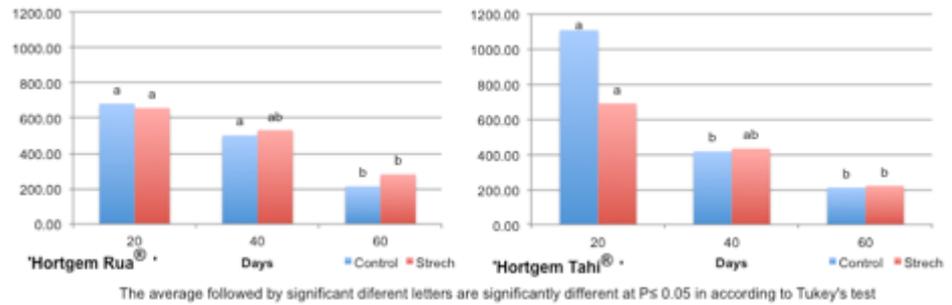


Figura 22. Evoluzione della *gumminess* durante i 60 giorni di conservazione per le cultivar Hortgem Rua[®] e Hortgem Tahī[®]

- Contenuto in polifenoli totali

I frutti di *Actinidia arguta* sono una ricca fonte di composti fenolici (Latocha *et al.*, 2013). Le variazioni del contenuto fenolico totale sono riportate in figura 23. È possibile osservare la differenza tra le due cultivar. Secondo studi precedenti (Krupa *et al.*, 2011; Latocha *et al.*, 2013) la cultivar Hortgem Tahī[®] ha mostrato un contenuto fenolico più alto rispetto l'altra cultivar. Per entrambe le cultivar il contenuto dei polifenoli aumenta con il tempo di conservazione ma non è possibile osservare l'effetto del film *stretch* sulla normale evoluzione del composto analizzato in questa prova.

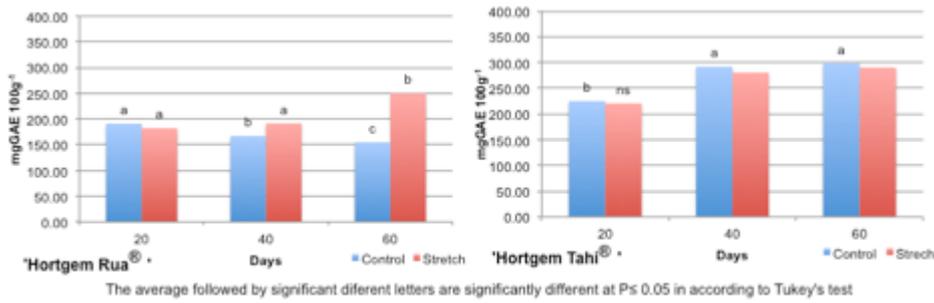


Figura 23. Evoluzione del contenuto in polifenoli totali durante i 60 giorni di conservazione per le cultivar Hortgem Rua[®] e Hortgem Tahī[®]

- *Sensory analysis*

Per migliorare la misurazione strumentale della qualità, la valutazione sensoriale è stata condotta dal *panelist* per giudicare la qualità complessiva del *baby kiwi* in termini di gusto e aspetto estetico dei frutti. Nelle figure 24 e 25 è rappresentata l'evoluzione delle due cultivar e dei due trattamenti durante l'intera durata della prova. I punteggi complessivi dell'analisi sensoriale dei campioni di Hortgem Rua[®] e Hortgem Tahī[®] (figura 26) sono diminuiti gradualmente quando il tempo di conservazione è trascorso raggiungendo il punteggio più basso dopo 60 giorni. Per ogni cultivar i frutti conservati nel *pallet* con il film estensibile hanno mantenuto una migliore qualità complessiva soprattutto in termini di luminosità, consistenza e sapore. I campioni di controllo di entrambe le cultivar hanno perso la qualità sensoriale (limite di commerciabilità) a causa della riduzione della freschezza come conseguenza della grave perdita di acqua (figure 24 e 25). Secondo García-Ramos *et al.* (2003) la cultivar Hortgem Tahī[®] dal sapore più forte è stata apprezzata più per il gusto se confrontata con la cultivar Hortgem Rua[®].

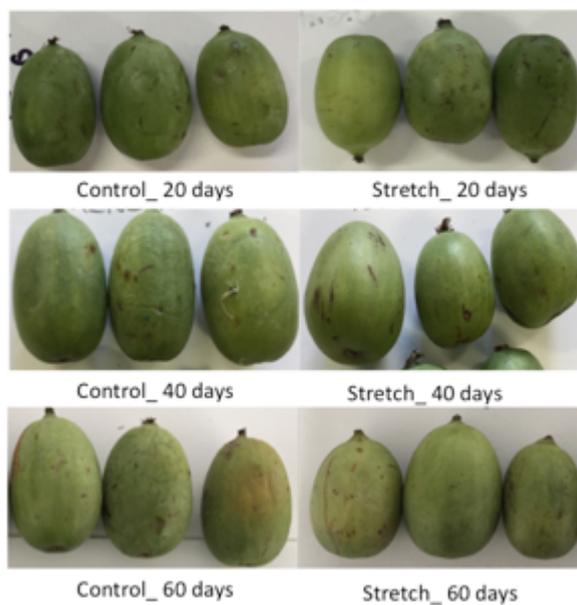


Figura 24. Rappresentazione grafica per la cultivar Hortgem Rua® a ciascun controllo qualità

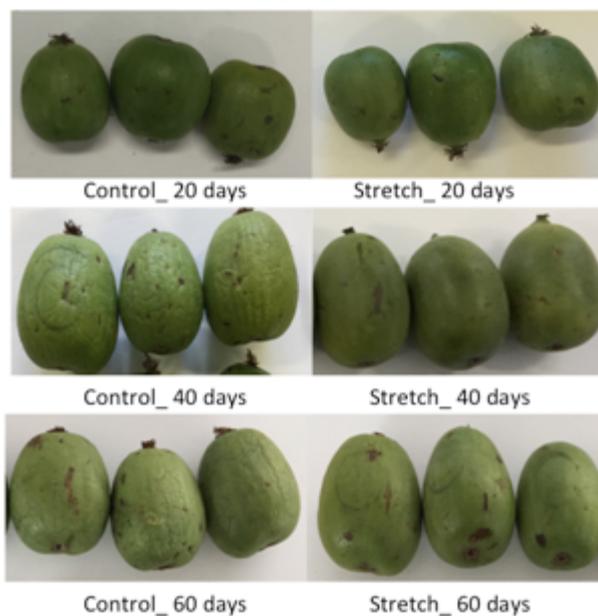


Figura 25. Rappresentazione grafica per la cultivar Hortgem Tahī® a ciascun controllo qualità

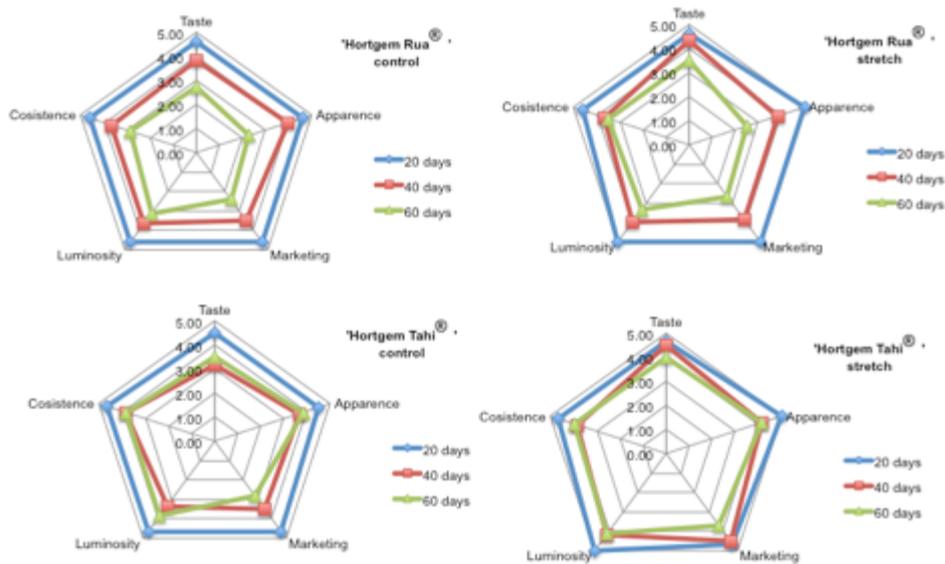


Figure 26. *Sensory analysis* per le cultivar Hortgem Rua[®] e Hortgem Tahii[®], conservate per 60 giorni in magazzino

- PCA

L'analisi delle componenti principali è stata effettuata sulla matrice di correlazione prodotta dai parametri di qualità e dai punteggi dell'analisi sensoriale dei *baby kiwi* di entrambe le cultivar conservate. Il grafico della PCA per la cultivar Hortgem Rua[®] e Hortgem Tahii[®] sono riportati rispettivamente nelle figure 27 e 28. Il contributo alla varianza cumulativa di tutta la componente principale è il risultato dell'85.73% per la cultivar Hortgem Rua[®] e ha contribuito con la maggior parte delle componenti principali (PC1) e secondarie (PC2) (rispettivamente 65.94% e 19.79%). Nel caso della cultivar Hortgem Tahii[®] il contenuto alla varianza cumulativa di tutte le componenti principali è risultato dell'81.04% (rispettivamente del 60.83% per il PC1 e del 20.21% per il PC2). Per Hortgem Rua[®] la PC1 è stata descritta dalla *gumminess*, dalla

perdita di peso e da tutti i parametri considerati nella valutazione sensoriale. Per Hortgem Tahī[®] la sostanza secca, la *gumminess*, il contenuto totale in polifenoli e tutti i parametri sensoriali hanno spiegato la PC1. Come si può vedere è possibile affermare come il parametro strutturale e gli attributi di valutazione sensoriale delle due cultivar appartengono entrambi alla PC1, questo dimostra come il giudizio esterno è il motore dell'accettazione da parte del consumatore del *baby kiwi* secondo studi precedenti di *Actinidia arguta* (Latocha *et al.*, 2011).

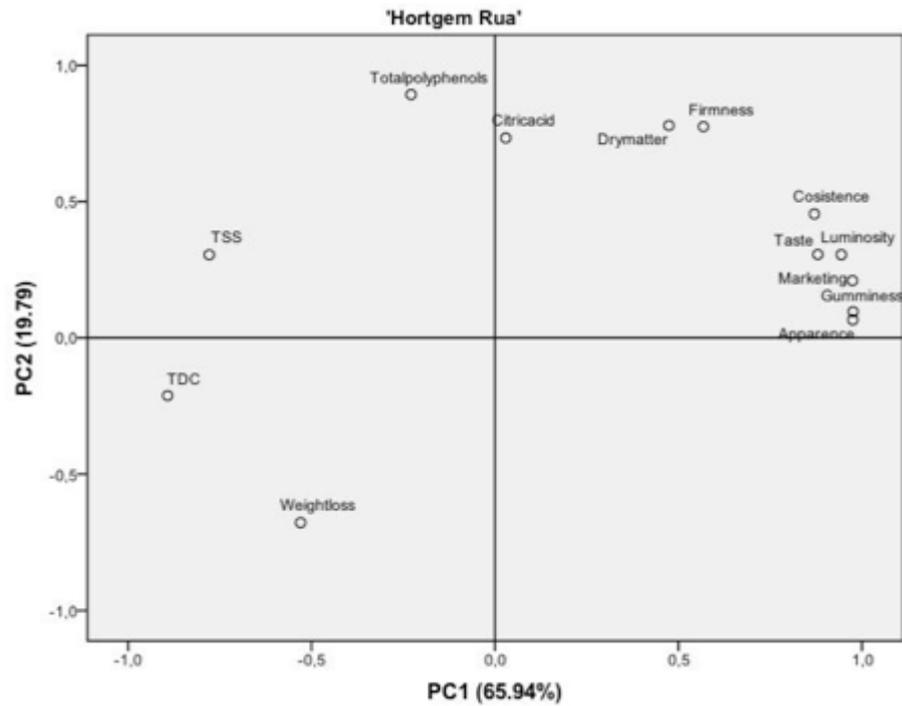


Figure 27. PCA per la cultivar 'Hortgem Rua[®]' per tutti i parametri analizzati

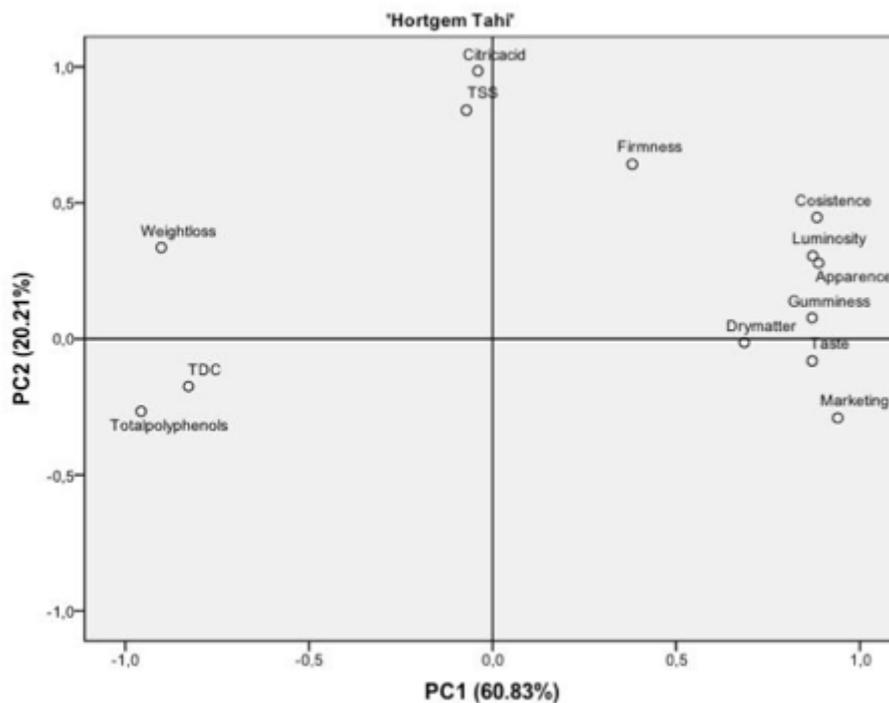


Figure 28. PCA per la cultivar 'Hortgem Tahi'[®] per tutti i parametri analizzati

5.4 Conclusioni

La breve durata della conservazione dei frutti di *A. arguta* è un punto critico per la loro commerciabilità, ma è possibile utilizzare un corretto strumento di conservazione a livello di magazzino che consenta la sostenibilità economica del processo di conservazione. La gestione del post-raccolta dei frutti può seguire la catena di approvvigionamento delle bacche del *baby kiwi*, quindi l'uso del film *stretch* per lo stoccaggio dei *pallet* potrebbe essere una soluzione promettente per mantenerne a lungo la qualità dei frutti. I *baby kiwi* rappresentano un nuovo prodotto nel canale commerciale della distribuzione e sono particolarmente apprezzati per la commestibilità di tutto il frutto. I campioni di Hortgem Tahi[®] e Hortgem Rua[®] conservati fino a 60 giorni con il film *stretch* hanno mantenuto buone caratteristiche di qualità se confrontati con i

campioni di controllo, specialmente in termini di gestione del peso e delle proprietà strutturali. La consistenza, la *gumminess* e gli attributi sensoriali influenzano principalmente l'accettazione da parte del consumatore del *baby kiwi*. Per migliorare il valore della catena di questi frutti potrebbe essere promettente scegliere per lo stoccaggio nel materiale dei *minipallet* dei film sperimentali ottenuti dalla chimica verde e perciò sostenibili dal punto di vista ambientale.

6 METODOLOGIE INTEGRATE (SWOT, TOWS, LCA) PER IMPLEMENTARE LA CATENA DI PRODUZIONE E LA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DEI KIWIFRUIT E DEI BABY KIWIFRUIT IN ITALIA.

Il seguente capitolo deriva dalla pubblicazione del seguente articolo: Baudino C., Giuggioli N.R., Briano R., Massaglia S. e Peano C. (2017). *Integrated Methodologies (SWOT, TOWS, LCA) for Improving Production Chains and Environmental Sustainability of Kiwifruit and Baby Kiwi in Italy*, *Sustainability* 2017, 9(9), 1621; doi:10.3390/su9091621 (Allegato 4). In figura 29 è rappresentato il graphical abstract dell'articolo.

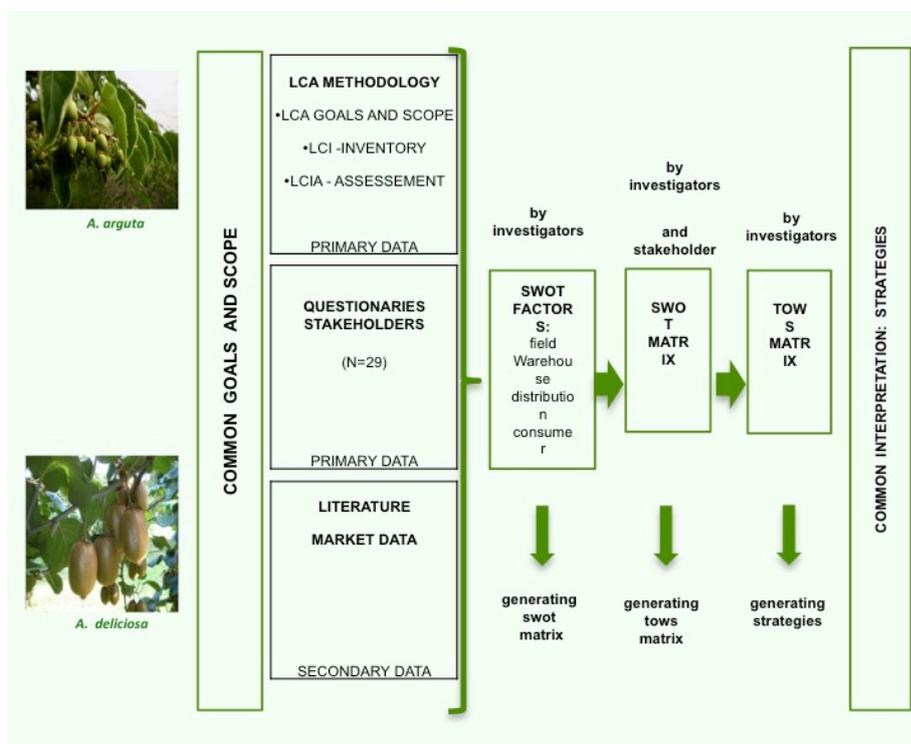


Figura 29. Graphical abstract dell'articolo “*Integrated Methodologies (SWOT, TOWS, LCA) for Improving Production Chains and Environmental Sustainability of Kiwifruit and Baby Kiwi in Italy*”.

6.1 Introduzione

L'*Actinidia arguta* è un genere arbustivo lianoso originario dall'Asia orientale. Nella metà del XX secolo la cultivar 'Hayward' di *Actinidia deliciosa* (A. Chev.) Liang e Ferguson, si è sviluppata in Nuova Zelanda e rappresenta tutt'ora il 90% del volume totale del mercato internazionale dei kiwi. La produzione globale di kiwi supera i 2.4 milioni di tonnellate all'anno. La Cina, produce circa la metà della produzione internazionale totale, ma solo 1% del suo volume è destinato all'esportazione. L'Italia, la Nuova Zelanda, il Cile e la Grecia sono congiuntamente responsabili di circa l'80 % di tutti i kiwi prodotti al di fuori della Cina con la maggior parte della produzione destinata all'esportazione (FAOSTAT, 2016). Una piccola parte della produzione mondiale è costituita da kiwi a polpa gialla (*A. chinensis* Planch.). 'Hort 16' A' e 'Jintao' sono le cultivar a polpa gialla in questo momento presenti sul mercato. Queste cultivar sono protette, questo significa che la loro coltivazione è limitata ai titolari delle licenze. La commercializzazione dei frutti è controllata da un consorzio ed è probabile che altre selezioni di kiwi a polpa gialla inizino ad essere coltivate. Questi si distinguono da *A. deliciosa* a polpa verde perché hanno la buccia liscia, polpa colore giallo e minore stabilità alla conservazione. Altre specie di *Actinidia* hanno un'importanza economica minore, incluso il kiwi *A. arguta* (Siebold and Zucc.) Planch. ex Miq., conosciuto anche con il nome di kiwi *berry*, *baby kiwi* o *cocktail kiwi* (Ferguson, 2013). L'*A. arguta* è chiaramente più piccolo di *A. deliciosa* e *A. chinensis* e ha delle dimensioni simili alle uve da *dessert*. La sua buccia è sottile e liscia e a seconda della varietà, può essere verde, viola o marrone. Il *baby kiwi* può essere consumato intero con inclusa la buccia. La sua breve durata di conservazione limita il potenziale

commerciale ma le piante hanno acquisito crescente popolarità negli ultimi 50 anni. Un fattore importante che contribuisce alla sua popolarità è il suo aroma (Lindhorst e Steinhaus, 2016). Un altro fattore che contribuisce al successo dell'espansione della coltivazione dell'*A. arguta*, è che, a seguito di prove sperimentali è stato incluso nel gruppo delle seguenti specie: *leiocarpae* *A. macrosperma* *A. valvata* *A. polygama* *A. melanandra* che hanno mostrato resistenza (o tolleranza) al batterio *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa) (Datson *et al.*, 2015). Uno dei problemi più recenti a livello internazionale legato alla coltivazione dei kiwi, è stata la diffusione dei batteri della PSA, che causa il cancro batterico. La PSA si è verificata per la prima volta in Giappone negli anni '80 (Takikawa *et al.*, 1989) con successivi focolai isolati in Corea del Sud (Koh *et al.*, 1994) e in Italia (Balestra *et al.*, 2009). Dal 2008 al 2011 si è verificata una rapida diffusione del cancro batterico PSA (Ferrante *et al.*, 2009; Froud *et al.*, 2015) a causa della disseminazione tra le piantagioni causate di essudati batterici, formati dal cancro batterico, durante tutta la stagione autunnale invernale e spesso trasportata dal vento (Nardoza *et al.*, 2014; Serizawa *et al.*, 1993). Questa situazione ha portato a un calo della produzione e della superficie investita dalle varietà classiche, in particolare nella produzione di *A. chinensis* (Hort 16 A) in Nuova Zelanda, dove è diminuito significativamente da 92200 ton nel 2010 a 37500 ton nel 2013. La batteriosi ha anche colpito importanti paesi produttori e ha interrotto la crescita della produzione internazionale di kiwi.

Ad esempio, dal 2008 ad oggi, l'Italia ha ridotto la superficie investita riducendo la produzione tra il 2010 e il 2013 di circa il 15% (CSO, 2016a). La situazione si sta lentamente riprendendo, con circa 25000 ha delle diverse cultivar di *Actinidia* coltivate in Italia. In Piemonte per

mitigare la PSA sono stati estirpati circa 1000 ha di piantagioni negli ultimi 5 anni. Quest'azione, è stata dichiarata nel recente Piano d'azione regionale, un decreto del Ministero dell'Agricoltura italiano (*Decreto Ministeriale del 15 marzo 2014, No 62, Misure per Impedire L'introduzione e la Diffusione di Pseudomonas syringae pv. Actinidiae Takikawa. Serizawa. Ichikawa. Tsuyumu & Goto nel Territorio della Repubblica Italiana*; Ministero dell'agricoltura: Roma, Italia, 2014). Al momento la ricerca internazionale sta sperimentando delle possibili soluzioni, che i produttori possono adottare nel breve termine. Da una parte, una serie di prodotti a base di rame, estratti da piante e agenti di controllo biologico (BCA) sono stati testati in vitro, in serra e in campo (Collina *et al.*, 2016; Monchiero *et al.*, 2015). Come evidenziato, si spera che si possa individuare una strategia combinata che considera il trattamento e la corretta gestione della potatura (compresa la disinfezione degli strumenti e la protezione delle incisioni di potatura), la fertirrigazione e l'irrigazione (Scortichini, 2016). La ricerca viene anche perseguita in altre direzioni, come le reti fotoselettive che sono state testate in Italia e i baldacchini di plastica in prova in Nuova Zelanda (Black *et al.*, 2015). In Nuova Zelanda viene anche prestata particolare attenzione all'ottenimento e alla coltivazione di nuove varietà come Gold3 e Gold9 (Vanneste *et al.*, 2017). Sebbene finora non siano state fornite informazioni sulle differenze nella suscettibilità di nuove cultivar di kiwi, in tutte le ricerche relative alla resistenza/suscettibilità delle diverse specie di Actinidia, l'*A. arguta* viene individuato come il meno colpito dal cancro batterico sia in Europa sia in Nuova Zelanda (Vanneste *et al.*, 2017). Ecco perché, una delle proposte alternative all'*Actinidia deliciosa* in Italia potrebbe essere la coltivazione dell'*A. arguta*. Oggi due cultivar commerciali di *baby kiwi*, "Hortgem Tahī[®]" e

"Hortgem Rua[®]", sono coltivate in Italia, Francia e Portogallo. Sono vendute nei negozi europei con il marchio di Nergi[®] dal 2013 ad oggi. La sfida è quella di avere piantagioni simili, da un punto di vista operativo, ma il frutto è veramente diverso rispetto dalle specie comuni (*A. deliciosa* e *A. chinensis*). Infatti, l'*A. arguta* è più piccolo (massimo 15-20 gr), con un colore verde brillante e buccia liscia e possono essere mangiati interi, senza sbucciarli, molto simili ai *berry fruits*.

Per comprendere al meglio il potenziale di sostituzione del kiwi comune in Piemonte con le piantagioni di *A. arguta*, per ottenere un approccio sistematico e un supporto per il processo decisionale, abbiamo valutato l'impatto ambientale delle due catene di produzione (campo e stoccaggio), tenendo in considerazione anche l'aspetto tecnico-operativo. La valutazione è stata condotta attraverso interviste con i produttori, con i tecnici di campo e di magazzino e i responsabili delle vendite al fine di rilevare i punti di forza e debolezza dei due sistemi. Il lavoro qui presentato considera l'applicazione del metodo *Life Cycle Assesment* (LCA) per il sistema di campo (due diverse fasi della piantagione: piante giovani e piante adulte in piena produzione) e l'analisi SWOT per l'intera catena di fornitura (campo e gestione del magazzino). L'interpretazione combinata dei risultati con l'analisi TOWS che permette l'individuazione dei punti di forza, debolezza, opportunità e minacce rispetto all'analisi SWOT, la quale fornisce una matrice strategica permettendo di sottolineare le strategie per *A. Arguta* in Piemonte. L'abilità della SWOT è di accoppiare le specifiche interne (forza e debolezza) e i fattori esterni (minacce e opportunità), quale a fornire matrici strategiche (Wehrich, 1982). È essenziale mettere in evidenza che i fattori interni sono il controllo del sistema dell'*A. Arguta* come le operazioni sul campo, *marketing* e altre aree. D'altro lato i

fattori esterni sono fuori dal sistema di controllo come i fattori macroeconomici, politici, le nuove tecnologie e competizioni. (Ghazinoory *et. al.*, 2011) L'interpretazione della matrice TOWS ha permesso di sviluppare strategie alternative sulla base delle relazioni tra minacce, opportunità, debolezze e punti di forza della SWOT (Aslan e Bozkurt,2010) includendo, tra i fattori interni gli impatti ottenuti dall'analisi dell'LCA.

La figura 30 mostra il diagramma di flusso utilizzato nella struttura concettuale.

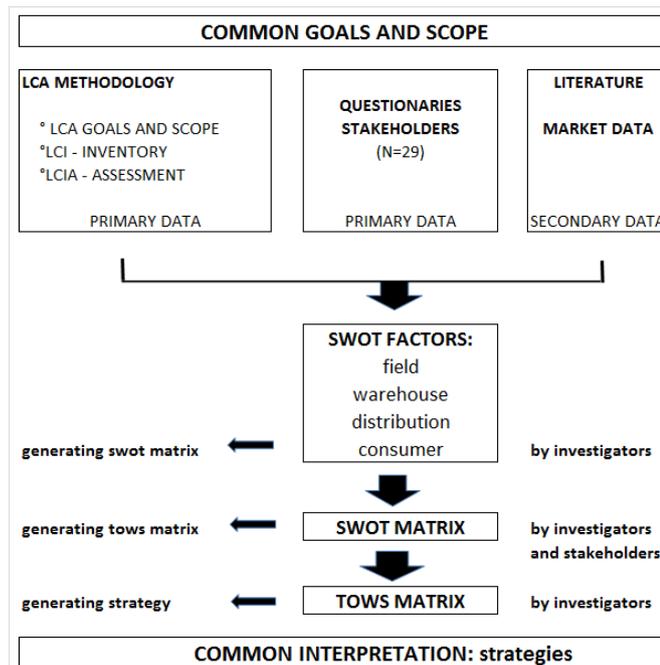


Figura 30. Flow chart concettuale del modello.

6.2 Materiali e metodi

Un'ottimale pianificazione strategica dell'industria del kiwi in campo coinvolge tutti i soggetti interessati nella *supply-chain*, ovvero dal produttore primario all'acquirente, ciò permette l'identificazione di possibili problematiche. Per raggiungere questo obiettivo, è importante identificare gli strumenti appropriati. Pertanto, dopo aver definito l'obiettivo comune e lo scopo riguardante le parti interessate, è stata condotta una valutazione delle prestazioni basata sull'applicazione parallela delle analisi del ciclo di vita (LCA), SWOT e TOWS. Per raggiungere questo obiettivo, lo studio ha perseguito due percorsi a partire dal 2015.

Il primo percorso ha sviluppato un'analisi quantitativa che valuta l'efficienza del sistema agricolo e di magazzino in termini di sostenibilità ambientale con l'approccio dell'LCA. Il secondo percorso ha comportato l'analisi qualitativa attraverso interviste semi-strutturate. Complessivamente sono stati redatti 29 questionari (somministrati ai produttori e ad altre parti interessate) durante le interviste faccia a faccia e le visite sul posto. Le interviste includevano domande sulla produzione sul campo, la gestione del magazzino e la gestione delle vendite.

- Contesto geografico

Per quanto riguarda la produzione e la diffusione del kiwi in tutta Italia, il Piemonte è la seconda regione dopo il Lazio, con circa 5300 ha distribuiti nelle provincie di Cuneo e di Torino, e rappresentano oltre il 20% della produzione italiana (CSO, 2016c). Con 10800 aziende frutticole, la produzione frutticola piemontese occupa una superficie di 51273 ha, pari al 5% del totale della superficie agricola della regione e del 15% in

termini di produzione ai prezzi base (480 milioni di euro stimati nel 2007) (Regione Piemonte, 2016). Il Piemonte è una regione fortemente specializzata nelle esportazioni, infatti fornisce circa il 40% di tutta la produzione di kiwi in Italia (il resto proviene dal Lazio e dal Sud Italia). In termini di caratteristiche territoriali, il clima è continentale sia in pianura sia in collina; gli inverni sono freddi (con temperature che scendono fino a -10 °C) e lunghi, mentre le estati sono brevi e calde (fino a +35 °C). Le precipitazioni sono concentrate principalmente in primavera e in autunno (media annuali di 1114 mm) (ARPA, 2016).

- Obiettivo e scopo dell'LCA

Il metodo del *life cycle assessment* (LCA) è stato applicato a questo lavoro e ha seguito le linee guida dell'International *Organization for the Standardization* (ISO) 14040:2006 (ISO, 2006). Il metodo dell'LCA è stato applicato con successo anche nei sistemi agricoli e agroalimentari (Cecchini *et al.*, 2016; De Luca *et al.*, 2017). Lo scopo dell'LCA era quello di valutare l'impatto ambientale per la produzione di 1 kg di *A. arguta* (cv 'Hortgem Tahì[®]' e 'Hortgem Rua[®]') e per la produzione di 1 kg di *A. Deliciosa* (cv Hayward) considerando la fase di campo (input I, figura 31) e la fase di magazzino (II input, figura 31).

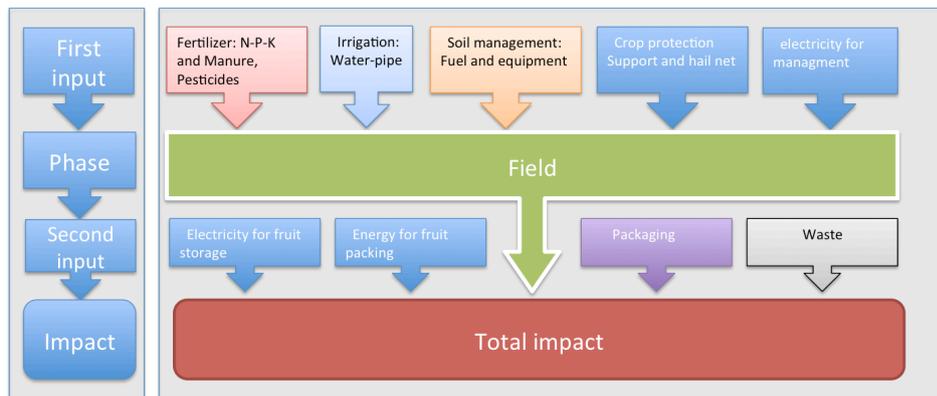


Figura 31. Diagramma di impatto per la produzione di *Actinidia arguta* e *Actinidia deliciosa*.

Gli impatti dell'intero ciclo di produzione per il campo sono stati calcolati per entrambe le specie coltivate, prendendo in considerazione la fase giovanile di campo e quindi aggiunti alla successiva fase produttiva adulta (Cerrutti *et al.*, 2014; Goossens *et al.*, 2017). Per entrambe le specie coltivate, la fase giovane dura 4 anni e la fase produttiva dura 20 anni (per un ciclo totale di 24 anni). Per quanto riguarda l'*A. deliciosa*, è stato considerato un livello di produzione di 10 t/ha nella fase produttiva. Per l'*A. arguta* i livelli di produzione considerati erano 7.5 t/ha nella fase giovanile e di 15 t/ha nella fase produttiva (dati dei coltivatori intervistati).

Questo approccio si basa sul principio che la frutta venduta può provenire sia dalla fase giovanile sia da quella adulta. Ciò significa che i kiwi possono provenire da una determinata fase di produzione del campo proporzionale alla resa accumulata durante tale fase (Goossens *et al.*, 2017).

L'impatto sull'intero ciclo di vita (calcolato utilizzando l'impatto del ciclo frutteto, equazione (5) è stato ottenuto pensando le varie fasi in relazione alla produzione (contributo di rendimento, equazione (6)) ed è stato calcolato come segue:

$$\text{Orchard cycle impact}_{j,k} = \sum_{i=1}^2 \text{impact}_{j,k,i} \times \text{yield contribution}_{k,i} \quad (5)$$

Con il fattore di ponderazione “yield contribution”:

$$\text{yield contribution}_{k,i} = \frac{\text{lifespan}_{k,i} \times \text{yield}_{k,i}}{\sum_{i=1}^2 \text{lifespan}_{k,i} \times \text{yield}_{k,i}} \quad (6)$$

dove:

- $\text{impact}_{j,k,i}$ = impatto medio annuale per kg di produzione per frutteto nella fase i , categoria d'impatto j e produzione del sistema k ;
- $\text{yield}_{k,i}$ = resa media ottenuta nella fase di produzione del frutteto i e della fase di produzione k ;
- $\text{lifespan}_{k,i}$ = durata della fase di produzione del frutteto i e del sistema di produzione k .

- Life Cycle Inventory (LCI)
- Confini del sistema e raccolta dati

I dati utilizzati per la realizzazione dell'LCA della fase di campo sono stati acquisiti attraverso dei questionari compilati da 20 produttori tra il 2015 e il 2016. Tutti appartenevano ad un'organizzazione di produttori situata in Piemonte in queste aziende venivano prodotte entrambe le specie di kiwi. Oltre alle interviste con i produttori, sono stati analizzati i quaderni di campagna del settore per ciascun'azienda agricola per quantificare le risorse utilizzate nella coltivazione. Ciò ha permesso allo studio di ottenere dati da un'area media di produzione di circa 70 ha per entrambe le colture. Nel caso dell'*A. arguta*, questa specie rappresenta la totalità degli ettari attualmente in produzione. Per quanto riguardano gli aspetti legati alla fase vivaistica, i dati sono stati acquisiti da due vivai che

forniscono le piante alle aziende. Le informazioni relative alla fase del post-raccolta sono state fornite da personale tecnico (3 persone) del magazzino frutticolo dove viene lavorato il prodotto (tabella 17).

Tabella 17. Principali input utilizzati per l'analisi della produzione di campo e di distribuzione per *A. arguta* e *A. deliciosa*

Fase	Operazioni o input	<i>A. deliciosa</i>		<i>A. arguta</i>	
		Macchine o materiali		Macchine o materiali	
Vivaio	Rooting	Substratum	300 L ha ⁻¹	Substratum	300 L ha ⁻¹
	Mulching	Black PE	400 kg ha ⁻¹	Black PE	400 kg ha ⁻¹
	Covering	White PE	6.7 kg ha ⁻¹	White PE	6.7 kg ha ⁻¹
	Covering	Metal supports	7.5 kg ha ⁻¹	Metal supports	7.5 kg ha ⁻¹
	Fertigation system	PVC piping	46 kg ha ⁻¹	PVC piping	46 kg ha ⁻¹
	Fertigation system	PVC tubing	46 kg ha ⁻¹	PVC tubing	46 kg ha ⁻¹
	Fertigation	Compost mix	300 kg ha ⁻¹	Compost mix	300 kg ha ⁻¹
	Fertigation	Water	40 m ³ ha ⁻¹	Water	40 m ³ ha ⁻¹
	Cold storage	Electrical energy	35 kWh m ³	Electrical energy	35 kWh m ³
Campo	Soil preparation	Plough or cultivator	1 h ha ⁻¹	Plough or cultivator	1 h ha ⁻¹
	Soil preparation	Harrow	1 h ha ⁻¹	Harrow	1 h ha ⁻¹
	Irrigation system	PVC piping	379.1 kg ha ⁻¹	PVC piping	379.1 kg ha ⁻¹
	Irrigation system	PVC tubing	52.8 kg ha ⁻¹	PVC tubing	52.8 kg ha ⁻¹
	Irrigation	Water	1440 m ³ ha ⁻¹	Water	1500 m ³ ha ⁻¹
	Base fertilization	Manure	40 t ha ⁻¹	Manure	50 t ha ⁻¹
	Fertilization	N	60 kg ha ⁻¹	N	60 kg ha ⁻¹
	Fertilization	P	30 kg ha ⁻¹	P	30 kg ha ⁻¹
	Fertilization	K	110 kg ha ⁻¹	K	120 kg ha ⁻¹
	Covering	hail net	600 kg ha ⁻¹	hail net	600 kg ha ⁻¹
	Covering	Wood supports	700 kg ha ⁻¹	Wood supports	700 kg ha ⁻¹
	Plant supports	Metal supports	300 kg ha ⁻¹	Metal support	300 kg ha ⁻¹
	Plant protection treatments	p.a.	2.5 kg ha ⁻¹	p.a.	1.5 kg ha ⁻¹
	Total processes	Diesel consumption	400 kg ha ⁻¹	Diesel consumption	220 kg ha ⁻¹
Post-raccolta	Refrigeration/storage	Electrical energy	0.33 kwh kg ⁻¹	Electrical energy	0.17 kwh kg ⁻¹
	fruit calibration	Electrical energy	0.006 kwh kg ⁻¹	Electrical energy	0.005 kwh kg ⁻¹
	Packaging	PE	0.02 kg kg ⁻¹	PE	0.019 kg kg ⁻¹
	Packaging	Cardboard	0.080 kg kg ⁻¹	PE bag	0.004 kg kg ⁻²

Sono stati considerati tutti i processi necessari per la gestione dell'actinidiato e della fase di post-raccolta, compresi i processi ausiliari associati come il trasporto del materiale e i rifiuti generati in ciascuna

fase. La fase di consumo e il trasporto dal punto vendita (supermercato) all'abitazione del consumatore finale non sono stati considerati. Tuttavia, lo smaltimento dei materiali d'imballaggio è stato incluso nell'analisi. Le principali differenze tra *A. arguta* e *A. deliciosa* sono riassunte nella figura 32. Entrambe le piante sono liane rampicanti.



Figura 32. Principali differenze di gestione tra *A. arguta* e *A. deliciosa* tra la produzione in campo e nel magazzino ortofruitticolo

Alcune delle principali differenze tra le due specie sono il peso, il tipo della buccia e il periodo di raccolta. Nel caso dell'*A. deliciosa*, il frutto ha un peso medio di 100 g ed una buccia pubescente e non commestibile. Al contrario il peso dell'*A. arguta* che varia tra i 15 e 20 g, ha una buccia liscia e commestibile. Il kiwi a polpa verde viene raccolto in Piemonte a fine ottobre-inizio novembre mentre il *baby kiwi* viene raccolto nei primi dieci giorni di settembre.

Entrambi vengono raccolti manualmente, ma per l'*A. arguta* gli operatori devono indossare i guanti per prevenire danni all'epicarpo dei frutti. I frutti di *A. deliciosa*, una volta raccolti, sono collocati in *bins* di plastica di volume di mezzo metro cubo (300 kg), prima di raggiungere il magazzino di lavorazione (post-raccolta) vengono conservati per una media di 4 mesi. Quindi il frutto calibrato, viene diviso in base alle dimensioni e i frutti imperfetti sono scartati. I frutti di *A. arguta*, essendo

particolarmente delicati, vengono raccolti in *plateaux* contenenti una quantità media di 10 kg di prodotto. Dopo la raccolta vengono portati in magazzino, dove vengono calibrati e confezionati in cestini PET coperchiati (125 g) e conservati per un massimo di due mesi, senza essere ulteriormente maneggiati.

- Life Cycle Impact Assessment (LCIA)

L'impatto ambientale dei prodotti è stato sviluppato dall'*International Life Cycle Data* (ILCD) e si sviluppa attraverso 16 categorie come riportato da Goossens *et al.*, (2017). Nel nostro lavoro abbiamo basato la nostra selezione di categorie in base alle categorie d'impatto (Girgenti *et al.*, 2013; I Canals *et al.*, 2007; Sessa *et al.*, 2004) ed abbiamo focalizzato la nostra analisi sul potenziale di riscaldamento globale (GWP) in accordo con il gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici (IPCC GWP 100a kg CO₂ eq) e l'energia non rinnovabile (primario MJ). La scelta di queste categorie d'impatto sono correlate all'esigenza di fornire una valutazione dell'impatto della produzione esaminata in relazione ai cambiamenti climatici che possono essere prontamente comunicati e compresi dalle parti interessate.

La categoria delle fonti energetiche non rinnovabili è stata selezionata per fornire una visione degli impatti in relazione alle emissioni e anche al consumo, quest'ultimo considerato è uno dei problemi più critici nel settore primario. Per analizzare i dati raccolti durante il *Life Cycle Inventory*, abbiamo utilizzato il *software* SimaPro 7.3 e relativi aggiornamenti (Pré, 2007). Il *software* ha permesso il monitoraggio e l'analisi dei cicli di vita, in modo sistematico e trasparente, seguendo gli

standard ISO del 14040 (2006) (Bernroider, 2006). È stata applicata una soglia del 2% e tutti i dati registrati al di sotto di questa percentuale sono stati raggruppati nella categoria “*other*”.

I *database* utilizzati per l’inventario sono presenti in Ecoinvent 2.2 e DK alimentary DK (Database Ecoinvent 3.3, 2007).

- SWOT e TOWS *Analyses*

Come suggerito da diversi autori (Bernroider, 2006; Srivastava *et al.*, 2005) abbiamo deciso di analizzare l’analisi SWOT come un’importante base per pensare strategicamente allo sviluppo della catena di produzione dell’*A. arguta* in Piemonte. Analogamente al lavoro di Demont e Rutsaert (2017) durante l’elaborazione della matrice SWOT, sono stati stabiliti gli aspetti favorevoli e sfavorevoli riguardo allo sviluppo di *A. arguta* nell’area, distinguendo al contempo gli aspetti interni (punti di forza e debolezza) ed esterni (minacce e opportunità) variabili.

Per superare le obiezioni sollevate in relazione dell’analisi SWOT (Panagiotou e Van Wijnen, 2005) della natura semplicistica e soggettiva dell’analisi, i dati primari sono stati raccolti dagli autori attraverso osservazioni sul campo e interviste approfondite con le principali parti interessate. I dati comprendono riunioni e questionari compilati da 10 produttori di *A. arguta*, 10 produttori di *A. deliciosa*, 3 tecnici, 3 direttori del reparto ortofrutticolo e 3 *buyers*. Inoltre, seguendo i suggerimenti di Lozano e Valles (2007) sono stati raccolti i dati secondari da pubblicazioni e documenti pubblicati dalle istituzioni competenti del settore (Istituto Nazionale di Statistica, Associazioni dei frutticoltori, Ministero dell’Agricoltura, Regione Piemonte). Nell’analisi sono state incluse anche le statistiche ufficiali sull’andamento della produzione, del

mercato e del consumo dei kiwi, dei frutti di bosco e altri frutti maggiori coltivati in Italia e nel mondo (FAOSTAT, 2016; Colina *et al.*, 2016; ISTAT 2016). Infine, le selezioni della matrice SWOT sono state distinte per campo, magazzino, distribuzione e consumatore, che rappresentano, le fasi principali della catena di approvvigionamento della frutta fresca (Peano *et al.*, 2017).

Dopo la creazione della matrice SWOT, la matrice TOWS, è stata sviluppata per fornire strategie alternative sulla base delle relazioni tra minacce, opportunità, punti deboli e punti di forza indicate nella SWOT (Wehrich, 1982). L'analisi della TOWS può anche essere applicata allo sviluppo di tattiche necessarie per implementare strategie e per trovare azioni più specifiche a supporti di queste tattiche. L'analisi esamina prima le minacce e le opportunità, seguite dalle debolezze e dai punti di forza. Secondo Wehrich (1982) la TOWS coinvolge quattro possibili strategie:

1. le strategie WT, queste impiegano il principio di minimizzare sia le minacce sia i limiti (Min-Min), riducendo le minacce e superando le carenze;
2. le strategie WO utilizzano il principio di minimizzare gli inconvenienti e massimizzare le opportunità (Min-Max), diminuire le debolezze e utilizzare le opportunità;
3. le strategie ST usano il principio di massimizzare i punti di forza e minimizzare le minacce (Max-Min), rafforzando i vantaggi e scongiurando i rischi;
4. le strategie SO utilizzano il principio di massimizzare sia i punti di forza sia le opportunità (Max-Max), valorizzando i meriti e sfruttando le opportunità.

6.3 Risultati e discussioni

- Sistema di produzione di campo LCIA

In tabella 18 sono elencati gli impatti medi annuali per kg di *A. arguta* e *A. deliciosa* prodotti all'interno di ciascuna fase del frutteto e l'impatto del ciclo di produzione di ciascuna fase del frutteto e l'impatto del ciclo di produzione totale sul campo come rappresentato da Gossens *et al.*, (2017). La fase di piena produzione ha il contributo con un rendimento più elevato mentre l'impianto in fase giovanile ha un contributo più basso. Sulla base di questi contributi di rendimento e dei valori medi annuali di impatto è evidente che le due fasi di impianto hanno contribuito in modo differente al ciclo di impatto degli impianti. Ciò si verifica per entrambe per entrambe le specie (*A. arguta* e *A. deliciosa*) anche se più evidente per il caso dell' *A. arguta*. Nella fase giovanile dell'*A. arguta* la produzione riscontrata è di 0.21 kg di CO₂ eq (GWP) e la fase completa è di 0.13 kg di CO₂ eq (GWP). Per quanto riguarda il ciclo del frutteto totale, l'*A. arguta* presenta un impatto di 0.14 CO₂ eq (GWP) e per l'*A. deliciosa* presenta un impatto di 0.11 CO₂ eq (GWP), i valori di GWP ottenuti sono per entrambe le specie inferiori rispetto al lavoro di Nikkhah *et al.*, (2016), in un caso studio della provincia di Giulan in Iran, dove i livelli di fertilizzanti NPK sono più alti.

Il maggior impatto dell'*A. arguta* anche in termini di IPCC è dovuto ai maggiore *input* per la protezione delle malattie del raccolto (Black *et al.*, 2015). Per NRE, la situazione è esattamente l'opposto perché c'è un maggiore impatto sulla coltivazione del kiwi a polpa verde (2.86 MeJ). Questo *data set* può essere ricondotto al maggior numero di pratiche agronomiche e trattamenti vegetali che sono stati effettuati nei frutteti per mitigare il diffondersi del batterio della PSA (Black *et al.*, 2015). Vale la

pena notare che il valore della fase giovanile è sempre superiore alla fase completa, analogamente al caso delle mele (Gossens *et al.*, 2017).

Tabella 18. Impatti medi annui per kg di *A. arguta* e *A. deliciosa* nell'ambito di ciascuna fase del frutteto (fase giovane e adulta) per le tre categorie di impatto in esame (riscaldamento globale, energia non rinnovabile, gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici (IPCC) e potenziale riscaldamento globale (GWO 100p). I valori tra parentesi per le fasi giovanili produttive indicano come queste fasi si realizzano rispetto alla fase produttiva completa: i valori positivi si riferiscono alla fase produttiva inferiore con un impatto ambientale superiore rispetto alla fase di piena produzione, mentre i valori negativi si riferiscono ad un minore impatto ambientale per la fase giovanile produttiva. L'ultima colonna elenca gli impatti associati a un intero ciclo di frutteto.

Categorie di impatto	Unità	<i>A. arguta</i>			<i>A. deliciosa</i>		
		Fase giovanile	Fase completa	Ciclo totale impianto	Fase giovanile	Fase completa	Ciclo totale impianto
Global Warming	kg CO ₂ eq	0.21 (+58%)	0.13	0.14	0.172 (+59%)	0.11	0.11
<i>Non-renewable energy</i>	MJ primario	3.58 (+65)	2.17	2.3	4.74 (+78%)	2.67	2.86
Ippc GWP 100a	kg CO ₂ eq	0.23 (+54%)	0.15	0.16	0.19 (+56%)	0.12	0.13

In figura 33 è esaminato con quale modalità i vari *input* delle colture influenzano i diversi tipi di impatto (A: energia non rinnovabile, B: potenziale riscaldamento globale, C: IPCC GWP 100a). L'*input* principale è la fertilizzazione a base di azoto (15-20%) sia per l'*A. arguta* e sia per l'*A. deliciosa*, come evidenziato da Muller *et al.*, (2015) in uno studio condotto in Nuova Zelanda. Un altro contributo, per il nostro studio è un impatto consistente dell'acqua, che rappresenta circa il 20-25% per entrambe le specie e per tutte le categorie d'impatto. In uno studio condotto in Grecia da Michos *et al.*, (2017) è stato analizzato il

coefficiente di produzione in campo in termini di energia (MJ/ha) indicando che l'irrigazione ha un maggior impatto (47.3%) nei frutteti biologici di kiwi. Dal nostro sistema in Italia, l'impatto più consistente deriva dal sistema anti-grandine, composto da numerosi supporti in legno e dalla rete antigrandine. Questa situazione riflette l'esito di numerosi studi sulla valutazione del ciclo di vita (LCA) in specie frutticole in cui è considerata la struttura della serra (Falcone *et al.*, 2016; Perri *et al.*, 2014). La protezione antigrandine è essenziale per l'*Actinidia*, in quanto garantisce una produzione di alta qualità e protegge la pianta dallo stress in caso di grandine secondo Muller *et al.*, (2015).

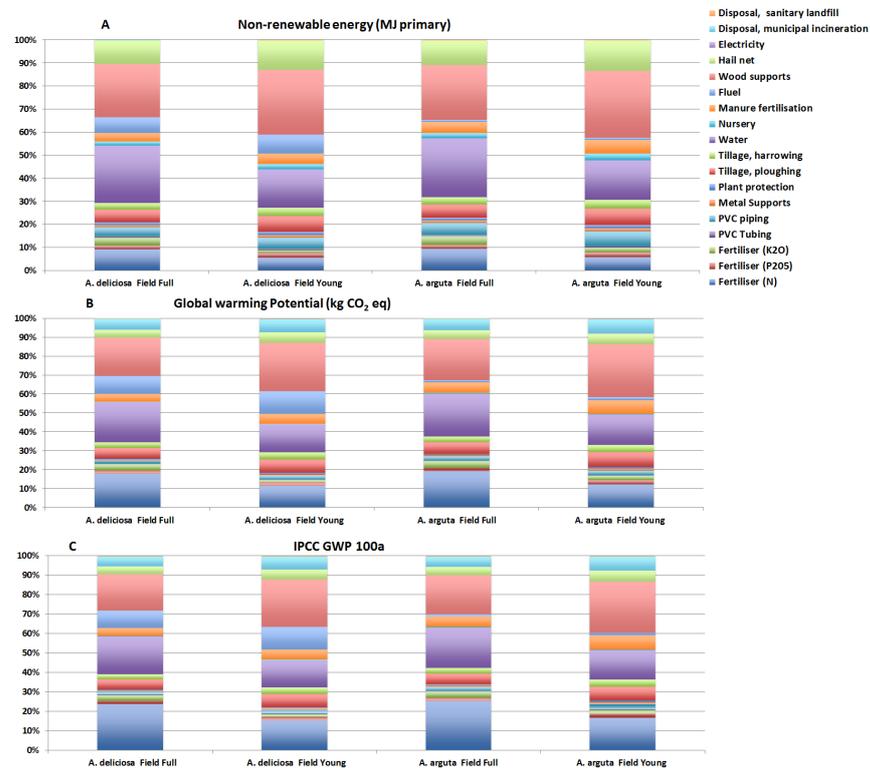


Figura 33. Impatti del ciclo frutteto per la produzione di 1 kg di *A. arguta* e *A. deliciosa*: contributi relativi di 2 fasi di produzione dei frutteti per ciascun sistema di produzione (A: energia non rinnovabile, B: potenziale di riscaldamento globale), IPCC GWC 100a).

I risultati dell'impatto per l'intera fase di produzione (campo e magazzino) sono registrati in tabella 19. Sulla base di tutte e tre le categorie d'impatto (energia non rinnovabile, potenziale di riscaldamento globale (GWP) e IPCC GWC 100), la catena di produzione per l'*A. deliciosa*, mostra rispetto *A. arguta* valori più alti, in linea con la catena di produzione della Nuova Zelanda (Mithraratne *et al.*, 2008). Analizzando la figura 34, relativa ai singoli *input*, è interessante notare che in tutte le catene di produzione e in ogni ciclo del frutteto (giovanile e fase adulta) la fase di campo copre dal 20% al 50% dell'impatto dell'intera catena. Il 50% si riferisce all'*input* della fase giovanile di campo dell'*A. arguta* che come già sottolineato, presenta dei rendimenti più bassi. Il 20% si riferisce alla fase adulta dell'*A. deliciosa*.

Tabella 19. Impatti medi per kg di *A. arguta* e *A. deliciosa* all'interno di ciascuna fase del frutteto (giovane e adulta) più la fase di magazzino per le tre categorie di impatto in esame (riscaldamento globale, energia non rinnovabile e IPCC GWP 100°). I valori tra parentesi per la fase giovanile produttiva indicano come queste fasi produttive rispetto alla fase produttiva completa. I valori positivi si riferiscono alla fase produttiva con un impatto ambientale superiore rispetto alla fase di piena produzione, mentre i valori negativi si riferiscono ad un minore impatto ambientale per la fase produttiva giovanile.

L'ultima colonna elenca gli impatti associati all'intero ciclo del frutteto.

Categorie di impatto	Unità	Fase giovanile		Ciclo totale impianto	Fase completa		Ciclo totale impianto
		Fase giovanile	Fase completa		Fase giovanile	Fase completa	
Global Warming	kg CO ₂ eq	0.39 (+23%)	0.32	0.33	0.53 (+13%)	0.47	0.48
Non-renewable energy	MJ primary	7.05 (+24%)	5.70	5.82	11.20 (+22%)	9.21	9.39
IPCC GWP 100°	kg CO ₂ eq	0.42 (+22%)	0.34	0.35	0.56 (+13%)	0.50	0.50

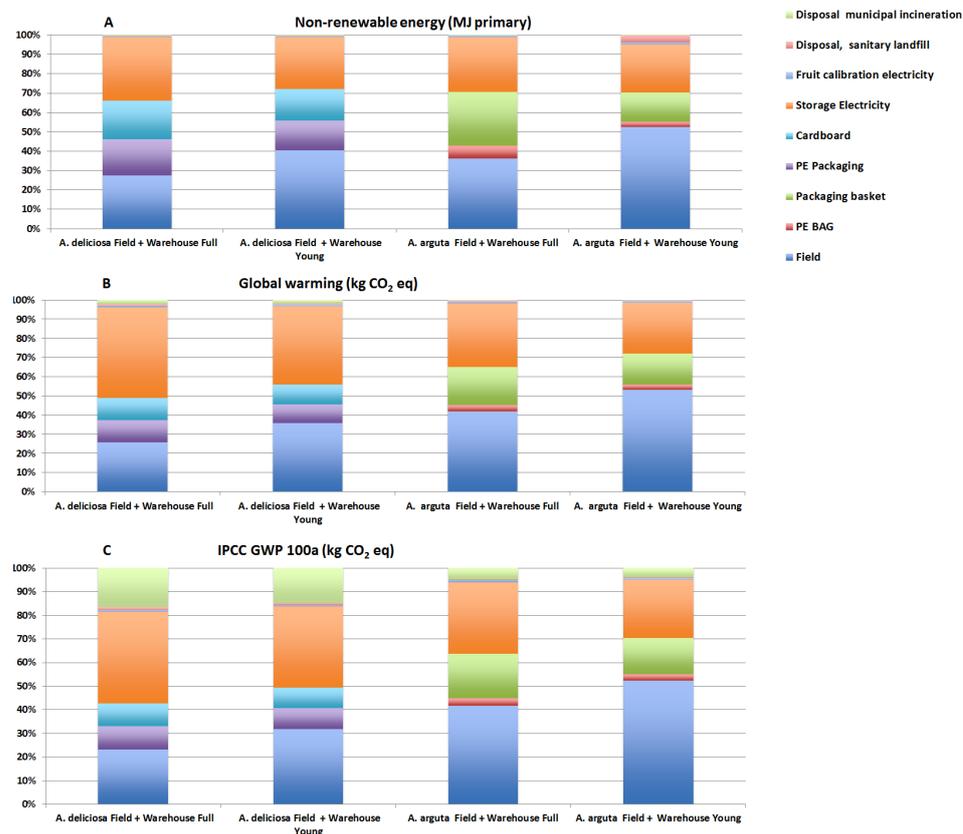


Figura 34. Impatto sul campo e sul magazzino per 1 kg di prodotto vendibile di *A. arguta* e *A. deliciosa*. (A) energia non rinnovabile, (B): potenziale di riscaldamento globale, (C) IPCC (GWC 100a).

Secondo gli studi condotti da Zespri® Internationa Ltd. a Tauranga, in Nuova Zelanda, l'uso dell'energia per le attività del punto vendita e del deposito refrigerato rappresentano l'input più elevato di circa 45% per *A. deliciosa* (Robertson *et al.*, 2014). La figura 35, analizza anche il modo in cui entrambi i fattori di produzione influenzano i vari impatti (energia non rinnovabile, potenziale di riscaldamento globale e IPCC GWC 100 a). Nel caso dell'*A. arguta* l'energia di accumulo è un input significativo (35%) ma ancora inferiore all'entrata in campo (40%). Il nostro studio non ha considerato il trasporto ai mercati finali perché la valutazione

degli impatti è funzionale alla realizzazione di strategie territoriali per l'espansione della catena di *A. arguta*. L'impatto dell'imballaggio non è particolarmente elevato (20%) ma potrebbe essere ulteriormente mitigato sostituendo i materiali utilizzati attualmente con i materiali di base biologica (Robertson *et al.*, 2014; Tecco *et al.*, 2016). In questo caso, l'imballaggio potrebbe essere fondamentale per una strategia di *eco-branding* (Peano *et al.*, 2015).

- **Analisi SWOT e TOWS**

I parametri di base della seguente analisi SWOT, che sono comuni per questo tipo di ricerca, sono divisi in due categorie generali: interna ed esterna (Nikolaou e Evangelinos, 2010). In termine di forza (fattori interni) comprende i sussidi e i benefici che emergono nella coltivazione della cv. Thai[®] (*A. arguta*) contro cv Hayward (*A. deliciosa*) (Ferguson, 2016). Allo stesso modo, i punti deboli (fattori interni) includono i fattori e gli elementi che rappresentano un ostacolo allo sviluppo di una catena di produzione di *A. arguta* in Piemonte.

Le opportunità (fattori esterni) rappresentano i benefici e ciò che accade in generale nella catena di produzione del kiwi piemontese (*A. chinensis*, *A. deliciosa* e *A. arguta*). Infine, per quanto riguarda le minacce (fattori esterni) contengono i problemi che si presentano e i potenziali ostacoli da evitare per i kiwi piemontesi. Quest'analisi genera una serie di questioni interessanti che semplificano il dibattito sulle strategie future.

Nel nostro caso (figura 35), i risultati sono analizzati considerando separatamente i quattro passaggi della catena di fornitura della frutta fresca (dall'azienda alla tavola). I punti di forza, i punti di debolezza, le opportunità e le minacce sono incluse nel punto della catena di

produzione in cui sono stati segnalati dagli *stakeholder* e spesso influenzano le altre fasi.

Fresh Fruit Supply Chain step	INTERNAL FACTORS	
	STRENGTHS	WEAKNESSES
 Field production	SF1 absence of warnings of PSA for <i>A. arguta</i> at world level SF2 constant yields SF3 sale turnover per hectare production value more elevate (+450%) SF4 existence of patented varieties (and relative association)	WF1 hectare production lower (-20%) WF2 higher harvesting costs (+500%) WF3 higher field LCA (+25%)
 Warehouse	SW1 lower field+warehouse LCA (-30%) SW2 economies of scale connected with berry fruits SW3 higher earnings	WW1 low maximum storage period (10 weeks) WW2 fruit harder to handle
 Distribution	SD1 easier volume planning SD2 expertise connected to berry fruits	WD1 lower presence in the market (10 weeks) WD2 difficult placement on mass retailer shelves
 Consumer	SC1 consumption ease (snack with smooth skin) SC2 perceived as a berry fruit (specialty)	WC1 consumption limitations if associated to berry fruits WC2 new and almost unknown product WC3 higher price for end consumer
Fresh Fruit Supply Chain step	EXTERNAL FACTORS	
	OPPORTUNITIES	THREATS
 Field production	OF1 organic production easy to implement OF2 varietal innovation (breeding experimented by consortium)	TF1 PSA and kiwi decline TF2 increase of treatments could reduce the product sustainability TF3 spread of varieties with different color flesh (yellow and red)
 Warehouse	OW1 implementation of the storage technology (in order to improve shelf-life and increase quality standards)	TW1 post harvest pathologies
 Distribution	OD1 export oriented supply-chains with marketing expertise developed in the last 40 years	TD1 likely competition with other kiwi supply-chains with lower production costs (e.g. Greece)
 Consumer	OC1 growing consumption trend for "healthy products" OC2 increasing consumer attention for products' origin	TC1 consumer loyalty with "strong" brands TC2 brands with higher retention for all the year (365/365)

Figura 35. Analisi SWOT e TOWS

- Parametri interni
 - Punti di forza (*strengths*)

È significativo, sottolineare che non sono stati riportati casi di declino del batterio e del kiwi in *A. arguta*, a differenza di *A. deliciosa* (Datson *et al.*, 2015; Nardozza *et al.*, 2015; Srivastava *et al.*, 2015). Le risposte degli *stakeholder* mostrano anche rendimenti costanti per ettaro con *A. arguta* rispetto alle consistenti fluttuazioni nella produzione dell'*A. deliciosa* negli ultimi 10 anni. Il fatturato per ettaro è molto alto (+450%) per i produttori. Inoltre, nel caso dell'*A. arguta*, la cultivar 'Hortgem Tahi'[®] analizzata nel presente studio è una varietà brevettata. La sua produzione e vendita fanno parte di un programma europeo gestito dal consorzio

Nergi[®] che protegge gli agricoltori dai rischi di eccessi del mercato dell'offerta (Girgenti *et al.*, 2016; NERGI, 2016).

Per quanto riguarda la conservazione nel magazzino, *l'A. arguta*, consente economie di scala se la lavorazione e il condizionamento avvengono utilizzando l'attrezzatura tecnica già utilizzata per altri frutti in altre stagioni, come i *berry fruits* (Zijm e Klumpp, 2017). Inoltre l'impatto ambientale è calcolato utilizzando il metodo della valutazione del ciclo di vita (LCA). I valori nella catena di produzione complessiva di *A. arguta* sono inferiori a quelli dell'*A. deliciosa* (-30% GWP) con riferimento al consumo di energia durante lo stoccaggio. Gli *stakeholder* hanno anche riportato maggiori guadagni grazie al più facile inserimento nel mercato europeo della frutta. Un punto di forza della specie *A. arguta* è la possibilità di sfruttare le competenze già sviluppate dai produttori della bacca. Sicuramente uno dei punti di forza è la sua qualità e la possibilità del pronto-consumo (frutto piccolo non pubescente) ed è notevolmente diverso dall'*A. deliciosa* (Datson *et al.*, 2015; Ferguson, 2016). Le parti interessate hanno sottolineato che *l'A. arguta* appartiene giustamente alla categoria delle *specialties*, come i *berry fruits* (Bernroider, 2002), conferendogli un posizionamento prioritario nel punto vendita.

- Punti di debolezza (*weaknesses*)

Nella prima fase di campo, l'*A. arguta* conserva i volumi di produzione unitari inferiori a quelli dell'*A. deliciosa* (-20%). I costi di raccolta (manodopera + costi accessori) sono molto più alti (+500%). Il calcolo dell'impatto ambientale dell'*A. arguta* con il metodo LCA è di circa il 25% più elevato per il GWP rispetto all'*A. deliciosa*. Nella seconda fase di magazzino, i limiti evidenziati dagli *stakeholder* intervistati sono duplici: breve tempo di conservazione e alta predisposizione al danno meccanico, che può renderlo più difficile da gestire. Per gli operatori di distribuzione, i limiti dell'*A. arguta* sono rappresentati principalmente da un breve periodo di vendita (2.5 mesi) e dalla difficoltà di identificare il prodotto sullo scaffale (Wang *et al.*, 2014). Nella terza fase di consumo, le sfide sono rappresentate dalla mancanza di conoscenza del prodotto. Ad esempio, i clienti tendono a confondere l'*A. arguta* con altri prodotti simili come le olive. Inoltre, come per la maggior parte delle *specialty*, il *baby kiwi* potrebbe essere considerato inadatto all'acquisto quotidiano a causa del prezzo alto (Jaeger e Harker, 2005; Hu *et al.*, 2009).

- Parametri esterni
 - Opportunità (*opportunities*)

Le caratteristiche della catena produttiva dei kiwi in Piemonte offrono una facile opportunità per l'implementazione di modelli agricoli della frutticoltura sostenibile, ovvero di agricoltura biologica (Antonio *et al.*, 2008; Page *et al.*, 2011). Queste sono opportunità addizionali che in questi anni si basano su programmi di *breeding* internazionali e possono

condurre a coltivare cultivar con differenti livelli di sensibilità alla PSA e del declino del kiwi (Datson *et.al.*,2015). Come i livelli di continua innovazione tecnologica, nuove tecnologie di post-raccolta saranno capaci di raggiungere un incremento del tempo di conservazione e nel complesso la qualità dei frutti. Durante la fase di distribuzione, le competenze sviluppate negli anni dai distributori piemontesi rappresentano un aspetto positivo per l'ulteriore aumento delle esportazioni in nuovi mercati come la Russia, il Brasile e l'India (Regione Piemonte, 2016).

Nella fase finale della *fresh fruit supply chain*, il costante sviluppo e la difesa dei prodotti sani rappresentano un'opportunità di crescita all'interno dell'intero settore dei kiwi piemontesi, nonché una maggiore attenzione da parte dei consumatori all'origine dei prodotti acquistati.

- Minacce (*threats*)

Nonostante la segnalazione dei focolai del batterio della PSA siano in riduzione, il problema relativo a questa patologia e al declino del kiwi è ben lungo dall'essere risolto con la sostituzione di *Actinidia* con altre specie di frutta. L'arrivo di nuove cultivar e selezioni sul mercato con polpa colorata (gialla e rossa) così come diverse condizioni del suolo e climatiche (nuove aree di produzione), potrebbe portare ad un aumento della concorrenza. Sebbene l'innovazione tecnologica negli ultimi anni abbia limitato le alterazioni del post-raccolta durante lo stoccaggio a lungo termine, la *Botrytis* e la *Phyalophora spp* erano tra le principali patologie del post-raccolta che colpivano i frutti di kiwi incrementando lo spreco. Queste patologie rappresentano ancora una minaccia e una possibilità di aumentare gli sprechi. Durante la fase di distribuzione, le

parti interessate in Piemonte hanno espresso la preoccupazione che la produzione piemontese possa soffrire a causa della concorrenza dei kiwi provenienti da altri continenti con un costo di produzione inferiore (ad esempio i prodotti provenienti dalla Grecia). Infine, la sfida più grande arriva dai consumatori che spesso diventano fedeli ai marchi internazionali come Chiquita® e Zespri® poiché i prodotti piemontesi nei punti vendita sono spesso irriconoscibili (Brunori e Massai, 2007). La presenza di questi marchi negli scaffali dei punti vendita ogni giorno dell'anno limita le opportunità di crescita del mercato dei marchi piemontesi.

I risultati della SWOT *analysis* possono essere usati per sviluppare le strategie dell'*A. Arguta* del sistema Piemontese la matrice TOWS (tabella 21). È importante decidere le strategie specialmente quando vanno a influire sulla commercializzazione del prodotto e sul *marketing*. La matrice TOWS consente di usare i punti di forza per prendere opportunità di vantaggio e eliminare ciascun potenziale punto di debolezza (Dyson,2004).Essi possono usare le opportunità per superare le debolezze e sviluppare strategie di difesa per aiutare a minimizzare le debolezze e eliminare le minacce. Come descritto prima in molti dettagli le strategie possono dividersi in 4 gruppi: SO, ST,WO e WT (tabella 21).

Per quanto riguarda la strategia SO identificata dagli sperimentatori della tabella 21, lo sviluppo su larga scala dell'*A. arguta* è reso possibile dall'assenza di PSA e dalla capacità del consumo del frutto (pronto da mangiare). È anche possibile sfruttare l'andamento positivo del consumo legato agli aspetti sanitari anche di sfruttare le economie di scala. La strategia ST mira a caratterizzare il frutto dell'*A. arguta* associandolo ai *berry fruits* (es., *baby kiwi*). La somiglianza con questa categoria di

prodotti è anche legata alla praticità del consumo grazie alle piccole dimensioni dei frutti, così come le loro qualità e gusto aromatico. La strategia WO prevede lo sviluppo di una catena orientata all'esportazione che si concentri su paesi con consumatori attenti all'ambiente e disposti a pagare prezzi più elevati per i prodotti di produzione biologica. Infine, la strategia WT è legata a una differenziazione guidata dal posizionamento su un mercato di nicchia del marchio Nergi[®], con conseguenti notevoli investimenti nel *marketing*.

Tabella 21. Matrice dell'applicazione di minacce, opportunità, debolezze, resistenze (TOWS) al sistema dell'*A. arguta*. La prima lettera degli acronimi riportati nella matrice TOWS, come codificata nella figura xxx, si riferisce alle 4 tipologie di fattori analizzati dalla SWOT (punti di forza, debolezza, opportunità e minaccia), la seconda lettera indica uno dei quattro passaggi del catena di approvvigionamento della frutta fresca (campo, magazzino, distribuzione e consumatore).

SO Strategy (Max–Max)	WO Strategy (Min–Max)
1. <i>large scale oriented</i> SF1, SW1, SD1, SC1 OF1, OW, OC1, OC2	3. <i>export and organic oriented</i> WD2, WC1, WW1 OF1, OC1, OC2, OF1, OD1
ST strategy (Max–Min)	WT strategy (Min–Min)
2. <i>berry-fruit market oriented</i> SF1, SF4, SW3, SC2, SW1 TF1, TW1, TD1, TC1	4. <i>niche oriented</i> WF1, WW1, WD1, WD2, WC1, WC3 TF3, TW1, TD1, TC1

6.4 Conclusioni

Questo studio contribuisce a una comprensione più sintetica dei fattori, che sono il *driver* e i vincoli importanti nel progresso dell'*A. arguta* e la sua possibile accettazione come nuovo sistema di frutta prodotta in Piemonte. La nostra analisi serve come veicolo per sollecitare le opinioni di coloro che sono coinvolti nell'industria del kiwi in Piemonte come mezzo per identificare, chiarire e offrire soluzioni potenziali alle attuali problematiche socio-economiche. Inoltre, la nostra analisi mira a promuovere un dialogo più ampio sulle opzioni disponibili in termini di specie e varietà future tra gli *stakeholder* locali. La valutazione del ciclo di vita (LCA) ci ha aiutato a concludere che, la potenziale sostituzione di *A. deliciosa* con *A. arguta* non cambierebbe l'attuale impatto ambientale della coltivazione del kiwi nella zona. Da un punto di vista economico, questa coltura, nonostante sia ad alta intensità di manodopera è considerata dalle parti interessate come una buona possibilità grazie ai suoi guadagni alti e stabili. Va notato che vi sono opinioni convergenti tra gli intervistati nei diversi gruppi d'interesse (coltivatori, tecnici, distributori, acquirenti di massa). Questo a sua volta dimostra la capacità degli operatori del settore del kiwi in Piemonte di lavorare armoniosamente e identificare un programma di gestione e di successo dell'*A. arguta*. Sulla base della sintesi dei risultati della nostra analisi TOWS raccomandiamo le seguenti strategie di sviluppo per contribuire a dare forma alla futura catena di approvvigionamento dell'*A. arguta* in Piemonte:

1. Orientamento su larga scala
2. Orientamento sui *berry fruits*

3. Esportazione e orientamento biologico

4. Orientamento alla nicchia.

Considerata l'attuale crisi dell'industria del kiwi in Italia, riteniamo di aver fornito dei possibili prossimi passi nella pianificazione strategica individuando le problematiche attuali e potenziali future, con prospettive e opzioni di offerta dalle parti interessate dalla *supply-chain*. I metodi usati nello studio qua descritto sono soggetti a limitazioni. Non dimeno riteniamo che i metodi scelti siano idonei a identificare le propensioni rilevanti rispetto alla sostituzione dell'*A. deliciosa* con l'*A. arguta* in Piemonte. È necessario mettere in evidenza che, i risultati di questo studio potrebbero non essere applicati ad altre regioni poiché la maggior parte delle circostanze differiscono significativamente dall'area in cui è focalizzata la nostra analisi. Sarà necessario a breve termine effettuare una valutazione economica dettagliata, che può portare alla definizione di un'analisi costi-benefici della sostituzione. Infine, questa valutazione può aiutare a studiare le questioni con una prospettiva più tecnico agronomica o confermare la possibile resistenza dell'*A. arguta* alla PSA.

7. CONCLUSIONI

L'introduzione del *baby kiwi* commercializzato con il *brand* NERGI® nel gruppo di *berry fruits* proposto da Ortofruit Italia sul mercato nazionale ed internazionale è recente (2014). A differenza di ciò che è avvenuto con mirtillo gigante americano e lampone, in questo caso non si è dovuto modificare una filiera esistente per meglio rispondere ad un mercato in continua evoluzione (Peano *et al.*, 2017), ma sin da subito si è cercato di far riferimento a quelle che sono le richieste base di un mercato *consumer-driven* ovvero quelle relative ad elevata *shelf-life* del prodotto, caratteristiche qualitative e nutrizionali e sostenibilità dei processi di filiera. Per avviare e consolidare direttamente una filiera di tipo II così come descritta da Verdouw *et al.*, nel 2010, si è attivata una strategia basata sulla realizzazione di sperimentazioni in campo e magazzino oltre che scambio d'informazioni con tecnici del settore e *buyer* della GDO. E' possibile osservare nella *timeline* (figura 36) l'evoluzione avvenuta negli ultimi 4 anni ed in particolare come le superfici siano aumentate passando da 41 a 85 ha in coltura, aumento che ha permesso una commercializzazione di 350 t di prodotto nel 2017. Questa coltura ha sostituito principalmente il kiwi a polpa verde (cv Hayward) e in parte il pesco nelle aziende storicamente aderenti a Ortofruit Italia ma ha anche permesso l'aggregazione di nuove aziende interessate al tema della diversificazione colturale. Tale *trend* conferma quanto già sta avvenendo, a partire dal 2007, con la sostituzione di alcuni impianti storicamente destinati alla frutta maggiore con altri *berry fruits* (Mercuriali, 2017).

Questa conversione colturale delle aziende agricole, si è resa possibile grazie all'approccio all'innovazione della *governance* di

Ortofruit Italia, risultato di un confronto continuo con fattori esterni e in particolare con gli enti di ricerca, le condizioni di mercato e le richieste dei consumatori. Nuovi prodotti e nuovi canali distributivi hanno richiesto un maggiore coordinamento per soddisfare le esigenze logistiche, di qualità del prodotto e di sostenibilità. Questo maggiore coordinamento tra i vari *step* della FFSC, è stata facilitata dal fatto che Ortofruit Italia è una OP (Organizzazione produttori) che rappresenta di fatto un riequilibrio del potere contrattuale all'interno delle filiera frutticole ed un motore per l'innovazione del settore agricolo, come auspicato dal regolamento UE n. 1308/2013.

Il percorso di questi 3 anni di Dottorato in regime di apprendistato, ha rappresentato un tassello importante nella strategia aziendale di Ortofruit Italia analizzando *in primis* quali erano le tematiche principali da affrontare per l'introduzione di *A. arguta* nelle aziende conferitrici e implementando le informazioni tecniche con prove sperimentali mirate all'ottenimento di un protocollo di conferimento e gestione post-raccolta del *baby kiwi* (figura 36).

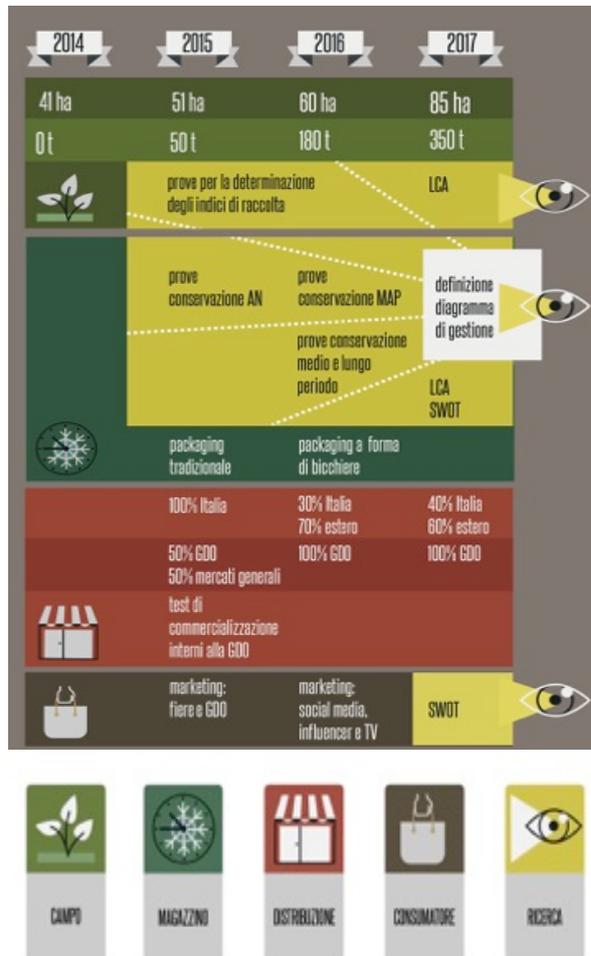


Figura 36. Evoluzione della FFSC dell'*A. arguta* dal 2014 al 2017 e attività di ricerca sviluppate nei 3 anni di Dottorato in regime di apprendistato

Uno dei primi temi analizzati è stato la valutazione del periodo di maturazione e la successiva valutazione dell'evolversi della qualità delle bacche nel post-raccolta. Queste informazioni sono state di fondamentale importanza per Ortofruit Italia, poiché, è da queste ricerche che sono scaturite le corrette informazioni per l'organizzazione della raccolta e del conferimento e per la gestione del magazzino sia in termini di

attrezzature da utilizzare sia per il personale specializzato che deve essere coinvolto e formato.

A seguito dei risultati ottenuti dalla ricerca sviluppata durante il Dottorato in regime di apprendistato è stato possibile redigere un primo protocollo di gestione del prodotto in magazzino sintetizzato in figura 37.

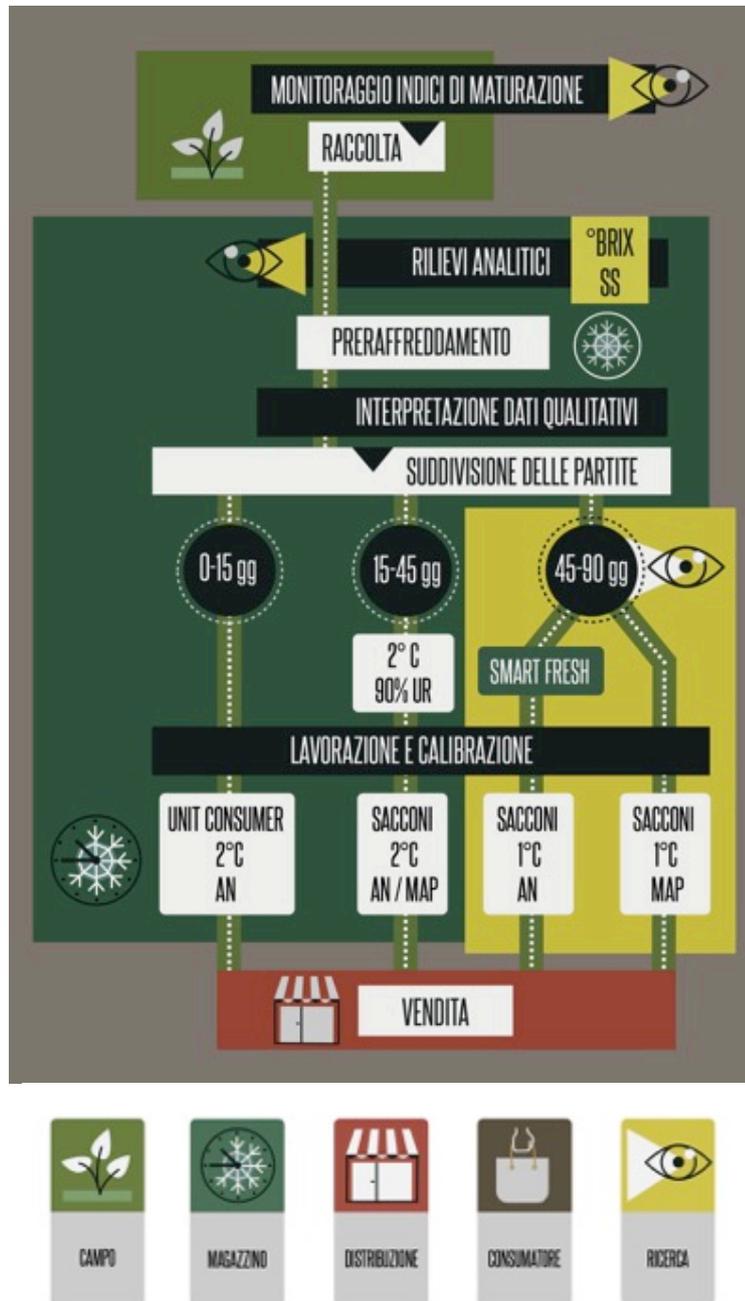


Figura 37. Diagramma di flusso del prodotto gestito nei siti di lavorazione

Il prodotto è raccolto al raggiungimento di 5.5 °Brix e il 19 % di sostanza secca per la cultivar ‘Hortegem Tahi®’. Per la cultivar

‘Hortegem Rua®’ i parametri per l’inizio della raccolta sono sempre i 5.5 °Brix ma con un livello di sostanza secca più basso ovvero del 17%. In seguito alla raccolta il prodotto viene conferito al magazzino di lavorazione dove riceve un primo raffreddamento.

Durante il raffreddamento vengono prelevati *random* campioni per effettuare le analisi qualitative principali (solidi solubili totali e sostanza secca) sulle diverse partite al fine di verificare che il prodotto rispetti i parametri qualitativi fissati.

Per le partite con valori qualitativi non costanti e che per tale motivo risultano avere una conservazione minore è previsto un percorso di breve conservazione (massimo 15 giorni) seguito dalla commercializzazione. Le partite che rispondono ai parametri qualitativi ottimali sono avviate lungo un percorso di conservazione di medio-lungo periodo (15-45 giorni) per poi essere immesse sul mercato.

Nel diagramma di flusso (figura 37) è presente una terza linea di conservazione che al momento è definibile come sperimentale. Questa è stata sviluppata durante i 3 anni di lavoro e attraverso diverse combinazioni di soluzioni tecnologiche (*pallet-bag* per la realizzazione di un’atmosfera modificata passiva e diverse percentuali di gas utilizzati) ha lo scopo di aumentare ulteriormente la conservazione ponendosi come obiettivo i 90 giorni. Questa linea di lunga conservazione è stata in parte sviluppata, ma necessita di ulteriori approfondimenti per essere perfezionata e renderla attuabile dall’azienda.

Dagli studi effettuati durante il percorso del Dottorato di alta formazione è stato possibile, per Ortofruit Italia, avere una prima valutazione sulla diversificazione produttiva che è stata attuata e prime indicazioni per procedere nell’ottimizzazione dei processi, in particolare quelli legati al segmento del post-raccolta. Tutte queste rappresentano

informazioni importanti per la definizione delle strategie future (figura 38).

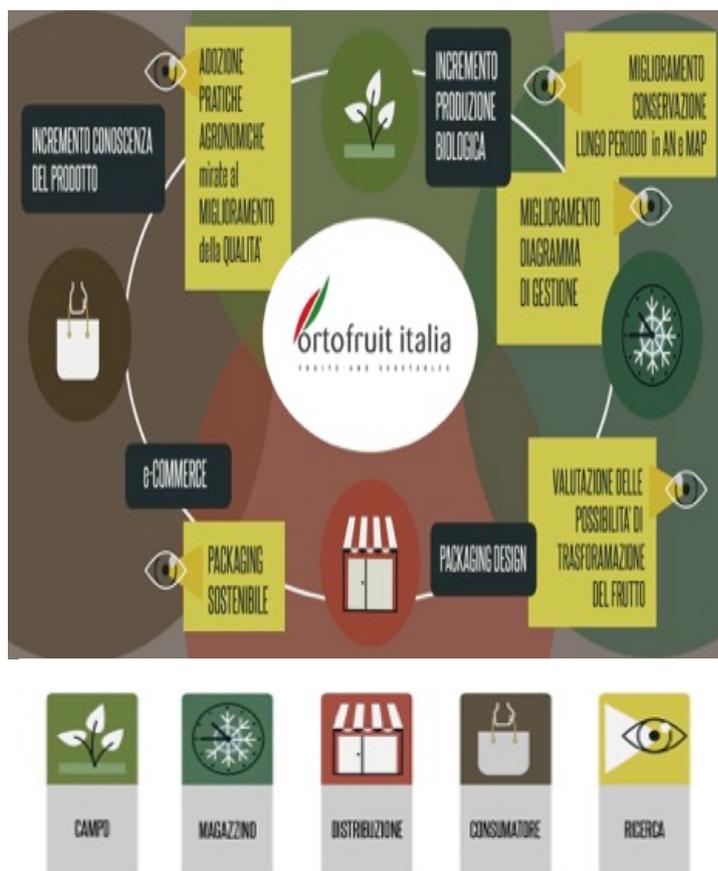


Figura 38. Obiettivi e temi da potenziare per il futuro

Sarà infatti, necessario che la OP proceda con il processo di innovazione in tutti i segmenti del FFSC per mantenere ed eventualmente espandere la posizione di Ortofruit Italia sul mercato italiano e internazionale. In particolare per i *berry fruits*, al fine di aumentare ulteriormente il periodo di presenza del prodotto sul mercato, senza perdere le proprietà di alta qualità del frutto, sarà interessante identificare entità di produzione in nuove aree con caratteristiche climatiche e del

suolo che consentano una maturazione in epoche differenti. Sarà inoltre necessario nella fase di campo procedere con l'innovazione varietale e con l'assunzione di tecniche di gestione più sostenibile. L'ottimizzazione della gestione post-raccolta oltre a portare ad un prolungamento della *shelf-life* del prodotto porterà a una riduzione degli scarti in magazzino e gli sprechi sui punti vendita. Infine sarà interessante esplorare nuovi prodotti (ad esempio *ready-to-eat* e trasformati) più in linea con i nuovi stili di vita dei consumatori e nuovi canali di vendita come ad esempio l'*e-commerce* .

8. BIBLIOGRAFIA

- Balestra, G. M., Mazzaglia, A., Quattrucci, A., Renzi, M., e Rossetti, A. (2009). Current status of bacterial canker spread on kiwifruit in Italy. *Australasian Plant Disease Notes*, 4(1), 34-36.
- Baudino, C., Giuggioli, N. R., Briano, R., Massaglia, S., e Peano, C. (2017). Integrated methodologies (SWOT, TOWS, LCA) for improving production chains and environmental sustainability of Kiwifruit and Baby Kiwi in Italy. *Sustainability*, 9(9), 1621.
- Bertorello, N. (2017). L'influenza di diversi livelli di stress idrico controllato sulla fase rifiorante del lampone (*Rubus idaeus* L.). Tesi di laurea Magistrale Università degli studi di Torino (DISAFA). Corso di laurea magistrale in scienze agrarie. Relatore: Prof.ssa Cristiana Peano, Correlatore: Prof. Claudio Lovisolo. Anno accademico 2016-2017.
- Bounous, G., Beccaro, G. L., e Mellano, M. G. (2009). Piccoli frutti: mirtilli, lamponi, more, ribes, uvaspina (pp. 1-393). Il Sole 24 Ore/Edagricole.
- Briano R., Giuggioli N.R., Baudino C. e Peano C. (2018). Post-

harvest warehouse management for *Actinidia arguta*. *Journal of Agricultural Science and Technology*. Articolo sottomesso.

- Briano, R., Giuggioli, N. R., Girgenti, V., e Peano, C. (2015). Biodegradable and compostable film and modified atmosphere packaging in postharvest supply chain of raspberry fruits (cv. *Grandeur*). *Journal of food processing and preservation*, 39(6), 2061-2073.
- Bull, E., Rapport, L. e Lockwood, B. (2018). 1. What is a nutraceutical?. *Stroke*, 13, 57.
- Casamali, B., Williamson, J. G., Kovaleski, A. P., Sargent, S. A. e Darnell, R. L. (2016). Mechanical Harvesting and Postharvest Storage of Two Southern Highbush Blueberry Cultivars Grafted onto *Vaccinium arboreum* Rootstocks. *HortScience*, 51(12), 1503-1510.
- Clark, J.R. (2014). ‘Prime-Ark[®] Freedom’ Primocane-fruiting Thornless Blackberry. *HortScience*, 49(8), 1097-1101.
- Clark, J.R. (2017). Primocane: A Major Innovation in Berry Production. Growing Produce. (<http://www.growingproduce.com/fruits/berries/primocane-a-major->

innovation-in-berry-production, accesso 11/1/2018).

- Cossio, F., Debersaques, F., e Latocha, P. (2015). Kiwiberry (*Actinidia arguta*): new perspectives for a great future. In *VIII International Symposium on Kiwifruit 1096* (pp. 423-434).
- Cotrut, R., Renzi, M., Taratufolo, M. C., Mazzaglia, A., Balestra, G. e Stanica, F. (2013). *Actinidia arguta* ploidy level variation in relation to *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* susceptibility. *Lucrări Științifice*, 56 (1), 29-38.
- CSO (2016a). Analisi della base catastale al dicembre al dicembre 2016. (www.csoservizi.com.com, accesso il 20/01/2018).
- CSO, (2016b). Le previsioni di produzione di mele per la stagione 2016/2017. (www.csoservizi.com.com, accesso il 20/01/2018).
- CSO. (2016c). Piccoli frutti, report statistico 2016. (www.csoservizi.com , accesso il 20/01/2018).
- Ferguson, A. R. (2016). Botanical Description. In *The Kiwifruit Genome* (pp. 1-13). Springer, Cham.
- Ferguson, A. R., e Huang, H. (2007). Genetic resources of

kiwifruit: domestication and breeding. *Horticultural reviews*, 33, 1-121.

- Follis, F. (2013). Valutazione dell'innovazione delle tecniche colturali del lampone in Piemonte. Tesi di laurea Magistrale Università degli studi di Torino (DISAFA). Corso di laurea magistrale in scienze agrarie. Relatore: Prof.ssa Cristiana Peano, Correlatori: Prof.ssa Angela Mosso e Dott. Vincenzo Girgenti. Anno accademico 2012-2013.
- Girgenti, V., Massaglia, S., Mosso, A., Peano, C., e Brun, F. (2016). Exploring Perceptions of Raspberries and Blueberries. *Sustainability*, 8, 1027.
- Girgenti, V., Peano, C., Bounous, M e Baudino, C. (2013). A life cycle assessment of non-renewable energy use and greenhouse gasemissions associated with blueberry and raspberry production in northern Italy. *Science of the Total Enviroment*, 458-460, 414-418.
- Girgenti, V., Peano, C., Giuggioli, N. R., Girauda, E., e Guerrini, S. (2010). First results of biodegradable mulching on small berry fruits. In *XXVIII International Horticultural Congress on*

Science and Horticulture for People (IHC2010): International Symposium on 926 (pp. 571-576).

- Giuggioli, N. R., Briano, R., Baudino, C., e Peano, C. (2015b). Effects of packaging and storage conditions on quality and volatile compounds of raspberry fruits. *CyTA-Journal of Food*, 13(4), 512-521.
- Giuggioli, N. R., Briano, R., Girgenti, V., Peano, C. (2015a). Quality effect of ozone treatment for the red raspberries storage. *Chemical engineering*, 44.
- Giuggioli, N. R., Girgenti, V., Baudino, C., Giacalone, G., e Chiabrando, V. (2017). Prediction models for the softening of new commercial *Actinidia* cultivars. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(6).
- Henare, S.J. (2016). Chapter 15–The Nutritional Composition of Kiwifruit (*Actinidia spp.*). *Nutritional Composition of Fruit Cultivation*. pp. 337-370.
- Kabaluk, J. T., Kempler, C., e Toivonen, P. M. A. (1997). *Actinidia arguta*: Characteristics relevant to commercial production. *Fruit varieties journal (USA)*.

- Kim, C. W., Oh, S. I., Kim, M. J., e Park, Y. (2014). Optimal harvest time by the seasonal fruit quality and ripening characteristics of hardy kiwifruit in Korea. *Journal of Korean Forest Society*, 103(3), 353-358.

- LargoConsumo, (2016). Primo Rapporto sulle abitudini alimentari degli Italiani. (<http://www.largoconsumo.info/102011/DOCAbitudinalimentaricensiscoldiretti-1011.pdf>, accesso il 19/01/2018).

- Latocha, P., Jankowski, P. e Radzanowska, J. (2011). Genotypic difference in postharvest characteristics of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta and its hybrids*), as a new commercial crop Part I. Sensory profiling and physicochemical differences. *Food research international*, 44(7), 1936-1945.

- Latocha, P., Krupa, T., Jankowski, P. e Radzanowska, J. (2014). Changes in postharvest physicochemical and sensory characteristics of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta and its hybrid*) after cold storage under normal versus controlled atmosphere. *Postharvest biology and technology*, 88, 21-33.

- Lichtenthaler, H. K. (1987). [34] Chlorophylls and carotenoids:

pigments of photosynthetic biomembranes. In *Methods in enzymology* (Vol. 148, pp. 350-382). Academic Press.

- Lim, S., Han, S. H., Kim, J., Lee, H.J., Lee, J.G., Lee, E.J. (2016). Inhibition of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta*) ripening by 1-methylcyclopropene during cold storage and anticancer properties of the fruit extract. *Food chemistry*, 190, 150-157.
- Linder, D. (1974). A Proposal for the Use of Standardized Methods for Chlorophyll Determinations in Ecological and Eco-physiological Investigations. *Physiologia Plantarum*, 32(2), 154-156.
- Matich, A. J., Young, H., Allen, J. M., Wang, M. Y., Fielder, S., McNeilage, M. A., e MacRae, E. A. (2003). *Actinidia arguta*: volatile compounds in fruit and flowers. *Phytochemistry*, 63(3), 285-301.
- McNeilage, M.A., Beatson, R.A. MacRae, E.A. (2003). U.S. Patent No. PP13,815. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- McNeilage, M.A., Beatson, R.A. e MacRae, E.A. (2004). U.S.

Patent No. PP14,212. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

- Mehra, L. K., MacLean, D. D., Savelle, A. T. e Scherm, H. (2013). Postharvest disease development on southern highbush blueberry fruit in relation to berry flesh type and harvest method. *Plant disease*, 97(2), 213-221.
- Murphy, A., Meehan, H. F., O'Reilly, S., e Bogue, J. (2002). A ten-year Delphi forecast of the Irish speciality food market. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, 14(1), 67-83.
- Nagata, M. e Yamashita, I. (1992). Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 39(10), 925-928.
- Nishiyama, I., Yamashita, Y., Yamanaka, M., Shimohashi, A., Fukuda, T., e Oota, T. (2004). Varietal difference in vitamin C content in the fruit of kiwifruit and other Actinidia species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(17), 5472-5475.

- Ortofruit Italia, (2017). Il mirtillo sostenibile di Ortofruit Italia valica i confini. *Italian Fruit News*. (www.italiafruit.net/DettaglioNews/38463/mercati-e-imprese/il-mirtillo-sostenibile-di-ortofruit-italia-valica-i-confini, accesso il 12/01/2018).
- Peano, C. e Tecco, N. (2013). La fragola tradizione, innovazione e sostenibilità.
- Peano, C., Baudino, C., Tecco, N. e Girgenti, V. (2015). Green marketing tools for fruit growers associated groups: Application of the Life Cycle Assessment (LCA) for strawberries and berry fruits ecobranding in northern Italy. *Journal of Cleaner Production*, 104, 59-67.
- Peano, C., Girgenti, V., Baudino, C. e Giuggioli, N. R. (2017). Blueberry Supply Chain in Italy: Management, Innovation and Sustainability. *Sustainability*, 9(2), 261.
- Peano, C., Migliorini, P. e Sottile, F. (2014). A methodology for the sustainability assessment of agri-food systems: an application to the Slow Food Presidia project. *Ecology and Society*, 19(4).

- Regione Piemonte, (2011). Batteriosi dell'actinidia (PSA) in Piemonte: conoscenze e indicazioni per la difesa primaverile. (http://multidata.mutiwire.net/upload/gesnew/CresoRicerca_355semb_05.pdf, accesso il 21/01/2018).

- Ritenour, M. A., Crisosto, C. H., Garner, D. T., Cheng, G. W. e Zoffoli, J. P. (1999). Temperature, length of cold storage and maturity influence the ripening rate of ethylene-preconditioned kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, 15(2), 107-115.

- Romondia, M. (2016). Evoluzione dei parametri di maturazione e pigmenti in *Actinidia arguta* durante il periodo di raccolta Tesi di laurea Magistrale Università degli studi di Torino (DISAFA). Corso di laurea magistrale in scienze e tecnologie alimentari. Relatore: Prof.ssa Cristiana Peano, Correlatore: Dott.ssa Briano Rossella. Anno accademico 2015-2016.

- Silvestri, C., Cirilli, M., Zecchini, M., Muleo, R. e Ruggieri, A. (2018). Consumer acceptance of the new red-fleshed apple variety. *Journal of Food Products Marketing*, 24(1), 1-21.

- Sinelli, N., Spinardi, A., Di Egidio, V., Mignani, I. e Casiraghi, E. (2008). Evaluation of quality and nutraceutical content of

- blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) by near and mid-infrared spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology*, 50(1), 31-36.
- Spinardi, A., Mignani, I., Folini, L. e Beghi, R. (2008). Quality and nutraceutical content of blueberries (*Vaccinium corymbosum*) grown at two different altitudes (450 and 650 m above sea level). In *IX International Vaccinium Symposium 810*, 817-822.
 - Stec, M. G., Hodgson, J. A., Macrae, E. A. e Triggs, C. M. (1989). Role of fruit firmness in the sensory evaluation of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv Hayward). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 47(4), 417-433.
 - Strike, B., e Hummer, K. E. (2006). Ananasnaya'hardy kiwifruit. *Journal of American and . Pomology Science*, 60(3), 106-112.
 - Szajdek, A. e Borowska, E. J. (2008). Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits: a review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 63(4), 147-156.
 - Takikawa Y., S. Serizawa, T. Ichikawa, S. Tsuyumu, M. Gato

- (1989). *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*: the causal bacterium of canker of kiwifruit in Japan. *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, 5, 437-444
- Tecco, N., Baudino, C., Girgenti, V. e Peano, C. (2016). Innovation strategies in a fruit growers association impacts assessment by using combined LCA and s-LCA methodologies. *Science of the Total Environment*, 568, 253-262.
 - Verdouw, C. N., Beulens, A. J. M., Trienekens, J. H., e Wolfert, J. (2010). Process modelling in demand-driven supply chains: A reference model for the fruit industry. *Computers and electronics in agriculture*, 73(2), 174-187.
 - Vezzetti, T.M. (2017). Influenza della calibrazione meccanica sulla vita post raccolta di nuove cultivar di mirtillo gigante americano. Tesi di laurea Magistrale Università degli studi di Torino (DISAFA). Corso di laurea magistrale in scienze e tecnologie alimentari Relatore: Prof.ssa Cristiana Peano, Correlatori: Dott.ssa Briano Rossella. Anno accademico 2016-2017.

- Villanti, M. (2016). Valutazione delle caratteristiche qualitative del mirtillo in prove di simulazione di raccolta meccanica. Tesi di laurea Magistrale Università degli studi di Torino (DISAFA). Corso di laurea magistrale in scienze e tecnologie alimentari Relatore: Prof.ssa Cristiana Peano, Correlatori: Dott.ssa Giuggioli Nicole Roberta e Dott.ssa Briano Rossella. Anno accademico 2016-2017.

- White, A., de Silva, H. N., Requejo-Tapia, C., e Harker, F. R. (2005). Evaluation of softening characteristics of fruit from 14 species of Actinidia. *Postharvest Biology and Technology*, 35(2), 143-151.

- Yilmaz, D. e Yildirim, I. (2016). Effects of different storage techniques on rupture properties of kiwifruits. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 10(3), 539-545.

9. SITOGRAFIA

- www.cbi.eu (accesso il 10/01/2018)
- www.cso.it (accesso il 20/12/2017)
- www.eurostat.com (accesso il 10/01/2018)
- www.ismea.it (accesso il 20/12/17)
- www.nergi.info (accesso il 01/02/2018)
- wwwnzkiwiberry.com (accesso il 28/12/2017)
- www.sofruileg.com (accesso il 29/12/2017)
- www.plantscience.com (accesso il 10/01/2018)
- www.emcocal.com (accesso il 10/01/2018)
- www.kiwiberry.com (accesso il 12/01/2018)
- www.ortofruititalia.it (accesso il 11/02/2018)
- www.fallcreeknursery.com (accesso il 12/02/2018)

10. ALLEGATI

10.1 Allegato 1



CAHIER DES CHARGES Actinidia arguta Hortgem

sous Marques SOFRUILEG

1. Définitions

Actinidia Arguta HORTGEM : désignent les 3 variétés développées par l'Institut Plant and Food Research (Nouvelle Zélande) pour lesquelles PFR est titulaire des Certificats d'Obtention Végétales en Europe notamment tels que :

Dénomination variétale de l'obteneur	Numéro enregistrement COV	Date de fin de protection
HORTGEM TAHI	30080	31/12/2041
HORTGEM TORU	30083	31/12/2041
HORTGEM RUA	24925	31/12/2039

Fruits, Fruits commercialisés, Commercialisation des fruits : désigne les fruits également appelés baies, issus des Plants de Actinidia Arguta HORTGEM, destinés à être produits et exclusivement vendus sous conditionnement de marques SOFRUILEG, par le Producteur aux Opérateurs commerciaux sous licence de marques avec SOFRUILEG

Marques : désigne la marque ou les marques déposées par SOFRUILEG sous laquelle ou lesquelles les fruits seront commercialisés.

Cahier des charges de la Marque : Ensemble des critères descriptifs qui définissent les Fruits en vue de leur commercialisation (critères visuels et critères qualitatifs de Fruits, conditionnements, supports de promotion et de communication).

Bénéficiaire : structure regroupant les producteurs, conditionneurs et ou opérateurs commerciaux agréés par SOFRUILEG S.A.

Producteurs : désignent toute personne bénéficiant d'une sous licence des COV pour la production et l'exploitation des plants sous COV et la première mise en marché sous Marques SOFRUILEG des fruits issus des vergers d'Actinidia Arguta HORTGEM.

Station de conditionnement : outil du bénéficiaire mettant en œuvre une action de conservation / conditionnement et expédition des fruits provenant des producteurs.

Opérateurs Commerciaux : désignent l'ensemble des Opérateurs Commerciaux bénéficiant d'une licence de marques SOFRUILEG et une sous licence des COV pour l'import/export, la vente et le marketing des Fruits.

Lot : désigne la production d'une parcelle donnée homogène en variété, du point de vue des conditions agronomiques et techniques et au niveau de la maturité.

2. Destinataires du Cahier des Charges :

- Producteurs des fruits d'Actinidia Arguta HORTGEM
- Conditionneurs des fruits d'Actinidia Arguta HORTGEM
- Opérateurs commerciaux/Distributeurs sous Marques SOFRUILEG

3. Récolte

3.1 Déclenchement de la récolte

La récolte se fait à un stade de développement optimal des fruits pour que ces fruits puissent développer toutes leurs qualités gustatives et se conserver pendant toute la période de commercialisation.

Par ordre successif de priorité, 3 paramètres fondamentaux doivent être suivis et mesurés :

Premier paramètre à suivre : la couleur des graines de la chair.

Deuxième paramètre à suivre : la Matière Sèche. C'est la mesure du poids sec résiduel après dessiccation. Exprimée en pourcentage du poids frais. Indicateur de l'accumulation de l'ensemble des éléments minéraux dans les fruits et de la qualité organoleptique finale.

Troisième paramètre à suivre : l'Indice Réfractométrique. C'est l'indicateur du taux de sucre. Exprimé en degré Brix.

La récolte est déclenchée si et uniquement si les 3 paramètres sont réunis tels que :

Pour TAHI :

100% des graines noires + Matière Sèche > 19% + Brix \geq 5,5 °

ou 100% des graines noires + Matière Sèche comprise entre 18 et 19% + Brix \geq 6°

Aucune valeur maximale de Matière Sèche mais les mesures doivent être faites sur des fruits durs au toucher

Pour RUA :

100% des graines noires + Matière Sèche > 17% + Brix \geq 5,5 °

ou 100% des graines noires + Matière Sèche comprise entre 16 et 17% + Brix \geq 6°

Aucune valeur maximale de Matière Sèche mais les mesures doivent être faites sur des fruits durs au toucher

Les valeurs de Brix sont calculées à partir d'un échantillon minimal de 20 fruits représentatifs de la parcelle. Tous les fruits prélevés doivent être durs au toucher et indemnes de blessure ou coup de soleil.

Des mesures successives de la teneur en sucre des fruits sont effectuées par les producteurs au minimum 30 jours avant la date de récolte estimée. Cette mesure est ensuite réalisée tous les 10 jours jusqu'à la récolte.

Au vu des résultats de ces mesures, le service technique du bénéficiaire définit la date de récolte prévue pour chaque parcelle.

Méthode de mesure :

Matière sèche : Séchage de Tranches de 2 mm d'épaisseur au dessiccateur légume, durée 10h, température 57 °C.

Si une méthode d'analyse traditionnelle de laboratoire par dessiccation de broyat est utilisée, le résultat obtenu qui sera porté dans les registres de contrôle devra être pondéré de + 1,5.

Degrés Brix : Tout appareil de réfractométrie dûment calibré annuellement.

3.2 Précaution de récolte

Des précautions sont prises durant la récolte. Elles visent à protéger les fruits pendant cette phase, et en particulier :

- Le ramassage des fruits est effectué par le personnel avec des gants spécialement prévus à cet effet ou mains nues désinfectées et ongles coupés, afin d'éviter d'endommager l'épiderme des fruits éviter toute contamination bactérienne,
- La séparation du pédoncule est réalisée en coinçant le pédoncule entre le pouce et l'index, et en le poussant délicatement vers le bas avec le majeur,
- Ne pas accumuler plus de 2 fruits dans chaque main avant de les déposer dans la caisse de récolte,
- Les fruits présents sur le sol ou tombés, même dépourvus de tout dommage visuel, ne doivent pas être récoltés,
- Les fruits souples ou en sur-maturité ne sont pas récoltés,
- Le remplissage des caisses de récolte doit impérativement être réalisé de façon à ne pas dépasser le niveau des prises de main, pour éviter toute chute des fruits durant la manutention des caisses du verger à la station comme indiqué sur la photo ci-dessous :



- Avant l'acheminement de la récolte vers la station fruitière ou la zone de conditionnement, les fruits sont entreposés dans un endroit abrité du soleil et suffisamment aéré.
- L'acheminement des fruits à la station fruitière devra intervenir dans les 12h00 maxi à suivant la cueillette, pour une mise au froid répondant au cahier des charges,

1. Tri et Conditionnement



La réception, le tri, l'entreposage en chambre frigorifique, le suivi de l'évolution qualitative des fruits, le conditionnement et l'expédition des lots font l'objet d'un suivi rigoureux de la part du bénéficiaire de manière à préserver la qualité des fruits depuis la cueillette jusqu'à la commercialisation.

1.1 Modalités de réception des lots brut de cueille

Points de contrôle	Méthode	Règle de décision
L'aspect et la fermeté des fruits	Analyse visuelle et au toucher d'un minimum de 20 fruits par lot. Maximum de 2 % de fruits souples au toucher, Maximum de 1 % de fruits avec blessures ouvertes et ou mâchures.	Recommandation spécifique de tri ou retour au producteur
Maturité des fruits	Analyse d'un minimum de 20 fruits par lot. <ul style="list-style-type: none"> • Refractomètre • Dessiccateur • Durofel embout 0.25 cm2 	Si + 20 % de fruits en dehors des paramètres de maturité le lot ne pourra être mis en marché sous marque actinidia hortgem SOFRUILEG
Résidus insecticides et fongicides sur les fruits	- Prélèvement de 20 fruits lors de la première livraison de la saison de chaque producteur. - Constitution d'un échantillon de 200 fruits minimum représentant le cumul des prélèvements effectués par tranche de 10 producteurs au maximum. - recherche des familles de produits insecticides et fongicides faisant l'objet de la directive 93/58/CEE du 29 juin 1993	Si présence de résidus insecticides et fongicides dans l'échantillon : * recherche systématique du lot non conforme (présence de matières actives non autorisées) * déréférencement de la ou des parcelles correspondant au lot non conforme pour la campagne en cours ; * fruits de la parcelle non conforme sur toute la saison
Contamination bactériologique	- Prélèvement de 20 fruits lors de la première livraison de la saison de chaque producteur. -Expédition à un laboratoire agréé pour effectuer des contrôles de contamination microbiologique conforme au référentiel GLOBAL-GAP	Si présence de contamination Nouvelle analyse de confirmation et - *déréférencement de la ou des parcelles correspondant au lot non conforme pour la campagne en cours ;
L'origine du lot	-vérification documentaire du producteur et de la parcelle d'origine, lors de la réception de chaque lot par comparaison entre l'étiquette de caisse de récolte et les lots de producteurs et parcelles enregistrées comme producteur d'Actinidia arguta Hortgem agréé par SOFRUILEG S.A.	lot accepté si le producteur et la parcelle correspondant au lot réceptionné sont référencés pour la production de kiwis Actinidia arguta Hortgem.

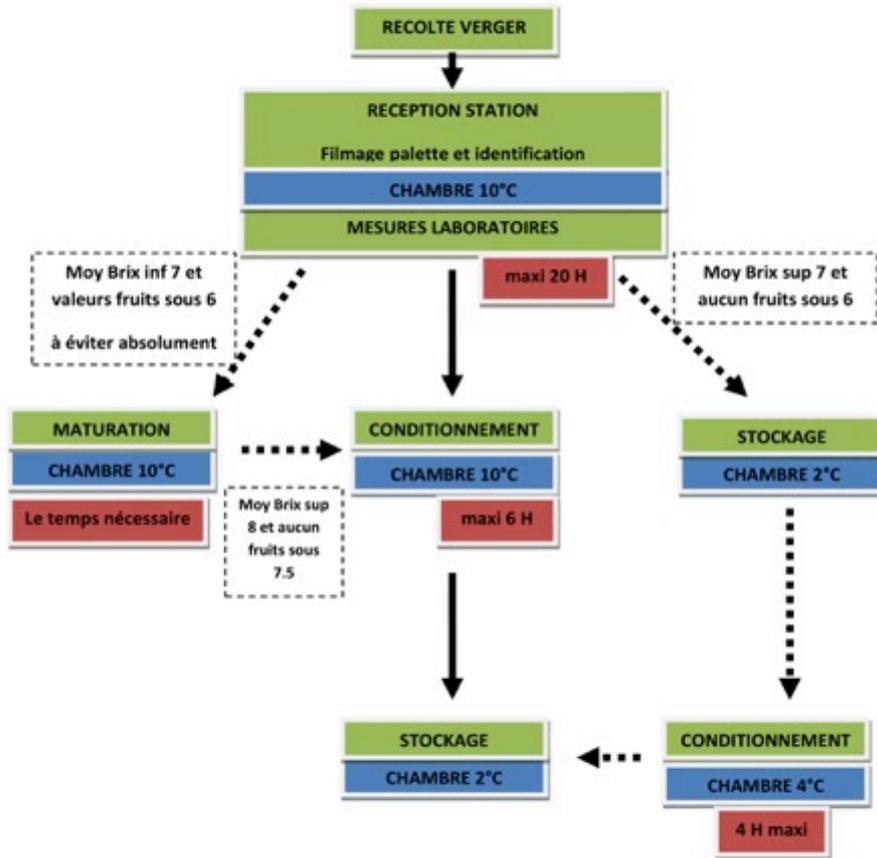
4.2 Modalités d'entreposage en chambre frigorifique

4.2.1 Conditionnement des palettes pour éviter la déshydratation des fruits

Les palettes de brut de cueille devront être filmées de façon à réduire le plus possible la déshydratation de l'épiderme des fruits et les protéger des dégâts éventuels de froids pendant le stockage et le refroidissement. Il est maintenu une aération sur l'extrémité supérieure de la palette d'une surface minimum de 0.10 m².

Pour les fruits réceptionnés directement conditionnés en barquette, prévoir un dispositif de protection contre la déshydratation en plaçant les barquettes dans des poches plastiques macro-perforées positionnées dans chaque caisse plastique.

4.2.1 Organigramme de refroidissement



4.2.2 Entreposage

Le bénéficiaire dispose d'un système de refroidissement permettant de conserver les fruits dans un environnement adapté qu'il soit relatif à la température ou à l'humidité de l'air ambiant dans les chambres frigorifiques.

L'objectif recherché sera de maintenir la température de la pulpe du fruit à des valeurs comprises entre +1,5 ° C et +2,5 ° C et maintenir une humidité relative de l'air supérieure à 90 %.

Méthode : vérification quotidienne de la température des chambres frigorifiques et enregistrement en continu de la température et de l'hygrométrie de l'air ambiant dans chaque chambre frigorifique.

Règle de décision : en cas de non-respect des spécifications de température ou d'humidité de l'air, le bénéficiaire :

- fait appel à des techniciens frigoristes dûment habilités pour corriger les défaillances, afin de garantir les conditions nécessaires au processus d'entreposage en chambre frigorifique,
- transfère le cas échéant les lots entreposés de la chambre frigorifique défectueuse vers une chambre « frigorifique conforme ».

Il est également demandé de prévoir l'élimination de l'éthylène par ventilation régulière des chambres froides ou par absorption pour maintenir un niveau d'éthylène inférieur à 0,03 ppm.

5. Modalités de tri, conditionnement et expédition

5.1 Tri des défauts des fruits

Le tri et le conditionnement sont réalisés lot par lot. Il est visuel et/ou le cas échéant optique.

L'opération de tri consiste à éliminer les fruits comportant des défauts portant atteinte à l'aspect général du produit, sa qualité, sa conservation ou sa présentation dans l'emballage.

Les défauts et tolérances sont listés et caractérisés ci-après :

5.2 Tri, description des défauts acceptés en fonction des différentes qualités :

Description des fruits		% accepté NERGI® PREMIUM	% accepté NERGI® CŒUR DE GAMME	% accepté INDUSTRIE
Fruits sans défaut d'épiderme		100 %	100 %	10 %
Fruits rosés		100 %	100 %	10 %

Description des fruits		% accepté NERGI® PREMIUM	% accepté NERGI® CŒUR DE GAMME	% accepté INDUSTRIE
Défauts d'épiderme cumulés inférieurs à 0,5 cm ² .		100 %	100 %	10 %

Description des fruits		% accepté NERGI® PREMIUM	% accepté NERGI® CŒUR DE GAMME	% accepté INDUSTRIE
Défauts d'épiderme cumulés supérieurs à 0,5 cm 2		20 %	100 %	10 %
Défaut de forme fruits plats, sans autre défaut		100 %	100 %	10 %

Description des fruits		% accepté NERGI® PREMIUM	% accepté NERGI® CŒUR DE GAMME	% accepté INDUSTRIE
Pigmentation Shyztotérium pomi		30 %	50 %	10 %
Pédoncule attaché au fruit		0 %	0 %	0%
Matières étrangères visibles et/ ou parasites		0 %	0 %	0%
Surmaturité Souples, mous, flétris ou gorgés d'eau		0 %	0 %	0%
Botrytis ou autres affections fongiques		0 %	0 %	0 %
Odeurs et saveurs caractéristiques de fermentation et d'une façon plus générale des saveurs ou odeurs étrangères.		0 %	0 %	0 %

Description des fruits	% accepté NERGI® PREMIUM	% accepté NERGI® CŒUR DE GAMME	% accepté INDUSTRIE
<p data-bbox="312 360 416 427">Défauts d'épiderme non acceptés</p> <div data-bbox="443 360 802 1104">  <p data-bbox="687 434 794 546">Russet équatorial continu</p>  <p data-bbox="683 696 794 808">Coups de soleil</p>  <p data-bbox="699 904 802 972">Mâchures insectes</p> </div>	0%	0%	100 %

Description des fruits		% accepté NERGI® PREMIUM	% accepté NERGI® CŒUR DE GAMME	% accepté INDUSTRIE
 <p>Boisage prononcé et suberisé</p>  <p>Marque blanche provoquée par Trips</p>  <p>Criblage de feuille provoqué par le vent</p>	0%	0%	100%	

5.3 Conditionnement

5.3.1 Calibre :

- Le poids unitaire minimum des fruits est de 6 g.
- Le poids unitaire maximum des fruits en conditionnement de 125 g est de 20 g.
- Il n'y a pas de poids unitaire maximum pour des conditionnements supérieurs à 250 g.

Le calibre des fruits conditionnés dans une même unité de poids doit être homogène, pour ce faire il sera créé trois ou deux groupes de calibre :



- Groupe 1 : fruits de 6 à 9 g (Small).
- Groupe 2 : fruits de 9 à 15 g (Medium).
- Groupe 3 : fruits supérieurs à 15 g (Large).

Méthode :

- vérification par pesée d'un échantillon de 20 fruits par groupe, effectuée sur chaque lot et au minimum pendant chaque heure du processus de conditionnement.
- vérification visuelle de l'écart de poids entre le plus grand et le plus petit des fruits, et du poids du plus petit fruit.

Tolérance :

Un lot est accepté comme conforme à la marque NERGI® si l'emballage contient un maximum de 20 % en nombre ou en poids des fruits ne répondant pas aux prescriptions concernant le poids minimal et/ou groupe de calibre. Toutefois, tous les fruits doivent être d'un groupe immédiatement supérieur ou inférieur à celui en cours de conditionnement.

5.3.2 Maturité des fruits à l'expédition

Les critères minimum de maturité à l'expédition sont les suivants :

	Degré Brix	Indice dureté durofel embout 0.25 cm 2
Valeur moyenne échantillon	12	40
Valeur Minimale	Aucun fruit sous 10	30
Valeur Maximale	Aucune mais les fruits doivent être fermes au toucher	60

5.2.3 Emballage

Les fruits sont présentés en emballages unitaires type barquette, de telle manière qu'ils soient parfaitement protégés contre les chocs durant les phases de manutention et de transport.

Conformément à la réglementation en vigueur :

- les emballages utilisés sont neufs, propres et ne peuvent pas causer aux fruits d'altérations externes et internes. Ils sont exempts de corps étrangers ;
- les matériaux de papier ou timbre comportant des indications commerciales sont réalisés à l'aide d'une encre ou d'une colle non toxique ;
- le marquage des colis porte de manière lisible, indélébile et visible de l'extérieur les indications ci après : identification emballer, nature du produit, origine, nombre de fruits ou poids net et enfin marque commerciale.

On ne mélange pas les variétés dans un même emballage.

5.3 Etiquetage et traçabilité

Tous les colis ou barquettes doivent être identifiés de façon conforme à la réglementation en vigueur au moment du conditionnement.

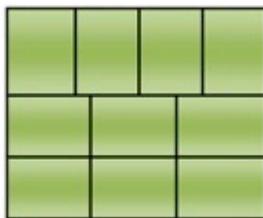
De plus si non prévue par la réglementation, ils devront porter un code de traçabilité permettant de retrouver le cas échéant les informations suivantes :

- Information Parcelle
- Date de récolte
- Date de conditionnement
- Variété

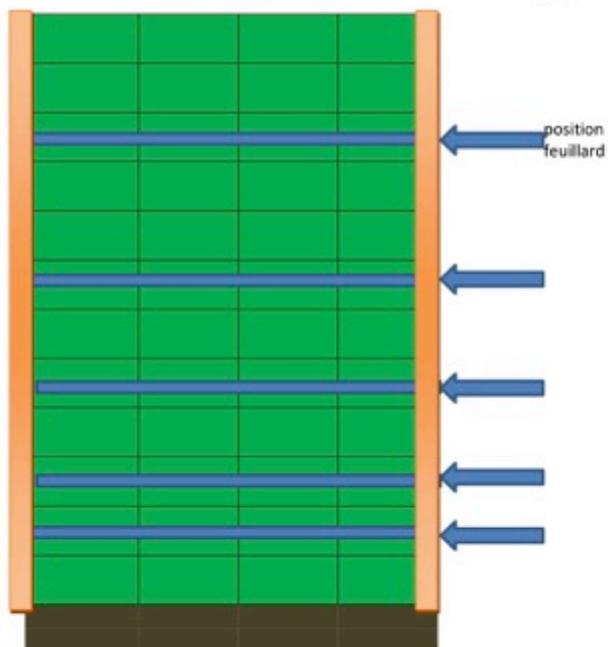
5.4 Palettisation

Lors du chargement des palettes tout mouvement brusque et non nécessaire à la mise en place du chargement est à proscrire, la palettisation doit donc être effectuée avec soin sur des palettes au sol normalisées et de montage suffisamment précis pour que tout chargement brusque soit évité.

Palette 100 X 120 :



10 caisses 40X30X16, par rangée, 12 rangée maximum soit 120 caisses par palette



5.5 Transport

Transport en camion frigorifique impératif quelque soit la distance au point de vente.

Le chargement du camion frigorifique doit vérifier les critères suivants :

- Camion propre et en bon état
- Hauteur des palettes permettant une circulation normale de l'air froid dans le camion soit minimum 40 cm entre le plafond et le haut de la palette.
- Température à cœur des fruits : +2.0°C (± 1°C)
- Thermographe mécanique/digital (selon client) posé sur la dernière palette.
- Set point doit être réglé sur +2.0°C

Si le camion frigorifique n'est pas rempli dans sa totalité :

Disposer des palettes (respectant les exigences du pays de destination) ou des caisses vides afin d'éviter que les palettes d'arguta ne bougent.

Disposer une barre de contention

6. Dénomination commerciale :

A la date de validation du présent Cahier des Charges, les produits correspondant aux normes décrites plus haut sont commercialisés sous la marque commerciale NERGI®.

7 Références

L'Arrêté du 25/02/1982 relatif aux méthodes de prélèvement d'échantillon pour le contrôle officiel des résidus pesticides sur les fruits et légumes.

L'Arrêté du 05/07/1985 indiquant que tout produit phytosanitaire qui n'est pas autorisé est interdit.

L'Arrêté du 05/08/1992 modifié pour l'Arrêté du 16/01/1994 et Directive 93/58 de la CEE du 29 juin 1993 relatif aux teneurs maximales en résidus pesticides admissibles sur et dans les fruits et légumes.

Le règlement CEE N° 2251/92 de la Commission du 24/07/1992 modifié par les règlements n° 3720/92, 785/93 et 3148/94 concernant les contrôles des fruits et légumes.

Le règlement CEE n° 2200/96 relatif à l'organisation commune des marchés dans le secteur des fruits et légumes.

Le Décret n° 91/409 du 26 avril 1991 fixant les prescriptions en matière d'hygiène concernant les denrées destinées à l'alimentation humaine.

L'Arrêté du 1^{er} février 1974 concernant les conditions d'hygiène relatives au transport de denrées périssables.

La Directive CEE 93/43 du 14 juin 1993, JOCE relative à l'hygiène des denrées alimentaires.

L'Arrêté du 28 mai 1997 déterminant les règles d'hygiène applicables à certains aliments et préparations alimentaires destinés à la consommation humaine.

L'Arrêté du 20 juillet 1998 relatif aux conditions techniques et hygiéniques applicables aux transports des aliments.

L'Arrêté du 6 juillet 1998 établissant les règles d'hygiène applicables aux établissements d'entreposage des produits et de certaines boissons destinées à l'alimentation humaine.

Guide des bonnes pratiques hygiéniques pour les fruits et légumes frais non transformés (CTIFL/INTERFEL)

CONTACTS :

SOFRUILEG – 45, chemin de Peyrelongue – 40300 Labatut – France

Tel : 00 33 (0) 5 58 98 65 18

Fabien Bec (f.bec@sofruileg.com) et Jean Pierre Caruel (jp.caruel@sofruileg.com)

10.2 Allegato 2

Received: 28 July 2016 | Revised: 27 September 2016 | Accepted: 12 October 2016
DOI 10.1111/jfpp.13245

ORIGINAL ARTICLE

WILEY Journal of Food Processing and Preservation

Prediction models for the softening of new commercial *Actinidia* cultivars

Nicole Roberta Giuggioli | Vincenzo Girgenti | Claudio Baudino |
Giovanna Giacalone | Valentina Chiabrando

Department of Agricultural Forest and Food Sciences, University of Torino, Largo Paolo Braccini 2, Grugliasco, TO 10095, Italy

Correspondence

Nicole Roberta Giuggioli, Department of Agricultural Forest and Food Sciences, University of Torino, Largo Paolo Braccini 2, Grugliasco, TO 10095, Italy.
Email: nicole.giuggioli@unito.it

Funding information

University of Turin—Local Research

Abstract

Empirical models for the softening of *Actinidia deliciosa* fruits (exponential decay, complementary Gompertz and modified Boltzmann models) were applied to the 'Hortgem Tahī[®]' and 'Hortgem Rua[®]' cultivars of *Actinidia arguta* (Seib. Et Zucc.) Planch. Ex Miq, and the 'Jingold[®]Jintao' cultivar of *Actinidia chinensis* Planch., all of which are emerging cultivars in the baby kiwi and yellow pulp kiwifruit markets. A texture analyser collected firmness data for kiwifruits stored up to 18 days at 2 and 24°C, for use in prediction models. The dry matter, soluble solid, and vitamin C content was also determined for these new commercial cultivars, which were compared to the control 'Hayward' cultivar. The Boltzmann model, which is known to perform well for the 'Hayward' cultivar, was confirmed as the best fit for baby kiwi 'Rua[®]' and yellow 'Jingold[®]Jintao' cultivars for all studied conditions, whereas the exponential decay model was the best fit for the 'Tahī[®]' cultivar.

Practical applications

In the postharvest sector, models or equations can represent effective tools for the prediction and characterization of physiological and qualitative changes during fruit ripening in different storage conditions. We evaluated the softening of new commercial cultivars of the *Actinidia* genus, which could improve our understanding of the behavior of these fruits under different temperatures, as well as allowing prediction of their shelf-life. Moreover, the evaluation of mathematical models on softening could facilitate the scheduling of the post-harvest management of kiwifruit. This would assist with managing this product for distant or demanding markets, as well as other operations such as packaging, where this information could help to reduce economic losses associated with excessive softening.

KEYWORDS

empirical model, Hortgem Tahī[®], Hortgem Rua[®], Jingold[®]Jintao, pulp hardness

1 | INTRODUCTION

Access to new markets and increased consumption of fruits is strongly affected by the introduction of new cultivars, which are attractive due to their new colours, different tastes and high nutraceutical profiles. The diversity of the *Actinidia* genus has increased as a result of the introduction of new commercial cultivars, particularly baby kiwi and yellow pulp kiwifruit, and is showing high potential for the development of international markets. Baby kiwi, grape kiwi, wee-kee and cocktail kiwi are different names for the fruits of *Actinidia arguta* (Seib. Et Zucc.) Planch. Ex Miq, all of which have only been recently intro-

duced to the kiwifruit market, where they are marketed as berries (Strik, 2007). These fruits show a high tolerance to bacterial canker, caused by *Pseudomonas syringae* pv. *Actinidiae*, as well as a high nutraceutical profile (Fisk, McDaniel, Strik, & Zhao, 2006; Latocha, Krupa, Wofosiak, Worobiej, & Wilczak, 2010; Nishiyama et al., 2004), both of which are attributes that have contributed to the commercial development of *Actinidia arguta*, for which past production was based only on amateurs orchard (Testolin & Ferguson, 2009). The yellow pulp kiwi fruit (*Actinidia chinensis*) shows higher fruit production and earlier ripening than *Actinidia deliciosa*, as well as a different taste (similar to melon), which represent some of the positive characteristics of the yellow flesh

cultivar (Huang, Wang, Huang, Jiang, & Zhang, 2002). The introduction of new species and/or cultivars into the market requires good knowledge of the change in qualitative parameters of the fruits during the postharvest period. This contributes to better management of the fruits during storage, in order to offer a product that is appreciated by consumers. The success of *Actinidia arguta* may be attributed to their small size, the edibility of their skin, and their sweet aroma and flavour. However, some of their disadvantages include the limited storability of the fruits (Strik & Hummer, 2006) and their wide-ranging firmness (3–2 N to >0.5 N values) (Wang, Wohlers, Chen, & Marsh, 2011). In general, the softening of fruits is one of the critical factors affecting the acceptability of products (Stec, Hodgson, Macrae, & Triggs, 1989), and consequently, large economic losses can be attributed to over-ripening. Equations or mathematical models can be used to evaluate the biochemical and physiological processes underlying postharvest changes in quality parameters during storage, and a wide range of results have been observed for fruits including nectarines (Echer Zerbini et al., 2006; Pranita et al., 2014; Soltani, Alimardani, & Omid, 2010), strawberries (Hertog, Boerigter, Van Den Boogaard, Tijsskens, & Vanschaik, 1999), apples (Gwanpua et al., 2012; Röth, Hertog, Kovacs, & Nicolai, 2008; Tong et al., 2013), and avocados (Ochoa-Ascencio, Hertog, & Nicolai, 2009). They can be used to predict and/or monitor the progression of quality of the fruits at a given time. The simplest use of these models is storage under a constant temperature, however, this has limited applicability for real supply chains due to unstable temperatures (Lukasse & Polderdijk, 2003; Trelea, Trystram, & Courtois, 1997). The goodness of fit and usefulness of these models are functions of their multidisciplinary approach. Simple exponential, Boltzmann, inverse exponential polynomial (Jordan & Loeffen, 2009), complementary Michaelis–Menten type, complementary Gompertz and jointed Michaelis–Menten type models are monotonic models that represent firmness loss, and contain different parameters for characterising the dataset (Benge, De Silva, Banks, & Jeffery, 2000), while reciprocal, power and reciprocal quadratic models (Westcott & Callan, 1990) represent models that can be used to fit storage potential parameters. The most studied physiological mechanisms that regulate decreasing kiwifruit firmness include the disassembly of polysaccharide networks in cell walls, pectin degradation, hydrolysis of starch celluloses and hemicellulose (Hertog, Nicholson, & Jeffery, 2004; Lallu, Searle, & Macrae, 1989; Macrae, Lallu, Searle, & Bowen, 1989; Macrae, Stec, & Triggs, 1990; Paliyath & Murr, 2008; Pyke, Hopkirk, Alspach, & Cooper, 1996). Cellular turgor decreases due to water loss by transpiration (Biswas, East, Hewett, & Heyes, 2014; Saladie et al., 2007), and the softening processes of fruits is known to be affected by storage conditions. However, there is limited information on the fruit softening process of the new commercial kiwifruit cultivars.

The aim of this study was to investigate the mechanical behavior of new commercial kiwifruit cultivars, including 'Hortgem Tahī[®]', 'Hortgem Rua[®]' (baby kiwi) and 'Jingold[®]Jintao' (yellow pulp kiwifruit), and to evaluate the applicability of models for predicting changes in fruit firmness during storage. 'Tahī[®]' and 'Rua[®]', mainly cultivated in France and southern European countries, represent the only two cultivars

commercialized as Nergi[®] since 2013, which are sold in Europe retail stores as 125 g units. The cultivar 'Jintao' was the second yellow pulp kiwifruit to be planted globally, and is marked in Italy under the name Jingold[®] (Testolin & Ferguson, 2009).

Mathematical models that have previously been used to describe the quality of *A. deliciosa* were applied for the evaluation and prediction of firmness loss in kiwifruit stored at two different temperatures (2 and 24°C). To better characterize the cultivars, some qualitative traits (soluble solid content, dry matter and vitamin C content) were also evaluated during the storage period.

2 | MATERIALS AND METHODS

2.1 | Fruit samples and storage conditions

Actinidia arguta (Seib. Et Zucc.) Planch. Ex Miq. 'Hortgem Tahī[®]' and 'Hortgem Rua[®]' were obtained from commercial orchards (Agrifrutta Soc. Coop. SRL, Piedmont, Italy). The fruits were hand-picked and placed into PLA baskets at the end of August, and were immediately transported to the DISAFA laboratory for storage. *Actinidia chinensis* Planch. 'Jingold[®]Jintao' was hand-picked in a commercial orchard in Piedmont, belonging to the Kiwigold Group (Kiwigold S.R.L., Cesena, Italy). *Actinidia deliciosa* (A. Chev) C.F. Liang et A.R. Ferguson 'Hayward' was used as a commercial reference cultivar. Fruits were selected based on homogeneity of size, shape, and apparent ripeness (Mcneillage, Beatson, & Macrae, 2001, 2004), and the absence of any visual injuries or shrivelling. The selected fruits were packed into commercial trays with a plastic pocket pack and polyliner, and were stored for 18 days at either 2 ± 1 and $24 \pm 1^\circ\text{C}$. The total soluble solid content (°Brix), dry matter (%) and vitamin C content (mg/100 g of fresh weight) were determined at harvest (0 days) and after 3, 6, 9, 12, 15, and 18 days of storage. From each cultivar, 15 fruits were sampled at each timepoint and each replicate. A total of three replicates were considered for each timepoint.

2.2 | Compression test for hardness

A compression test was performed using a texture analyser (TAXTplus; Stable Micro Systems, Godalming, U.K.) in order to evaluate the firmness of the kiwifruit. The measurement was performed with a 75-mm aluminium compression plate (P/75), which was set to 25% strain, pre-test speed of 1 mm/s, a test speed of 5 mm/s and 5 g trigger force.

2.3 | Puncture test

Puncture tests were performed on the whole fruits (without skin) and on slices (5 mm thickness) using a texture analyzer with a 30-mm aluminium flat tipped probe (P/3). For the whole fruit, the settings used were a pretest speed of 1 mm/s, test speed of 1 mm/s, post-test speed of 5 mm/s, 10% strain, and 5 g trigger force. For the slices, a pretest speed of 5 mm/s speed, test speed of 1 mm/s, post-test speed of 10 mm/s, distance of 2 mm and 1.02 N trigger force was used. The force–deformation curves were evaluated for each measurement, and the maximum force (N) was recorded (White, De Silva, Requejo-Tapia,

& Harker, 2005). According to previous methods, prior to the compression and puncture tests the samples were stored at 8°C for 2 h. Three replicates (each one made by 30 fruits) were included for each of the firmness measurements.

2.4 | Softening models

The firmness values, as determined by the compression and puncture tests, were evaluated using mathematical models. These empirical models were chosen to evaluate the mechanical behavior of the kiwifruits, and were chosen based on their use in similar studies (Benge et al., 2000; Hertog et al., 2004; White et al., 2005). In this study, we considered three models for fruit softening predictions: simple exponential decay model (Equation 1), complementary Gompertz model (Equation 2), and a modified Boltzmann model (Equation 3). These models are monotonic functions, and describe the loss of firmness using different parameters to characterize the dataset (Benge et al., 2000). Equation 1 has successfully been applied for assessing the loss of firmness of bananas and apples (Castellanos & Algecira, 2012; Gwanpua et al., 2012; Röth et al., 2008). Equation 2 has been applied for avocados and apples and Equation 3 has been used for nectarines (Eccher Zerbini et al., 2006).

$$FF = A_0 + Ae^{-\lambda t} \quad (1)$$

where FF represents the pulp firmness (N), A_0 is the lower asymptotic value (N), A is the decrease in firmness from the initial value to the lower asymptote (N), λ represents the rate (%) of decline over time, and t is the time (days).

$$FF = A_0 + B \left(1 - \frac{1}{\exp(\beta \exp(-kt))} \right) \quad (2)$$

where FF represents the pulp firmness (N), A_0 is the lower asymptotic value (N), B is the scale parameter affecting the upper asymptote (N), β is the length of the initial lag phase of slow softening after harvest (horizontal shift factor) with a dimensionless value of 57.37 (Jabbar, Easta, Jones, Tanner, & Heyesa, 2014), k represents the relative softening rate constant (the rate at which the firmness declines with time $0.007559 \times$ soluble solid content (SSC) at harvest + 0.4316, and t is the time (days).

$$FF = FF_{\min} + \Delta FF e^{-kt} \quad (3)$$

where FF represents the pulp firmness (N), FF_{\min} is the lower pulp firmness asymptotic value (N), ΔFF is the difference in pulp firmness between harvest and the lower asymptote (N), k is the relative softening rate constant (the rate at which firmness decreases with time) measured as $\ln(2)/$ days for the firmness to decrease by half, and t is the time (days).

2.5 | Qualitative parameters

The kiwifruit samples were cut transversely, and the total soluble solids content (TSSC; °Brix) was determined for each fruit sample (15 fruits for each cultivar) at 20°C by squeezing a drop of juice onto a digital

pocket refractometer (Atago, Tokyo, Japan) that was calibrated to 0% using distilled water.

The dry matter (DM) content was determined from a transverse slice (0.5 mm thickness) close to the middle of the fruit, which was dried at 100°C for 48 h until a constant weight was reached. The result was expressed as a percentage of the dry weight of the fresh sample.

For the evaluation of vitamin C content, 10 g of fresh kiwifruit was homogenized (Ultra-Turrax T25; IKA-Werke, Staufen, Germany) for 2 min with 10 mL of MeOH/H₂O (5:95 v/v), citric acid (0.1 M), ethylenediaminetetraacetic acid (0.5 g/L) and sodium fluoride (4 mM). The homogenate was filtered, and the pH as adjusted to 2.2–2.4 by adding HCl (4 N). The acidified extract was centrifuged for 5 min at 4°C, and the supernatant was filtered through a C18 Sep-Pak cartridge (Waters, Milford, MA, USA) and a 0.45 µm polytetrafluoroethylene filter (Titan filter 17 mm membrane; SUN-SRI, Rockwood, TN, USA). Then, 250 µL of freshly prepared *o*-phenylenediamine dehydrochloride solution (OPDA, 18.8 mM/L) was added to 750 µL of extract. After 37 min in the dark, the sample was analyzed by HPLC. The ascorbic acid (AA) and dehydroascorbic acid (DHAA) content was then determined (Gonzalez-Molina, Moreno, & Garcia-Viguera, 2008). The HPLC analysis of vitamin C (AA + DHAA) was performed using an Agilent HPLC 1200 Series system (Agilent, Waldbronn, Germany), consisting of a manual injection valve, G1311A quaternary pump, 20 µL sample loop, diode array detector G1315D UV-vis, controlled using Agilent ChemStation software B.03.02. DHAA and AA were separated using an Eclipse XDB-C18 column (150 × 4.6 mm, 5 µm particle size; Sigma Italiana SRL, Ozzano Emilia, Italy). The mobile phase was MeOH/H₂O (5:95, v/v), 5 mM cetrimide and 50 mM potassium dihydrogen phosphate (pH 4.5). The total run time was 10 min with a flowrate of 0.9 mL/min. The detector wavelengths were 348 nm for DHAA detection and 261 nm for AA detection. The vitamin C content was represented by the AA and DHAA contents, and was expressed as mg/100 g of fresh kiwifruit weight.

All standards and reagents were of analytical purity and were purchased from Sigma Italiana SRL.

2.6 | Statistical analysis

The models used for curve-fitting were adapted from previous studies (Benge et al., 2000), and were fitted by nonlinear least squares regression analysis. All statistics were performed using SPSS for Windows (version 20.0). The data obtained were analysed by one-way analysis of variance (ANOVA), and the between-group differences were determined using Tukey's test ($p \leq 0.05$).

3 | RESULTS AND DISCUSSION

3.1 | Softening prediction ability of the different models

Mathematical models for predicting the mechanical behavior of kiwifruit under a given set of environmental conditions may be helpful for estimating the shelf-life and quantifying the changes that occur during

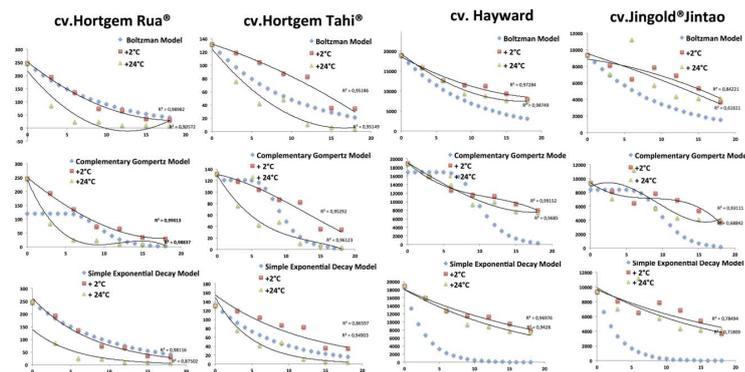


FIGURE 1 Fruit hardness (N) of cv.Hortgem Rua[®], cv.Hortgem Tahī[®], cv.Hayward and cv.Jingold[®]Jintao during storage period (days). Compression test. Model prediction (◇) and experimental data (Δ samples stored at +24°C and □ at sampled stored 2°C)

storage. The simple exponential decay, complementary Gompertz and Boltzmann models were applied to the firmness data obtained by the compression and puncture tests on kiwifruits (whole and sliced) stored at 2 and 24°C. The three different models have been discussed and compared for each parameter and cultivar. The softening trend for all genotypes were dependent on the cultivar and storage temperature.

3.2 | Fit of models for data obtained by the compression test on whole kiwifruit

Figure 1 presents the softening prediction models for the values obtained from the compression test on whole kiwifruit samples. According to Jackson and Harker (1997), measurements obtained for the compression test on the whole fruit can highlight changes in the texture of the outer pericarp of kiwifruit. This was also observed for baby kiwi, the peel of which is edible. The predictive softening models showed different behaviors for the 'Hortgem Tahī[®]' and 'Hortgem Rua[®]' cultivars. The progressive decrease in firmness of 'Rua[®]' fruits from the time of harvest (246.9 N) to the end of the storage periods (8.43 and 29.71 N at 24 and 2°C, respectively) fits well with both the Boltzmann model and the simple exponential decay model, particularly for samples that were stored at the highest temperature. For the 'Hortgem Tahī[®]' cultivar, the same models tended to overestimate the flesh firmness in fruits stored at 24°C and underestimate their firmness at 2°C, for all storage periods. In the case of the 'Hayward' cultivar, the linear and progressive softening of the pulp was found to be best predicted by the Boltzmann model for samples stored at both 24 and 2°C, similar to previous studies (White et al., 2005). There was an irregular pattern in the firmness values observed for 'Jintao' [coefficient of correlation (R^2) < 0.9 for the most of the analysed data], therefore, the models could not be used to predict the softening pattern.

The complementary Gompertz model, with its typical biphasic pattern, was far from similar to the observed change in pulp firmness obtained for the 'Rua[®]', 'Tahī[®]' and 'Hayward' cultivars, however, the model showed a good performance with a similar trend for the data obtained for the samples stored at 24°C.

3.3 | Fit of models for data obtained by the puncture test on sliced kiwifruit

Figure 2 presents the three prediction models for the values obtained from the puncture test on sliced kiwifruits. Measuring an isolated portion of the pulp tissue may limit the influence of the external pericarp, therefore, maximizing the quality and representativeness of the mechanical behavior information. In all samples tested, the greatest softening was observed at the highest storage temperature (24°C) and in the largest kiwifruits, according to Crisosto, Garner, and Saez (1999). Our results showed that fruit slices from the 'Hayward' and 'Jingold[®]-Jintao' cultivars had a slower softening trend compared to 'Hortgem Tahī[®]' and 'Hortgem Rua[®]'. The firmness values measured for the 'Hortgem Rua[®]' samples stored at 24°C fit well with both the Boltzmann and simple exponential decay models for all storage times tested. The same models were also suitable for the 'Hortgem Tahī[®]' cultivar, but only for the first five acquired data set. The firmness values obtained for fruit slices of the 'Hayward' cultivar stored at both temperatures showed a good fit with the Boltzmann model. Moreover, this model well represented the decrease in slice firmness for 'Jingold[®]-Jintao' samples stored at 24°C. In general, the results showed that the typical biphasic pattern of the complementary Gompertz model did not fit well for the fruit slices of cultivars exposed to any of the tested storage conditions. Indeed, no samples followed the sigmoid shape of the

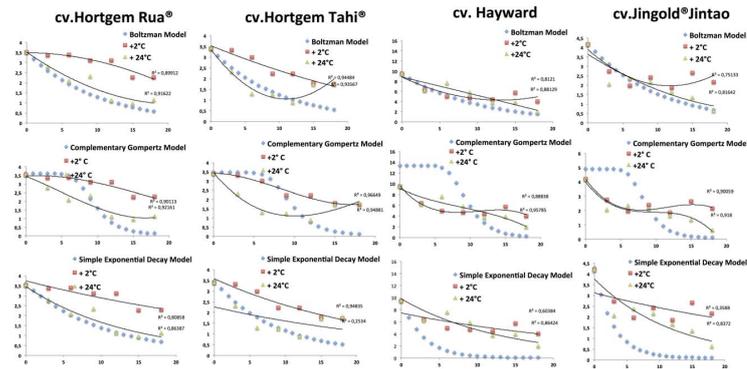


FIGURE 2 Fruit hardness (N) of cv.Hortgem Rua®, of cv.Hortgem Tahj®, cv.Hayward and cv.Jingold®Jintao during storage time (days). Puncture test on sliced kiwifruits. Model prediction (○) and experimental data (Δ at +24°C and □ at 2°C)

curve, characterized by an initial slow decline followed by a rapid decrease in values.

3.4 | Fit of models for data obtained by the puncture test on whole kiwifruit

The change in the mechanical behavior and firmness values, as determined by the puncture test on whole kiwifruit, are reported in Figure 3. The progressive decrease of fruit firmness in fruits of the 'Hortgem

Rua® cultivar appeared to be well predicted by the Boltzman and simple exponential decay models, especially the samples that were stored at the lower temperature (2°C). In the samples stored at 24°C, the same models were found to overestimate the data, despite the similarity in the shape of the curve.

The puncture test from fruits of the 'Hortgem Tahj® cultivar was performed with the skin, as the peel is edible. In this case, the simple exponential decay model showed good prediction of the flesh firmness at both storage temperatures, with similar values observed for all

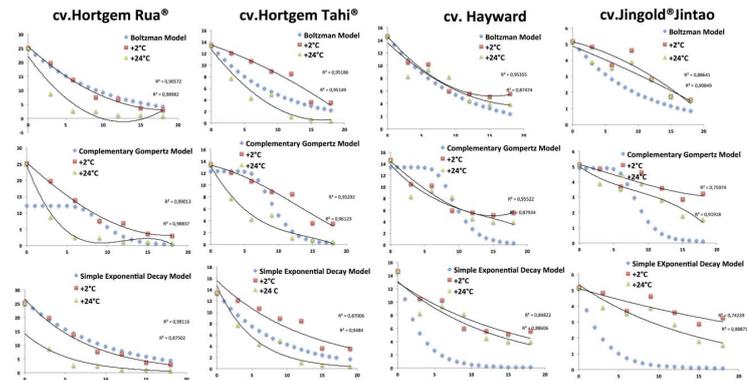


FIGURE 3 Fruit hardness (N) of cv.Hortgem Rua®, of cv.Hortgem Tahj®, cv.Hayward and cv.Jingold®Jintao during storage time (days). Puncture test on whole kiwifruits. Model prediction (○) and experimental data (Δ at +24°C and □ at 2°C)

TABLE 1 Total soluble solids content (TSSC) and dry matter of different cultivars of *Actinidia* during storage at +2°C

Days	TSSC (°Brix)				Dry matter (%)			
	Rua®	Tahi®	Jintao®	Hayward	Rua®	Tahi®	Jintao®	Hayward
0	6.79 ± 1.03 ^a	7.47 ± 1.13 ^a	13.52 ± 0.62 ^b	10.13 ± 0.71 ^c	18.56 ± 1.88 ^a	17.16 ± 1.89 ^c	22.14 ± 2.13 ^{ns}	19.36 ± 0.98 ^{ns}
3	8.61 ± 1.88 ^d	10.32 ± 1.33 ^d	13.88 ± 0.96 ^b	10.96 ± 0.62 ^c	18.88 ± 1.66 ^a	19.46 ± 1.47 ^a	23.80 ± 1.93 ^{ns}	20.30 ± 1.02 ^{ns}
6	10.30 ± 1.21 ^c	11.66 ± 2.05 ^{cd}	14.17 ± 1.08 ^a	11.22 ± 1.62 ^b	18.97 ± 1.61 ^a	20.43 ± 2.53 ^a	21.84 ± 1.90 ^{ns}	21.02 ± 1.30 ^{ns}
9	12.2 ± 2.34 ^b	12.61 ± 1.57 ^c	14.33 ± 1.15 ^a	11.53 ± 0.72 ^a	15.85 ± 0.96 ^b	18.53 ± 1.65 ^b	22.70 ± 1.89 ^{ns}	20.15 ± 1.22 ^{ns}
12	12.51 ± 2.98 ^b	13.41 ± 1.42 ^{bc}	14.16 ± 1.10 ^a	12.13 ± 0.63 ^a	18.64 ± 1.36 ^a	18.39 ± 1.31 ^b	21.94 ± 2.20 ^{ns}	19.24 ± 1.54 ^{ns}
15	14.23 ± 1.74 ^a	15.48 ± 1.52 ^a	14.04 ± 0.43 ^a	12.7 ± 1.18 ^a	18.72 ± 1.60 ^a	17.18 ± 1.73 ^c	22.33 ± 2.37 ^{ns}	19.70 ± 2.73 ^{ns}
18	14.44 ± 1.33 ^a	16.24 ± 0.28 ^a	14.80 ± 0.98 ^a	12.7 ± 0.86 ^a	18.34 ± 1.39 ^a	17.50 ± 1.15 ^c	21.84 ± 1.17 ^{ns}	19.24 ± 1.19 ^{ns}

^aValues in columns with the same letters are not significantly different according to the Tukey's test at $p \leq 0.05$.

storage periods tested. The same trend was observed at 24°C, but for the Boltzmann model. The Boltzmann model was also confirmed to be the best for predicting the softening of samples from the 'Hayward' cultivar at both storage temperatures. For 'Jingold' and 'Jintao' the Boltzmann and simple exponential decay models underestimated the firmness data for all storage periods. Due to the numerous variables considered by the complementary Gompertz model, which were not calculable on these samples, this model was not useful for describing the softening processes during the storage period. The simple exponential decay model showed good performance for most of the fruits, as this is the equation from which other mathematical models, such as the Boltzmann model, are adapted.

3.5 | Quality measurements of kiwifruit (total soluble solid content, dry matter and vitamin C content)

Differences between the cultivars were observed not only for the softening of the tissues, but also for the results obtained by the qualitative analyses. The results for TSSC and DM obtained during storage at 2 and 24°C are reported in Tables 1 and 2, respectively. As expected, the conversion of starch to sugars affected the TSSC of all cultivars during storage, and the values increased at a faster rate for samples maintained at the higher temperature. Fruits from the 'Hortgem Rua'® and 'Hortgem Tahi'® cultivars showed a similar trend for TSSC during the

storage period, even though the values obtained at harvest were different (6.79 and 7.47°Brix, respectively). After 3 days of storage at 2°C, the TSSC had increased significantly for both cultivars, which was highest after 15 days of storage. The same trend was observed for fruits stored at 24°C.

For the 'Jingold' and 'Jintao' samples, the TSSC value at harvest was about 13.52°Brix, and there were no statistically significant differences observed until day 6 of storage. This was probably due to faster hydrolysis of starch during the first part of the fruit ripening process.

At harvest, the TSSC of samples of the 'Hayward' cultivar was about 10.13°Brix, however, the optimum range for its consumption has been reported to be 12 to 14°Brix (Lloret, Alavoine Mornas, Crochon, & Morin, 1990; Tavarini, Deg'Innocenti, Remorini, Massai, & Guidi, 2008). At the lower storage temperature, significant differences were observed between the values determined at 3 and 9 days of storage, after which they remained unchanged, with a TSSC value of 12.7°Brix observed at the end of the storage period. During storage at 24°C, the TSSC values showed statistically differences up to 12 days of storage due to the highest loss in weight during the storage period (data not presented).

DM is commonly used to estimate the storability of kiwifruit. It is used as an index of the quality and taste of the fruit, and is highly correlated with the soluble solid concentration of the ripe fruit (Harker et al., 2009; Jordan, Walton, Klages, & Seelye, 2000). The relationship

TABLE 2 Total soluble solids content (TSSC) and dry matter of different cultivars of *Actinidia* during storage at +24°C

Days	TSSC (°Brix)				Dry matter (%)			
	Rua®	Tahi®	Jintao®	Hayward	Rua®	Tahi®	Jintao®	Hayward
0	6.79 ± 1.03 ^d	7.47 ± 1.13 ^d	13.52 ± 0.62 ^c	10.13 ± 0.71 ^d	17.90 ± 1.57 ^a	17.55 ± 1.58 ^d	22.14 ± 1.66 ^{ns}	19.36 ± 0.98 ^{ns}
3	12.08 ± 3.55 ^c	14.17 ± 1.09 ^c	14.52 ± 0.89 ^b	11.52 ± 1.16 ^c	16.99 ± 1.66 ^b	18.48 ± 1.66 ^c	22.30 ± 1.34 ^{ns}	20.33 ± 1.82 ^{ns}
6	17.08 ± 2.82 ^b	14.18 ± 1.08 ^c	15.47 ± 0.58 ^a	11.51 ± 0.84 ^c	15.58 ± 1.55 ^c	18.94 ± 1.31 ^b	21.59 ± 1.40 ^{ns}	21.43 ± 0.95 ^{ns}
9	17.35 ± 1.64 ^b	14.13 ± 1.08 ^c	15.82 ± 1.13 ^a	11.48 ± 0.86 ^c	13.88 ± 2.38 ^d	18.00 ± 1.87 ^c	21.12 ± 1.78 ^{ns}	19.45 ± 1.12 ^{ns}
12	19.35 ± 1.15 ^a	20.49 ± 0.87 ^b	15.53 ± 0.76 ^a	12.79 ± 1.43 ^b	17.49 ± 1.22 ^a	18.55 ± 0.72 ^c	21.42 ± 1.76 ^{ns}	19.20 ± 1.43 ^{ns}
15	19.07 ± 1.50 ^a	21.41 ± 0.50 ^a	15.68 ± 0.96 ^a	13.48 ± 1.99 ^a	17.45 ± 1.12 ^a	19.43 ± 2.92 ^b	23.82 ± 2.00 ^{ns}	21.17 ± 1.57 ^{ns}
18	19.17 ± 2.54 ^a	21.00 ± 1.23 ^a	15.32 ± 1.35 ^a	13.13 ± 0.93 ^a	16.97 ± 1.58 ^b	20.91 ± 1.60 ^a	21.97 ± 1.12 ^{ns}	18.68 ± 1.53 ^{ns}

^aValues in columns with the same letters are not significantly different according to the Tukey's test at $p \leq 0.05$.

TABLE 3 Vitamin C content at harvest and at the end of storage at +2 and +24°C (mg/100 g Vit C)

Cultivars of <i>Actinidia</i>	Days		
	0	+2°C	+24°C
cv Rua [®]	113.6 ± 5.8 ^a	89.4 ± 2.8 ^a	88.3 ± 10.4 ^a
cv Tahī [®]	81.9 ± 6.6 ^b	54.4 ± 5.0 ^b	50.3 ± 1.8 ^b
cv Jingold [®] Jintao	67.6 ± 3.8 ^c	44.5 ± 3.5 ^c	31.2 ± 0.8 ^c
cv Hayward	25.4 ± 4.6 ^d	25.3 ± 3.8 ^d	24.1 ± 1.8 ^d

^aValues in columns with the same letters are not significantly different according to the Tukey's test at $p \leq 0.05$.

between DM and TSSC is only reliable after the ripening process is complete (Jordan et al., 2000). The DM content differed among the four cultivars during storage, reported in Tables 1 and 2. Baby kiwi showed similar values and a similar change in DM during storage at both temperatures.

For fruits of the 'Hayward' and 'Jingold[®]Jintao' cultivars, the DM results showed lower variability, with no statistical differences observed for either storage conditions (2 and 24°C).

The vitamin C content was analysed at harvest and at the end of the storage period (18 days), and the results are reported in Table 3. Kiwifruit is known to be rich in vitamin C (Krupa, Latocha, & Liwińska, 2011; Latocha et al., 2010). Compared to the traditional 'Hayward' cultivar, the new commercial cultivars of baby kiwi showed the highest concentration of vitamin C, with values of 113.6 mg/100 g and 81.9 mg/100 g found for 'Rua' and 'Tahī[®]', respectively. The loss in vitamin C with increasing storage time appeared to be more highly affected by the cultivar rather than the storage temperature. The 'Hayward' fruits showed a stable vitamin C content for all storage times, and there were no differences between the values measured at 2 and 24°C. In contrast, the vitamin C values measured in 'Rua[®]' samples decreased by 21.3 and 22.2% of the original amount during storage at 2 and 24°C, respectively, whereas the values reported for 'Tahī[®]' samples at the end of storage were less than 33.6 and 38.6% at 2 and 24°C, respectively. The higher storage temperature accelerated the loss of vitamin C in 'Jintao' samples only, which were less than 53.8% of the initial concentration.

4 | CONCLUSIONS

The application of mathematical models represents an effective tool for predicting qualitative changes during the post-harvest management and supply of fresh fruit. The firmness of fruit is a key qualitative parameter for the management of storage conditions, as it is particularly affected by the storage temperature. The models applied in this work may improve our knowledge regarding the mechanical behavior of kiwifruit stored at different temperatures, and therefore, is useful for predicting shelf-life. The performance of the equations was influenced by the different factors considered in this study (cultivar, storage

temperature and methodology used for firmness analysis). The Boltzmann model best predicted the softening of fruits from the 'Rua[®]' cultivar at both 24 and 2°C, as determined by the compression and puncture tests on whole and sliced fruits. The 'Tahī[®]' fruits were best characterized by the exponential decay model, whereas the Boltzmann model was confirmed to be best for the 'Hayward' and 'Jingold[®]Jintao' cultivars. The evaluation of equations for softening could potentially facilitate the management of the product, particularly for distant markets or in relation to packaging, and could also reduce the economic losses associated with excessive softening.

ACKNOWLEDGMENT

This study was supported by the University of Turin—Local Research.

REFERENCES

- Benge, J. R., DE Silva, H. N., Banks, N. H., & Jeffery, P. B. (2000). Empirical modelling of postharvest changes in the firmness of kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, 19, 211–220.
- Biswas, P., East, A. R., Hewett, E. W., & Heyes, J. A. (2014). Interpreting textural changes in low temperature stored tomatoes. *Postharvest Biology and Technology*, 87, 140–143.
- Castellanos, D. A., & Algecira, N. A. (2012). Modelling change in color and firmness of baby banana (*Musa acuminata* AA) in modified atmosphere packaging. *Agronomia Colombiana*, 30, 84–94.
- Crisosto, C. H., Garner, D., & Saez, K. (1999). Kiwifruit size influences softening rate during storage. *California Agriculture*, 29–31.
- Eccher Zerbini, P., Vanoli, M., Grassi, M., Rizzolo, A., Fibiani, M., Cubeddu, R., ... Pifferi, A. (2006). A model for the softening of nectarines based on sorting fruit at harvest by time-resolved reflectance spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology*, 39, 223–232.
- Fisk, C. L., McDaniel, M. R., Strik, B. C., & Zhao, Y. (2006). Physicochemical, sensory and nutritive qualities of hardy Kiwifruit (*Actinidia arguta* 'Ananasnaya') as affected by harvest maturity and storage. *Journal of Food Science*, 71, 204–210.
- Gonzalez-Molina, E., Moreno, D. A., & Garcia-Viguera, C. (2008). Genotype and harvest time influence the phytochemical quality of Fino lemon juice (*Citrus limon* (L.) Burm. F.) for industrial use. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 1669–1675.
- Gwanpua, S. G., Verlinden, B. E., Hertog, M. L. A. T. M., Bulens, I., Van De Poel, B., Vanimpe, J., Nicolaï, B. M., & Geeraerd, A. H. (2012). Kinetic modeling of firmness breakdown in 'Braeburn' apples stored under different controlled atmosphere conditions. *Postharvest Biology and Technology*, 67, 68–74.
- Harker, F. R., Carr, B. T., Lenjo, M., Macrae, E. A., Wismer, W. V., Marsh, K. B., Williams, M., ... Pereira, R. B. (2009). Consumer liking for kiwifruit flavour: A meta-analysis of five studies on fruit quality. *Food Quality Preference*, 20, 30–41.
- Hertog, M. L. A. T. M., Boerrigter, H. A. M., VAN DEN Boogaard, G., Tjjskens, L. M. M., & Vanschaik, A. C. R. (1999). Predicting keeping quality of strawberries (cv: Elsanta) packed under modified atmospheres: An integrated model approach. *Postharvest Biology and Technology*, 15, 1–12.
- Hertog, M. L. A. T. M., Nicholson, S. E., & Jeffery, P. B. (2004). The effect of modified atmospheres on the rate of firmness change of 'Hayward' kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, 31, 251–261.

- Huang, H., Wang, S., Huang, R., Jiang, Z., & Zhang, Z. (2002). "Jintao", a novel, hairless, yellow-fleshed kiwifruit. *Hortscience*, *37*, 1135–1136.
- Jabbar, A., Easta, A. R., Jones, G., Tanner, D. J., & Heyesa, J. A. (2014). Modelling batch variability in softening of 'Hayward' kiwifruit from at-harvest maturity measures. *Postharvest Biology and Technology*, *90*, 7–14.
- Jackson, P. J., & Harker, F. R. (1997). Changes in firmness of the outer pericarp, inner pericarp, and core of *Actinidia* species during ripening. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, *25*, 185–189.
- Jordan, R. B., Walton, E. F., Klages, K. U., & Seelye, R. J. (2000). Post-harvest fruit density as an indicator of dry matter and ripened soluble solids of kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, *20*, 163–173.
- Krupa, T., Latocha, P., & Liwińska, A. (2011). Changes of physicochemical quality, phenolics and vitamin C content in hardy kiwi fruit (*Actinidia arguta* and its hybrid) during storage. *Scientia Horticulturae*, *130*, 410–417.
- Lallu, N., Searle, A. N., & Macrae, E. A. (1989). An investigation of ripening and handling strategies for early season kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv 'Hayward'). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *47*, 387–400.
- Latocha, P., Krupa, T., Wołosiak, R., Worobjej, E., & Wilczak, J. (2010). Antioxidant activity and chemical difference in fruit of different *Actinidia* sp. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, *61*, 381–394.
- Lloret, J., Alavoine Mornas, F., Crochon, M., & Morin, D. (1990). The kiwi taste quality. *Agriculture, Plant and Veterinary Sciences, France*.
- Lukasse, L. J. S., & Polderdijk, J. J. (2003). Predictive modelling of post-harvest quality evolution in perishables, applied to mushrooms. *Journal of Food Engineering*, *59*, 191–198.
- Macrae, E. A., Lallu, N., Searle, A. N., & Bowen, J. H. (1989). Changes in the softening and composition of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) affected by maturity at harvest and postharvest treatments. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *49*, 413–430.
- Macrae, E. A., Stec, M. G. H., & Triggs, C. M. (1990). Effects of postharvest treatment on the sensory qualities of kiwifruit harvested at different maturities. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *50*, 533–546.
- Mcneillage, M. A., Beatson, R. A., & Macrae, E. A. (2001). Patent US 2001/0042258 P1, United States Plant Patent, pp. 1–3.
- Mcneillage, M. A., Beatson, R. A., & Macrae, E. A. (2004). Patent N° US PP14,625 P3 United States Plant Patent, pp. 1–6.
- Nishiyama, I., Yamashita, Y., Yamanaka, M., Shimohashi, A., Fukuda, T., & Oota, T. (2004). Varietal difference in vitamin C content in the fruit of kiwifruit and other *Actinidia* species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *52*, 5472–5475.
- Ochoa-Ascencio, S., Hertog, M., & Nicolai, B. (2009). Modelling the transient effect of 1-MCP on 'Hass' avocado softening: A Mexican comparative study. *Postharvest Biology and Technology*, *51*, 62–72.
- Paliyath, G., & Murr, D. P. (2008). Biochemistry of fruits. In G. Paliyath, D. P. Murr, A. K. Handa, & S. Lurie (Eds.), *Postharvest biology and technology of fruits, vegetables and flowers* (pp. 19–50). Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell.
- Pranita, J., Jha, S. N., Kaur, P. P., Bhardwaj, R., Singh, A. K., & Wadhawan, V. (2014). Prediction of textural attributes using color values of banana (*Musa sapientum*) during ripening. *Journal of Food Science and Technology*, *51*, 1179–1184.
- Pyke, N. B., Hopkirk, G., Alspach, P. A., & Cooper, K. M. (1996). Variation in harvest and storage quality of fruit from different positions on kiwifruit vines. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, *24*, 39–46.
- Röth, E., Hertog, M. L. A. T. M., Kovacs, E., & Nicolai, B. (2008). Modelling the enzymatic softening of apples in relation to cultivar, growing system, picking date and season. *International Journal of Food Science and Technology*, *43*, 620–628.
- Saladie, M., Matas, A. J., Isaacson, T., Jenks, M. A., Goodwin, S. M., Niklas, K. J., ... Ren, X. L. (2007). A reevaluation of the key factors that influence tomato fruit softening and integrity. *Plant Physiology*, *144*, 1012–1028.
- Soltani, M., Alimardani, R., & Omid, M. (2010). Prediction of banana quality during ripening stage using capacitance sensing system. *Australian Journal of Crops Science*, *4*, 443–447.
- Stec, M. G. H., Hodgson, J. A., Macrae, E. A., & Triggs, C. M. (1989). Role of fruit firmness in the sensory evaluation of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv 'Hayward'). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *47*, 417–433.
- Strik, B. C. (2007). Berry crops: Worldwide area and production systems. In Y. Zhao (Ed.), *Berry fruits value added products for health promotion* (pp. 4–45). New York: Taylor & Francis Group.
- Strik, B., & Hummer, K. (2006). *Ananasnaya* hardy kiwifruit. *Journal of American Pomology Society*, *60*, 106–112.
- Tavarini, S., Deg'Innocenti, E., Remorini, D., Massai, R., & Guidi, L. (2008). Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage of Hayward kiwi fruit. *Food Chemistry*, *107*, 282–288.
- Testolin, R., & Ferguson, A. R. (2009). Kiwifruit (*Actinidia* spp.) production and marketing in Italy. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, *37*, 1–32.
- Tong, C., McKay, S. J., Luby, J. J., Beaudry, R., Contreras, C., Nock, J. F., ... Watkins, C. B. (2013). Using mixed-effects models to estimate the effect of harvest date and its interactions with post-harvest storage regime on apple fruit firmness. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, *88*, 29–36.
- Trelea, I. C., Trystram, G., & Courtois, F. (1997). Optimal constrained non-linear control of batch processes: Application to corn drying. *Journal of Food Engineering*, *31*, 403–421.
- Wang, M. Y., Wohlers, M., Chen, X., & Marsh, K. B. (2011). Changes in volatile production and sensory quality of *Actinidia arguta* fruit during fruit maturation. *Acta Horticulturae*, *913*, 677–684.
- Westcott, M. P., & Callan, N. W. (1990). Modeling plant population and rectangularity effects on broccoli head weights and yield. *Journal of the American Society for Horticultural Sciences*, *115*, 893–897.
- White, A., DE Silva, H. N., Requejo-Tapia, C., & Harker, F. R. (2005). Evaluation of softening characteristics of fruit from 14 species of *Actinidia*. *Postharvest Biology and Technology*, *35*, 143–151.

How to cite this article: Giuggioli NR, Girgenti V, Baudino C, Giacalone G, Chiabrando V. Prediction models for the softening of new commercial *Actinidia* cultivars. *J Food Process Preserv*. 2017;00:e13245. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13245>

10.3 Allegato 3

The screenshot shows the user interface of the Journal of Agricultural Science and Technology (JAST) submission system. At the top, there is a green header with the journal's title and logos for JAST and TMU. Below the header is a navigation menu with links for Home, Browse, Journal Info, Guide for Authors, Submit Manuscript, Reviewers, and Contact Us. A user login area on the right says "Welcome: Nicole Roberta Giuggioli" with links for My Home and Logout. The main content area is titled "My Home > Author > Submissions Being Processed" and contains a table with the following data:

#	Manuscript ID	Manuscript Type	Manuscript Title	Submit Date	Current Status	Modify Date	Manuscript Main File	Email	Withdraw
1	JAST-1801-15430	Research Paper	Post-harvest warehouse management for <i>Actinidia arguta</i>	2018-01-11	Manuscript Assigned to Editor	2018-01-11			

At the bottom of the page, there are links for Home, Glossary, News, Aims and Scope, and Sitemap, along with a "Top" button. A footer note reads "Journal Management System, Designed by snaweb."

1 **Post-harvest warehouse management for *Actinidia arguta***

2 **Briano Rossella, Nicole Roberta Giuggioli, Claudio Baudino, Cristiana Peano**

3 Department of Agricultural, Forest and Food Sciences, University of Torino, Largo Paolo Braccini
4 2, Grugliasco (TO) 10095, Italy

5 Corresponding author: Nicole Roberta Giuggioli

6 Tel. +39.011.670.8646; Fax +39.011.670.8658

7 E-mail: nicole.giuggioli@unito.it

8

9 **ABSTRACT**

10 In baby kiwi's food chain (*Actinidia arguta*) the amount of losses due the high perishability of the
11 edible skin is a limit for the fresh market of the fruits so the maintaining of the overall quality is
12 fundamental in the warehouse for the market channel. The wrapping technique with a stretch film
13 represent a good opportunity to maintain the quality of these fruits. Hortgem Rua[®] and Hortgem
14 Tahī[®] cultivars were evaluated storing fruits up to 60 days at $1 \pm 1^\circ\text{C}$. The stretch film limiting the
15 weight losses maintained the pulp of both cultivars firmer (2.39 N and 2.13 N) and less gumminess
16 (280.92 and 213.57) respectively for Hortgem Rua[®] and Hortgem Tahī[®]. Considering the sensorial
17 attributes the wrapped samples maintained also the overall quality especially in term of fruit
18 luminosity, consistency and taste.

19 **Keywords:** storage; film; baby kiwifruit; quality; cultivar

20

21 **INTRODUCTION**

22 It's well known that storage practices can widely influence the quality of fruits in the post harvest
23 chain (Wang *et al.*, 2015). The research assumes an important role and it's essential especially for
24 new fruits cultivars such as *Actinidia arguta* (Siebold et Zucc.) Planch. ex Miq. Among fresh and
25 perishable fruits the baby kiwi fruits such as other berries are consumed without peeling, so, more
26 than others, they require efficient storage tools in the supply chain management due the rapidly
27 deployment of the softening (Giuggioli *et al.*, 2017; White *et al.*, 2005), the skin wrinkling, the

1

28 water loss and the fruit decay (Latocha *et al.*, 2014). If compared to the other actidiaceae (*A.*
29 *deliciosa*, and *A. chinensis*) the baby kiwi can be stored for less time, 1-2 months at 0 °C (Baudino
30 *et al.*, 2017; Lim *et al.*, 2016; Strik and Hummer, 2006). Previous studies have attempted to identify
31 the best method for increasing their shelf-life utilising the 1-MCP (Wang *et al.*, 2015), edible
32 coating (Kayav *et al.*, 2016; Yang *et al.*, 2010; Fisk *et al.*, 2008) or identifying the optimal harvest
33 date for improving their storability (Oh *et al.*, 2017). According to the current social and economic
34 scenario the driver of the innovation and the key point to improve the performance of all preserving
35 techniques is the sustainability requirement to satisfy the competitiveness'asset of the supply chain.
36 Infact is reported as some storage methods that require the management of the atmosphere in the
37 storage room (controlled atmosphere) are expensive if compared with other tools (Wang *et al.*,
38 2015). The warehouse storage rapresent a critical point in the fresh fruit supply chain (Peano *et al.*,
39 2017) but the use of packaging and pallet bags have been reported as usefool strategies to maintain
40 the safety and the quality of different species such as blueberry, strawberry, raspberry and plums
41 (DeEll, 2002; Peano *et al.*, 2013; Peano *et al.*, 2016).
42 With the pallet-bag is possible to store large quantities of product, facilitating easy transfer from the
43 warehouse to the truck or container for shipment (Bouchery *et al.*, 2017), or to store different kinds
44 of fruits in the same cold-room avoiding possible cross-contaminations with other products. The
45 stretch film in the warehouse is easier to manage compared to the pallet bag. The pallet bag system
46 require the use of a plastic bag, a vacuum system and a CO₂ injection if the products need of a
47 modified atmosphere storage so the use of a stretch wrapping film could be promising and cheap in
48 term of cost and time.
49 Considering the importance of the packaging as storage technique and the limited studies about the
50 effect of this practice in the post harvest storage warehouse of *Actinidia arguta*, the goal of the
51 present work was to evaluate the effects of the wrapping technique with a stretch film, applied as
52 easy and economic tool, on the quality traits, phenolic content and textural parameters of two
53 different baby kiwi cultivars (Hortgem Rua[®] and Hortgem Tahī[®]) up to 60 days of storage.

2

54 **MATERIALS AND METHODS**

55 **Fruit source, experimental design and sampling procedure**

56 The baby kiwi orchard was located at Revello (Cuneo, Piedmont, Italy). The fruits of *Actinidia*
57 *arguta* (Siebold et Zucc.) were from two different cultivars: Hortgem Rua® and Hortgem Tahī®
58 actually marketed with the NERGI® brand (Baudino et al., 2017). These two cultivars are newly
59 patented varieties originating from New Zealand (Mc Neilage, Beatson & Mc Rae, 2001; Mc
60 Neilage, Beatson & Mc Rae, 2004). All fruits from each cultivar were collected at the harvesting
61 maturity stage and stored inside a plastic fruit box (270 x 370 x 165 cm) (CPR System, Bologna,
62 Italy). The fruits were transported to the Agrifrutta Cooperative warehouse (Peveragno, Cuneo,
63 Piedmont, Italy) to storage at 1 °C decreasing rapidly the temperature at the core of the fruits.
64 Selected fruits of medium weights Hortgem Tahī® (10.1–15.0 g) and Hortgem Rua® (13.1–15.0 g)
65 were packed inside a plastic punnet with lid made from R-PET material (INFIA s.r.l., Cesena,
66 Italy). Punnet dimensions were 17.2 x 13.2 x 4.0 cm and contained 0.125 kg of fruit; lid dimensions
67 were 17.8 x 13.6 cm. The experimental storage unit was a mini pallet loaded with 20 stacked crates
68 wrapped with a polyethylene stretch film (Retarder s.r.l., Cuneo, Italy) (Figure 1). The stretch film
69 was used to have a barrier protection against the cool forced air into the room, it was not
70 hermetically sealed and, for this reason, changes in the atmosphere weren't expected. Samples of
71 control were maintained in a normal atmosphere in a controlled cold room (1 ± 1 °C; 95%
72 humidity). Three replicates were considered for each control. All fruits were stored up to 60 days.
73 Control quality were performed at the day of the packaging processing (day 0) and after 20, 40 and
74 60 days of storage. At each time-point, 20 punnets (control and stretch) were randomly selected and
75 the following parameters determined: weight loss, quality indicators (total soluble solids, citric acid
76 and dry matter), total colour differences, textural indicators (firmness and gumminess), total
77 phenols. A sensory analysis was also performed to better judge the fruits.

78 **Weight loss, quality parameters and total colour difference**

79 Weight loss (%) was determined using an electronic balance (model SE622, VWR Science
80 Education, Radnor, Pennsylvania, USA), with a 10⁻³g accuracy. The weight was monitored for all
81 the storage time and it was calculated as the difference between initial and final punnet weights.
82 Total soluble solids (TSS) were evaluated with a digital refractometer Atago® Pal-1 (Atago Co.
83 Ltd., Tokyo, Japan) and expressed as °Brix. For each quality control the instrument was calibrated
84 with distillate water. The total acidity content (TA) was measured using an automatic titrator
85 (Titrino 702, Methrom, Herisav, Switzerland) and it was determined potentiometrically using 0.1N
86 NaOH to the end point of 8.1 in 5 mL of juice diluted in 25 mL of distilled water. Results were
87 expressed as % citric acid and an average of three samples based on a conversion factor was used
88 (Allegra *et al.*, 2017; Briano *et al.*, 2015).

89 Dry matter (DR) for the baby kiwi was measured on 10 whole fruits. The fruits were placed in an
90 oven at 70 ± 2 °C for 24 h. Initial and final weights were measured using an electronic balance and
91 the value were expressed as %, according to Mc Glone *et al.*, 2003.

92 Color parameters were quantified in the *L**, *a**, *b** color space. *L** refers to the lightness and ranged
93 from *L** = 0 (black) to *L** = 100 (white). A negative and positive values of *a** indicates green and
94 red color, respectively while positive and negative *b** indicate yellow and blue color, respectively
95 (McGuire, 1992). Colour was assessed for 20 fruits in the middle part of the fruit using a tristimulus
96 colour analyser (model CR-400; Konica Minolta, Langenhagen, Germany).

97 Change in fruit colour during the storage period was reported by the total colour difference index
98 (TCD) (equation 1), based on the evaluation of colour changes from the beginning of day 0 (*L*₀, *a*₀,
99 *b*₀) (Alexander *et al.*, 2012):

100
$$TCD = \sqrt{(L^* - L_{0}^*)^2 + (a^* - a_{0}^*)^2 + [(b^* - b_{0}^*)]^2}$$
 (Equation 1)

101 where the index “0” is the beginning of storage period for all the samples.

102 **Textural parameters**

103 A texture profyle analysis (TPA) performed with the Texture Analyser TA.XT.PLUS (Stable Micro
104 Systems USA) (30 Kilo Load Cell) was used to evaluate the firmness (N) and the gumminess (g*s)

4

105 parametres. A compression test was performed with a 30-mm aluminium flat tipped probe (P/3) to
106 an 10% strain, with a pre test speed of 1 mm/s; test speed 1 mm/s; post test speed 5 mm/s and 5 g
107 trigger force. In the case of gumminess, a 75 mm aluminium compression plate (P/75) was used and
108 the following parametres were applied: strain (25%), pre-test speed (1 mm/s), test-speed (5 mm/s)
109 and trigger force (5 g).

110 **Total phenolic content**

111 Total phenolic content of extracts of the kiwi berry was determined. Fruit (10 g) was added to 25 ml
112 of extraction buffer. The extraction buffer solution contained 500 ml of methanol, 23.8 ml of de-
113 ionised water and 1.4 ml of 37% hydrochloric acid. After 1 h in the dark at room temperature, the
114 samples were thoroughly homogenised for 2 min with an ULTRA TURRAX (IKA, Staufen,
115 Germany) and centrifuged for 15 min at 3000 rpm. The supernatant was transferred into glass test-
116 tubes and stored at -20 °C until analysis. The total phenolic content of samples was measured using
117 Folin & Ciocalteu's phenol reagent (Merck & Co., USA). The absorbance of the blue colour
118 developed was measured at 765 nm following the method of Slinkard and Singleton (1977). The
119 results are expressed as mgGAE/100g of fresh fruit.

120

121 **Sensory analysis**

122 Evaluation of the quality of baby kiwi fruit was also determined by means of sensory analysis,
123 involving 10 panellists previously trained using commercial samples. Panellists received 10 whole
124 fruits for each sample and provided descriptions based on taste, appearance, marketing, luminosity
125 and consistency. Evaluations took place in individual tasting booths at room temperature. All the
126 attributes were evaluated by using 5-point scale (5 = excellent, 4 = good, 3 = fair, 2 = poor and 1 =
127 unusable) which was adopted from Meilgaard *et al.*, 2006.

128 **Statistical analysis**

129 All statistical analyses were performed using SPSS Statistics 24 software package (2017, IBM,
130 Milan, Italy) for Mac. All data sets (cultivar Hortgem Rua[®] and Hortgem Tahī[®]) for the quality

5

131 analysis were subjected to analysis of the variance (ANOVA) with Tukey's post hoc test. A
132 difference that was statistically significant was indicated by $p \leq 0.05$. A principal component
133 analysis (PCA) with Varimax rotation with Kaiser normalization was entered to underline the
134 relationships between the different qualitative parameters measured and the sensory analysis. The
135 PCA was performed using standardized data due the reduction of the dimensionality of the
136 multivariate data. Two PCAs were obtained for each cultivar, Hortgem Rua[®] and Hortgem Tahi[®].

137 **RESULTS AND DISCUSSION**

138 **Weight loss**

139 The baby kiwi fruits weight losses are reported in Figure 1. The losses in edibility were
140 progressively increasing during all the post harvest time. Samples of both cultivars stored in the
141 minipallet wrapped with the stretch film have limited the losses of the product if compared with the
142 control samples and statistically significant differences were observed among samples for each
143 time point. The control samples of both cultivars showed a similar trend losing the maximum of
144 weight at the end of the storage time (respectively 9.03% and 9.64% for Hortgem Rua[®] and
145 Hortgem Tahi[®]). The best performance of the stretch film to control the management of the fruits was
146 for the Hortgem Tahi[®]; in fact at the end of 60 days the weight losses were only of the 3.57 % while,
147 at the same time point the cv. Hortgem Rua[®] achieved 6.40 %. Considering the limit of the
148 commerciality at 6% of weight losses (Maguire *et al.*, 2001; Almenar *et al.*, 2007; Briano *et al.*,
149 2017) the use of wrapped minipallet positively resulted in the management of the fruit and the limit
150 of the peel wrinkling already after 20 days of stored and up to 60 days of the storage in the
151 warehouse.

152 **Quality parameters**

153 Changes of the fruits quality parameters against the 0 days (Table1) were evaluated by measuring
154 the TSS, citric acid content and DM and were reported in the Tables 2 and 3 respectively for
155 Hortgem Rua[®] and Hortgem Tahi[®]. For the most of collected samples wrapped with the stretch film
156 it was possible to observe an increase in the TSS concentration during the storage time due the

157 weight loss of fruits. The highest °Brix values were observed for all fruits at the end of 60 days of
158 storage but no great differences were reported among control and wrapped fruits for both cultivars.
159 Effect of storage time and different management in the warehouse on citric acid content was similar
160 for both tested cultivars. Statistically significantly differences were observed for each quality
161 control and a decrease of values were observed for all samples. For both cultivars the lowest fruit
162 acidity was reported at the end of the storage time for samples maintained with the stretch film.
163 The storability of the kiwifruits is well known to be correlated with the DM content (Jordan *et al.*,
164 2000; Harker *et al.*, 2009). For both cultivars and for each samples statistically significantly
165 differences were observed during the storage time. A general values decrease was observed for all
166 samples and the lowest DM content was achieved at the end of the storage time for all baby kiwi.
167 At each control time similar values were observed among wrapped fruits and control suggesting the
168 limited influence of the stretch film to maintain high levels of DM content during storage
169 The sugar/acid ratio of samples (data not showed) suggest the sweet-taste of these fruits like the
170 goji berry and black mulberry (Mikulic-Petkovse *et al.*, 2012) especially for the fruits of the
171 cultivar Hortgem Rua®.

172

173

174 **Total colour difference**

175 The suitability of the baby kiwi is the peel edibility so the maintenance of the external aspect and
176 colour is the key to achieve the marketing process. The total colour difference index (TDC) which
177 is a combination of L, a and b values, was used to evaluate the discoloration of fruits (Figure 2).
178 The colorimetric maturity index increased statistically in the storage time meaning the progressive
179 ripening of the fruits for all the samples but this trend was limited for all fruits wrapped with the
180 stretch film. At the end of the storage time the minimum TCD value was achieved for the wrapped
181 samples of the cv. Hortgem Rua® (11.80). Due the best maintainance of the weight losses (water
182 content) these fruits have maintained infact the highest luminosity (data not showed). Wrapped

7

183 samples of the cv. Hortgem Tahi[®] have shown an higher browning value (TCD value of 15.10)
184 probably due the higher development of anthocyanin during the ripening process how suggested by
185 previous studies (Montefiori *et al.*, 2009).

186 **Textural parameters**

187 Although knowledge about the importance of the softening models of baby kiwi has increased in
188 recent years (Giuggioli *et al.*, 2016), the evolution of texture parametres under packaging conditions
189 such as the wrapping minipallet has not been reported. Changes in firmness and gumminess values
190 are reported respectively in Figure 3 and 4. As expected a decrease in the pulp consistency were
191 observed in all samples of Hortgem Rua[®] and Hortgem Tahi[®] due the dehydration related
192 associated to the storage time (Wang *et al.*, 2015). The best control of the moisture loss was
193 associated to the stretch film that influenced positively the maintainence of fruit firmness. At each
194 control time the stretch film maintained value of firmness for fruits of Hortgem Rua[®] higher than
195 control samples. At the end of storage infact 2.39 N of firmness was registered for the wrapped
196 baby kiwi against 1.60 N of the unwrapped fruits. The same trend was observed for the cv. Hortgem
197 Tahi[®] after 60 days of storage where the average value of 2.13 N was observed against 1.79 N. The
198 evolution of the adimensional gumminess (hardness x cohesiveness) parametres is reported in the
199 Figure 4. In this study the gumminess trend is similar to the firmness behaviour infact unwrapped
200 samples of both cultivar (control) show the lowest gumminess values suggesting a strong
201 correlation with the moisture content. After 60 days of storage fruits of cv. Hortgem Rua[®] and
202 Hortgem Tahi[®] wrapped with the stretch film register respectively 280.92 and 213.57. The higher
203 decrease in the gumminess for all the control samples is also depending to the shrivelling of these
204 fruits.

205 **Total phenolic content**

206 Fruits of *Actinidia arguta* are a rich source of phenolic compounds (Latocha *et al.*, 2013). Changes
207 in total phenolic content are reported in the Figure 5. It's possible to observe the difference among
208 the two cultivars. According with previous studies (Krupa *et al.*, 2011; Latocha *et al.*, 2013) the cv.

209 Hortgem Tahi[®] showed an higher total phenolic content if compared to the other one. For both
210 cultivars the total content is increasing with the time storage but itsn't possible to observe the effect
211 of the stretch film on the regular evolution of this bioactive compound on samples.

212 **Sensory attribute**

213 To improve the instrumental measurement of quality, the sensory evaluation was conducted by the
214 panelists in order to judge the overall quality of baby kiwi in terms of consumers' view point.
215 Overall sensorial quality scores of samples of Hortgem Rua[®] and Hortgem Tahi[®] (Figure 6)
216 decreased gradually when the storage time elapsed achieving the lowest score profile after 60 days.
217 For each cultivar fruits wrapped with the stretch film have maintained the best overall quality
218 especially in term of fruit luminosity, consistency and taste. Unpacked control samples of both
219 cultivars lost the sensorial quality (limit for the marketability) due the reduction in freshness as a
220 consequence of severe water loss (Figure 1). According to Garcia-Ramos *et al.* (2003) the cultivar
221 Hortgem Tahi[®] having a strong flavour was appreciated more for the taste if compared with the
222 Hortgem Rua[®].

223 **PCA**

224 Principal component analysis was carried out on the correlation matrix produced from the quality
225 parameters and the scores of the sensory analysis of baby kiwi fruits of both cultivars stored,
226 previously measured. The PCA plot for the cultivar Hortgem Rua[®] and Hortgem Tahi[®] are
227 respectively reported in the Figure 7 and 8. The cumulative variance contribution of all the principal
228 component resulted was of 85.73 % for the cv. Hortgem Rua[®] who contributed most the first (PC1)
229 and second (PC2) principal components (respectively 65.94% and 19.79%). In the case of the cv.
230 Hortgem Tahi[®] the cumulative variance contribution of all the principal component resulted was of
231 81.04% (respectively 60.83% for the PC1 and 20.21% for the PC2). For Hortgem Rua[®] the PC1
232 was described by the gumminess, the weight loss and all the parameters considered in the sensory
233 evaluation. For the Hortgem Tahi[®] the dry matter, the gumminess, the total phenol content and all
234 the sensory parameters explained the PC1. As can be seen it is possible to adfirm how the textural

235 parameter and the sensory evaluation attributes of the two cultivars belong both to the PC1 ; this is
236 show how the external judgement is the driver of the consumer acceptance of the baby kiwi
237 according to previous studies on *Actinidia arguta* (Latocha *et al.*, 2011).

238 **CONCLUSIONS**

239 The short storage life of berry fruits (*Actinidia arguta*) is a critical point for their marketability but
240 simple storage tool in the warehouse can be employed allowing the economical sustainability of the
241 storage process. The post-harvest management of these fruits can follow the berries supply-chain so
242 the use of wrapping film for the pallet storage could be a promising solution to maintain the quality
243 of the fruits for a long time. The baby kiwi fruits represent a new product in the commercial channel
244 of the distribution and they are particularly appreciated for the edibility of the whole fruit. For this
245 the fruit management during storarage in the warehouse it is foundamntal. Samples of Hortgem
246 Tahī® and Hortgem Rua® stored up to 60 days with the stretch film have maintained good quality
247 characteristics if compared with the control samples especially in term of weight and textural
248 properties mantainence. The firmness, the gumminess and the sensory attributes mostly influence
249 the consumer acceptance of the baby kiwi. To improve the chain value of these fruits could be
250 promising choose for the storage in the minipallet material from the green chemistry as
251 experimentally made for other species.

252 **ACKNOWLEDGEMENTS**

253 We would like to thank all of the producers, professionals, operators, colleagues and
254 collaborators who actively participated in the research project.

255 **Founding Source**

257 Research developed into the program ALTA FORMAZIONE IN APPRENDISTATO 2011-2013.
258 Regione Piemonte (Art. 50—D. Lgs. N. 276/2003 s.m.i.).

259 **REFERENCES**

- 260 1. Alexandre, E.M., Brandão, T.R. and Silva C.L, 2012. Efficacy of non-thermal technologies
261 and sanitizer solutions on microbial load reduction and quality retention of strawberries. *Journal of*
262 *Food Engineering* **108(3)**: 417–426.
- 263 2. Allegra, A., Sortino, G., Inglese, P., Settanni, L., Todaro, A. and Gallotta, A. 2017. The
264 effectiveness of *Opuntia ficus-indica* mucilage edible coating on post-harvest maintenance of
265 ‘Dottato’ fig (*Ficus carica* L.) fruit. *Food Packaging and Shelf Life*, **12**: 135–141.
- 266 3. Almenar, E., Del-Valle, V., Hernández-Muñoz, P., Lagarón, J.M., Catalá, R. and
267 Gavara, R. 2007. Equilibrium modified atmosphere packaging of wild strawberries. *Journal of the*
268 *Science of Food and Agriculture*, **87**: 1931–1939.
- 269 4. Baudino, C., Giuggioli, N.R., Briano, R., Massaglia, S. and Peano, C. 2017.
270 Integrated methodologies (SWOT, TOWS, LCA) for improving production chains and
271 environmental sustainability of kiwifruit and baby kiwi in Italy. *Sustainability* **9**, **1621**:
272 doi:10.3390/su9091621.
- 273 5. Bouchery, Y., Corbett, C. J., Fransoo, J. C. and Tan, T. 2017. Sustainable supply chains:
274 introduction. In *Sustainable supply chains* Springer International Publishing , 1-12.
- 275 6. Briano, R., Giuggioli, N.R., Girgenti, V. and Peano, C. 2015. Biodegradable and
276 compostable film and modified atmosphere packaging in postharvest supply chain of raspberry fruit
277 (cv. Grandeur). *Journal of food processing and preservation*, **39(6)**: 2061–2073.
- 278 7. Briano, R., Peano, C. and Giuggioli, N.R. 2017. The effects of the “green passive MAP” on
279 the evolution on the gaseous and quality parameters in strawberries. *Emirate Journal of Food and*
280 *Agriculture*, **29**: 1–8.
- 281 8. DeEll, J.R. 2002. Modified atmospheres for berry crops. *Ohio State University Extension*
282 *Newsletter*, **6**, 27.
- 283 9. Fisk, C.L., Silver, A.M., Strik, B.C., and Zhao, Y. 2008. Postharvest quality of hardy
284 kiwifruit (*Actinidia arguta* ‘Ananasnaya’) associated with packaging and storage conditions.
285 *Postharvest Biology & Technology*, **47**: 338–345.

- 286 10. Garcia-Ramos, F.M, Ortiz-Caiavate, J., Ruiz-Altisent, M., D.ez, JFlores, L. Homer, I., and
287 Ch'vez , J.M. 2003. Development and implementation of an on-line impact sensor for firmness
288 sensing of fruits. *Journal of Food Engineering*, **58 (1)**: 53–57 .
- 289 11. Giuggioli, N.R., Girgenti, V., Baudino C., Giacalone, G. and Chiabrandò, V. 2017.
290 Prediction models for the softening of new commercial *Actinidia cultivars*. *Journal of Food*
291 *Processing and Preservation*, 1-8. doi.org/10.1111/jfpp.13245.
- 292 12. Harker, F. R., Carr, B. T., Lenjo, M., Macrae, E. A., Wismer, W. V., Marsh, K. B.,
293 Williams, M., White, A., Lund, C.M., Walker, S.B., Gunson, F.A and Pereira, R. B. 2009.
294 Consumer liking for kiwifruit flavour: A meta-analysis of five studies on fruit quality. *Food Quality*
295 *Preference*, **20**: 30–41.
- 296 13. Jordan, R. B., Walton, E. F., Klages, K. U., and Seelye, R. J. 2000. Postharvest fruit density
297 as an indicator of dry matter and ripened soluble solids of kiwifruit. *Postharvest Biology and*
298 *Technology*, **20**: 163–173.
- 299 14. Kaya, M., Česonienė, L., Daubaras, R., Leskauskaitė, D., and Zabulionė, D. 2016. Chitosan
300 coating of red kiwifruit (*Actinidia melanandra*) for extending of the shelf life. *International journal*
301 *of biological macromolecules*, **85**: 355–360.
- 302 15. Krupa, T., Latocha, P., and Liwińska, A. 2011. Changes of physicochemical quality,
303 phenolics and vitamin C content in hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* and its hybrid) during
304 storage. *Scientia horticulturae*, **130 (2)**: 410–417.
- 305 16. Latocha, P., Jankowski, P., and Radzanowska, J. 2011. Genotypic difference in postharvest
306 characteristics of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* and its hybrids), as a new commercial crop Part
307 I. Sensory profiling and physicochemical differences. *Food research international*, **44**: 1936–1945.
- 308 17. Latocha, P., Krupa, T., Jankowski, P., and Radzanowska, J. 2014. Changes in postharvest
309 physicochemical and sensory characteristics of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* and its hybrid)
310 after cold storage under normal versus controlled atmosphere. *Postharvest Biology &*
311 *Technology*, **88**: 21–33.

- 312 18. Latocha, P., Wołosiak, R., Worobiej, E., and Krupa, T. 2013. Clonal differences in
313 antioxidant activity and bioactive constituents of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta*) and its year to
314 year variability. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **93**(6): 1412–1419.
- 315 19. Lim, S., Han, S.H., Kim, J., Lee, H.J., Lee, J.G., and Lee, E.J. 2016. Inhibition of hardy
316 kiwifruit (*Actinidia arguta*) ripening by 1-methylcyclopropene during cold storage and anticancer
317 properties of the fruit extract. *Food chemistry*, **190**: 150–157.
- 318 20. Mc Glone, V.A., Jordan, R.B., Seelye, R. and Clark, C.J. 2003. Dry matter-a better
319 prediction of the post-storage soluble solids in apple?. *Postharvest Biology and Technology*, **28**:
320 431–435.
- 321 21. Mcneilage, M. A., Beatson, R. A., & Macrae, E. A. 2001) Patent US 2001/0042258 P1,
322 United States Plant Patent, pp. 1–3.
- 323 22. Mcneilage, M. A., Beatson, R. A., & Macrae, E. A. 2004. Patent N8 US PP14,625 P3
324 United States Plant Patent, pp. 126.
- 325 23. Meilgaard, M.C., Carr, B.T., and Civille, G.V. 2006. *Sensory evaluation techniques*. CRC
326 press.
- 327 24. Montefiori, M., Comeskey, D.J., Wohlers, M., and McGhie, T.K. 2009. Characterization and
328 quantification of anthocyanins in red kiwifruit (*Actinidia spp.*). *Journal of agricultural and food*
329 *chemistry*, **57**(15): 6856–6861.
- 330 25. Mikulic Petkovsek, M., Schmitzer, V., Slatnar, A., Stampar, F. and Veberic, R., 2012. A
331 comparison of fruit quality parameters of wild bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) growing at
332 different locations. *Journal of Food Science*, **77**(10): C1064-C1070.
- 333 26. Oh, S.B., Muneer, S., Kwack, Y.B., Shin, M.H., and Kim, J.G. 2017. Characteristic of fruit
334 development for optimal harvest date and postharvest storability in ‘Skinny Green’ baby
335 kiwifruit. *Scientia Horticulturae*, **222**: 57–61.

- 336 27. Peano, C., Briano, R., Giuggioli, N. R., Girgenti, V., and Sottile, F. 2013. Evolution of
 337 qualitative characteristics during blueberry fruit storage in a modified atmosphere. *XI International*
 338 *Controlled and Modified Atmosphere Research Conference*, **1071**: 343–348.
- 339 28. Peano, C., Giuggioli, N. R., Girgenti, V., Palma, A., D'Aquino, S. and Sottile, F. 2016.
 340 Effect of palletized MAP storage on the quality and nutritional compounds of the Japanese Plum cv.
 341 Angeleno (*Prunus salicina* Lindl.). *Journal of Food Processing and Preservation*, **41(2)**:
 342 doi:10.1111/jfpp.12786
- 343 29. Slinkard, K. and Singleton, V.L. 1977. Total phenol analysis: automation and comparison
 344 with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, **28**: 49–55.
- 345 30. Strik, B. and Hummer, K. 2006. 'Ananasnaya' hardy kiwifruit. *Journal of American*
 346 *Pomology Society*, **60**: 106–112.
- 347 31. Wang, Y., Xu, F., Feng, X. and MacArthur, R.L. 2015. Modulation of *Actinidia arguta* fruit
 348 ripening by three ethylene biosynthesis inhibitors. *Food chemistry*, **173**: 405–413.
- 349 32. White, A., Nichal de Salva, H., Requejo-Tapia, C. and Harker, F. R. 2005. Evaluation of
 350 softening characteristics of fruits from 14 species of *Actinidia*. *Postharvest Biology Technology*, **35**:
 351 143–151.

Table 1. INITIAL (DAY 0) PARAMETERS (TOTAL SOLID SOLUBLE, CITRIC ACID, DRY MATTER, LUMINOSITY, A, B, FIRMNESS, GUMMINESS, TOTAL PHENOLS) FOR BOTH THE CULTIVARS

Quality parameters	Hortgem Rua [®]	Hortgem Tahī [®]
TSS (°Brix)	6.21 ± 0.5	7.93 ± 0.3
Citric Acid (%)	0.90 ± 0.9	1.20 ± 0.5
DM (%)	15.43 ± 1.3	19.39 ± 1.1
L*	64.98 ± 1.9	65.98 ± 0.5
a*	39.43 ± 1.9	35.98 ± 1.2
b*	-1.23 ± 2.1	-1.09 ± 0.9
Firmness (N)	14.90 ± 0.9	16.00 ± 1.8
Gumminess	1152.9 ± 1.7	936.32 ± 1.4
TP (mgGAE 100 ^{-g})	189.98 ± 1.3	187.5 ± 0.9

352

Table 2. AVERAGE OF TOTAL SOLID SOLUBLE (TSS) (°BRIX), CITRIC ACID (%) AND DRY MATTER (%) FOR THE CV HORTGEM RUA[®] DURING STORAGE

Quality parameters	Samples	20 days	40 days	60 days
TSS (°Brix)	Control	13.68 ^{ns*}	14.57	14.23
	Stretch	13.90 ^{ab}	13.73 ^b	14.96 ^a
Citric acid (%)	Control	0.72 ^a	0.42 ^b	0.61 ^b
	Stretch	0.64 ^a	0.58 ^b	0.59 ^b
Dry matter (%)	Control	17.97 ^a	15.86 ^b	15.74 ^b
	Stretch	17.75 ^a	15.58 ^b	15.67 ^b

*The average in row followed by significant different letters are significantly different at $P \leq 0.05$ in according to Tukey's test.

353

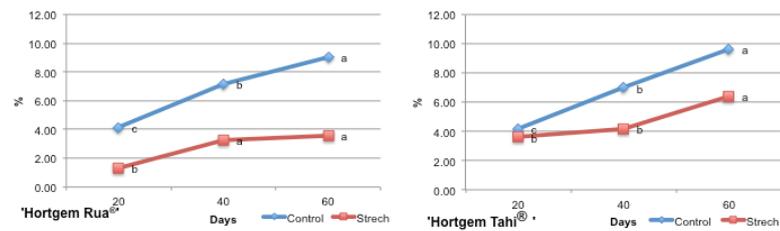
Table 3. AVERAGE OF TOTAL SOLID SOLUBLE (TSS) (°BRIX), CITRIC ACID (%) AND DRY MATTER (%) FOR THE CV HORTGEM TAHI® DURING STORAGE

Quality parameters	Samples	20 days	40 days	60 days
TSS (°Brix)	Control	14.20 ^{b*}	14.57 ^b	15.07 ^a
	Stretch	14.87 ^{ab}	13.73 ^b	14.80 ^a
Citric acid (%)	Control	0.89 ^a	0.73 ^b	0.77 ^b
	Stretch	0.92 ^a	0.92 ^a	0.59 ^b
Dry matter (%)	Control	19.88 ^a	18.25 ^b	16.53 ^c
	Stretch	18.11 ^a	17.15 ^{ab}	15.68 ^b

*The average in row followed by significant different letters are significantly different at $P \leq 0.05$ in according to Tukey's test

354

355 Figure 1. Evolution of the weight loss during the 60th of storage for the cultivar
356 Hortgem Rua® and Hortgem Tahi®



The average followed by significant different letters are significantly different at $P \leq 0.05$ in according to Tukey's test

357

358

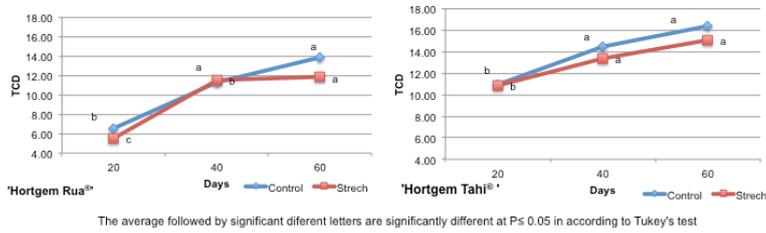
359

360

361

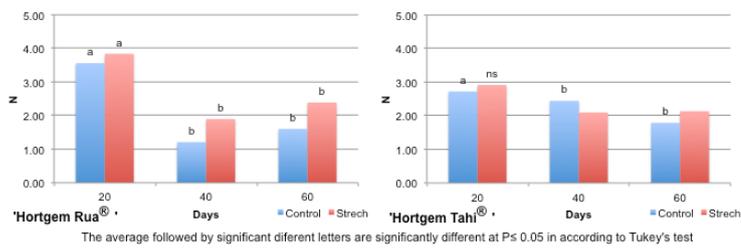
15

362 Figure 2. Evolution of the total colour difference (TCD) during the 60th of storage for
 363 the cultivar Hortgem Rua[®] and Hortgem Tahi[®]



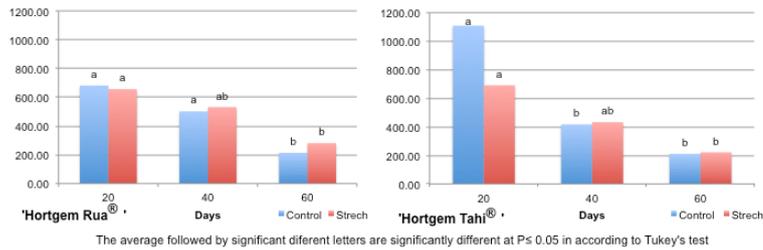
364
 365
 366

367 Figure 3. Evolution of the firmness during the 60th of storage for the cultivar Hortgem Rua[®] and
 368 Hortgem Tahi[®]



369
 370

371 Figure 4. Evolution of the gumminess during the 60th of storage for the cultivar Hortgem Rua[®] and
 372 Hortgem Tahi[®]

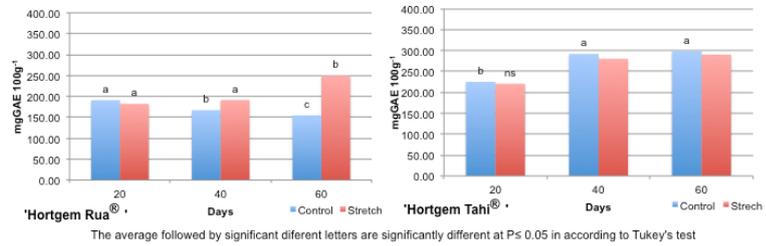


373
 374

375

376

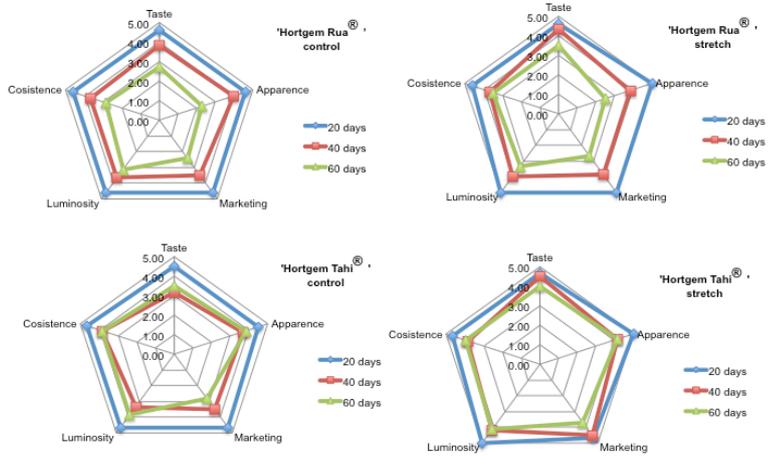
377 Figure 5. Evolution of the total phenol during the 60th of storage for the cultivar Hortgem Rua[®]
378 and Hortgem Tahi[®]



379

380

381 Figure 6. Sensory analysis for the for the cultivar Hortgem Rua[®] and Hortgem Tahi[®],
382 stored for 60 days in the warehouse



383

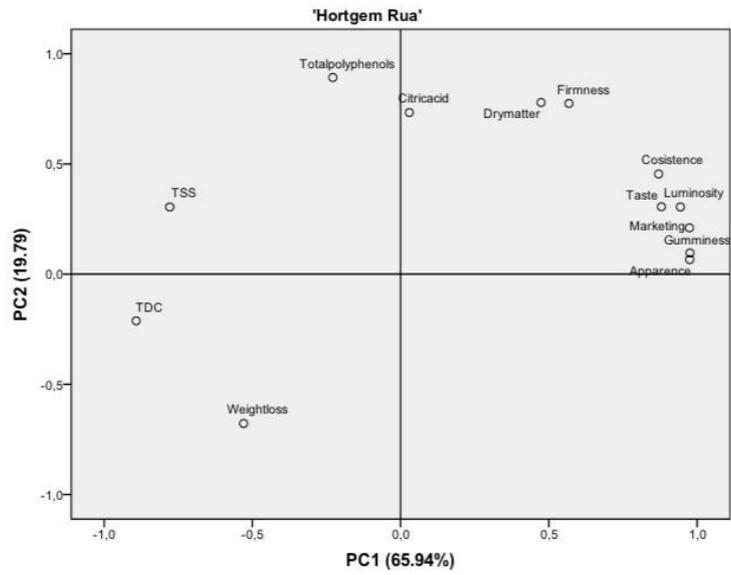
384

385

386

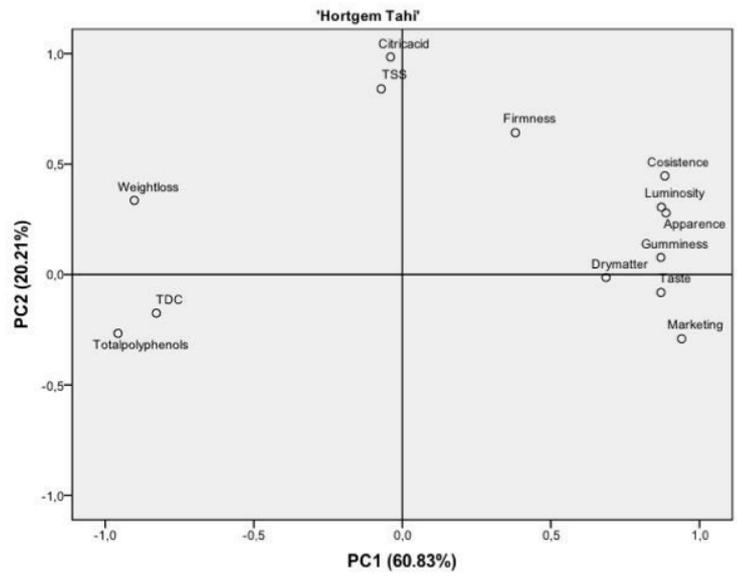
387

388 Figure 7. PCA for the 'Hortgem Rua[®]' for all the parameters analysed.



389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404

405 Figure 8. PCA for the for the 'Hortgem Tahi'® for all the parameters analysed.
406



407
408
409
410
411
412
413
414

10.4 Allegato 4



Article

Integrated Methodologies (SWOT, TOWS, LCA) for Improving Production Chains and Environmental Sustainability of Kiwifruit and Baby Kiwi in Italy

Claudio Baudino * , Nicole Roberta Giuggioli, Rossella Briano, Stefano Massaglia and Cristiana Peano 

Department of Agricultural, Forest and Food Sciences (DISAFA), University of Torino, Largo Paolo Braccini 2–Grugliasco, 10095 Torino, Italy; nicole.giuggioli@unito.it (N.R.G.); rossella.briano@unito.it (R.B.); stefano.massaglia@unito.it (S.M.); cristiana.peano@unito.it (C.P.)
* Correspondence: claudio.baudino@unito.it; Tel.: +39-011-670-8660; Fax: +39-011-670-8658

Received: 3 August 2017; Accepted: 8 September 2017; Published: 12 September 2017

Abstract: Italy’s kiwifruit growers are considered to be world-leading players of the past 20 years. However, with this success come its challenges. In the last five years, a bacterial canker of kiwifruit known as *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa) has caused a dramatic reduction in the size of the areas cultivated, leading to several experienced Piedmontese *Actinidia deliciosa* growers beginning to cultivate the *A. arguta*. To better understand the potential for replacing the common kiwifruit in Italy’s Piedmont region with plantations of *A. arguta* and to attain a systematic approach and support for decision situations; we assessed the environmental impact of the two production chains (field and storage) from a technical-operational perspective. The assessment was conducted through interviews with producers, field and warehouse technicians and sales managers in order to reveal the strengths and weaknesses of the two systems. The work presented below considers the application of the Life Cycle Assessment (LCA) method for the field system (two different phases of the plantation) and the SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) analysis for the entire supply chain (field and warehouse management). Finally, a TOWS analysis (Threats, Opportunities, Weakness, Strengths) integrated the results of both LCA and SWOT analyses and permitted to highlight the development strategies for *A. arguta* in Piedmont. The total orchard cycle for *A. arguta* presents an impact of 0.14 kg CO₂ eq (GWP) and for *A. deliciosa* an impact of 0.11 kg CO₂ eq (GWP). Based on the synthesis of results from our TOWS analysis, we identified the following development strategies to help to shape the future *A. arguta* supply chain in Piedmont: Large-scale oriented; Berry fruits oriented; Export and organic oriented and Niche oriented.

Keywords: *A. deliciosa*; *A. arguta*; life cycle assessment (LCA); SWOT analysis; TOWS analysis; strategies

1. Introduction

Actinidia is a genus of berry-bearing shrubs and vines native to East Asia. In the first half of the twentieth century the cultivar ‘Hayward’ of *Actinidia deliciosa* (A. Chev.) Liang and Ferguson, was developed in New Zealand and still accounts for more than 90% of the total international market volume of kiwifruit. The global production of commercial kiwifruit now exceeds 2.4 million tonnes a year. China produces about half of the total international production, but only 1% of its volume is destined for export. Italy, New Zealand, Chile and Greece are jointly responsible for about 80% of all kiwis produced outside of China with most of their fruit destined for export [1]. A small part of the world production is made up of golden kiwifruit (*A. chinensis* Planch.). ‘Hort 16 A’ and ‘Jintao’ are the yellow-fleshed cultivar currently present on the market. They are protected cultivars, meaning that their cultivation is restricted to license holders. The marketing of the fruit is controlled by a consortia.

Other yellow-fleshed selections are likely to become important. They differ from green-fleshed *A. deliciosa* by having smooth skin, yellow-coloured flesh and lower storage stability. Other *Actinidia* species are of minor economic importance, including the hardy kiwi *A. arguta* (Siebold and Zucc.) Planch. ex Miq., also referred to as kiwi berry, baby kiwi or cocktail kiwi [2]. The hardy kiwifruit is clearly smaller than *A. deliciosa* and *A. chinensis* fruit and grows only to the size of dessert grapes. Its skin is thin and smooth and, depending on the variety, may be green, brown or purple. Hardy kiwifruit can be eaten whole with the peel included. Its short shelf life limits the commercial potential, but the plants have gained increasing popularity in the last five years. A major factor contributing to the popularity of hardy kiwifruit is its aroma [3].

Another factor that contributes to the successful expansion of the cultivation of *A. arguta* is that, following experiments, it has been included in the group of species (*Leiocarpae-A. macrosperma*, *A. valvata*, *A. polygama*, *A. melanandra*) which have shown resistance to (or tolerance of) *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa) [4]. One of the most recent problems at the international level linked to the cultivation of kiwifruit has been the spread of the PSA bacteria, which causes kiwigreen bacterial canker. PSA first occurred in Japan in the 1980s [5] with subsequent isolated outbreaks in South Korea [6] and Italy [7]. From 2008–2011 there was a rapid spread of the PSA bacterial canker [8,9] due to dissemination between the plantations caused by bacterial exudates, formed by cankers during the autumn–winter seasons and often carried by wind [10–12].

This situation has led to a drop in production and invested surface of the classic varieties, particularly in the production of *A. chinensis* (Hort 16 A) in New Zealand, where it significantly declined from 92,200 tonnes in 2010 to 37,500 tonnes in 2013. Bacteriosis also concerns other important producer countries and has interrupted international production growth of kiwifruit. For example, from 2008 to the present day, Italy reduced the invested surface and led to a decline in production between 2010 and 2013 of about 15% [13]. The situation is slowly recovering today, with about 25,000 hectares of *Actinidia* cultivars cultivated in Italy. To mitigate PSA in Italy's Piedmont region, around 1,000 hectares of plantations have been cut down in the last five years. This action was declared in the recent Regional Plan of Action, a decree passed in 2013 by the Italian Ministry of Agriculture [14].

At the moment, international research is exploring solutions that producers can implement in the short term. On one hand, a series of products such as copper-based compounds, plant extracts and biological control agents (BCAs) are being tested in vitro, in greenhouse and in the field [15,16]. As highlighted, it is hoped that a combined strategy can be found which will consider the treatment and correct management of pruning (including the disinfection of tools and the protection of pruning incisions), fertilization and irrigation [17].

Research is also being pursued in other directions such as photo-selective nets being tested in Italy and plastic canopies on trial in New Zealand [18]. In New Zealand, particular attention is paid to obtaining and cultivating new varieties as Gold 3 and Gold 9 [18].

Although no information on the differences in susceptibility of new cultivars of kiwi or other species of kiwi has been released up to now, in all the research relating to the resistance/susceptibility of the different species of *Actinidia*, *A. arguta* is discovered to be the least affected by bacterium canker, both in Europe and in New Zealand [19]. This is why one of the alternative proposals to *Actinidia deliciosa* in Italy could be the cultivation of *A. arguta*.

Today, two new commercial kiwi cultivars, 'Hortgem Tahī[®]' and 'Hortgem Rua[®]', are being grown in Italy, France and Portugal. They have been sold in European retail stores under the Nergi[®] brand since 2013. The challenge is to have similar plantations from an operational point of view but with kiwis that are very different from the common species (*A. deliciosa* and *A. chinensis*), namely *A. arguta* kiwis that are smaller (max. 15–20 g), bright green and smooth so that they can be eaten whole, without peeling, a lot like berry fruits.

To better understand the potential for replacement of the common kiwifruit in Piedmont with plantations of *A. arguta* and to attain a systematic approach and a support for decision making,

we assessed the environmental impact of the two production chains (field and storage), also from a technical-operational perspective.

The assessment was conducted through interviews with producers, field and warehouse technicians and sales managers in order to reveal the strengths and weaknesses of the two systems. The work presented here considers the application of the Life Cycle Assessment (LCA) method for the field system (two different phases of the plantation: young plants and adult plants in full production) and the SWOT analysis for the entire supply chain (field and warehouse management). The combined interpretation of the results with the TOWS analysis, different arrangements of the words Strengths, Weakness, Opportunities and Threats compared to SWOT analysis, permitted to highlight the development strategies for *A. arguta* in Piedmont. The ability of SWOT is the matching of specific internal (strengths and weaknesses) and external (threats, opportunities) factors, which provides a strategic matrix (Wehrich 1982) [20]. It is essential to note that the internal factors are within the control of the *A. arguta* system, such as field operations, marketing, and other areas. On the other hand, the external factors are out of the system's control, such as the macroeconomic and political factors, new technologies, and competition [21]. The interpretation of the TOWS matrix, permitted to develop alternatives strategies on the basis of relationships between threats, opportunities, weaknesses and strengths indicated from SWOT [22] including, between the internal factors the impacts obtained by LCA analysis. Figure 1 shows the flowchart used in conceptual framework.

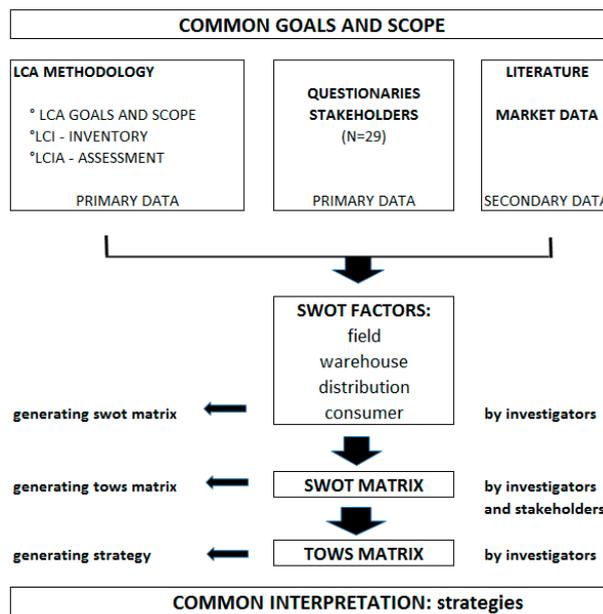


Figure 1. Flowchart conceptual model.

2. Materials and Methods

It is necessary for all stakeholders, from primary producer to buyer, to be involved in the processes related to strategic planning for the kiwifruit industry. This includes identifying current and potential issues. To achieve this, it is important to identify appropriate tools. Thus, after defining the common goal and scope among stakeholders, a performance assessment was conducted based on the parallel application of the Life Cycle Assessment (LCA), SWOT and TOWS analyses with a common purpose but applied independently. To achieve this aim, the study pursued two paths starting in 2015.

The first path developed a quantitative analysis evaluating the efficiency of the agricultural and warehouse system in terms of environmental sustainability with the LCA approach. The second step involved a qualitative analysis through semi-structured interviews. In total, 29 questionnaires (administered to producers and other stakeholders) were filled out during face-to-face interviews and on-site visits. The interviews included questions about field production, warehouse management and sales management.

2.1. Geographical Context

Regarding production and dissemination of kiwifruits throughout Italy, Piedmont is the second largest region after Lazio, with approximately 5300 hectares distributed throughout the provinces of Cuneo and Turin, and accounting for over 20% of Italian production [13]. With 10,800 fruit farms, Piedmont's fruit production occupies an area of 51,273 hectares, representing 5% of the region's total agricultural land and weighing 15% in terms of production at basic prices (480 million euro estimated in 2007) [23]. Piedmont is strongly specialized in exports, providing approximately 40% of all kiwifruit production in Italy (the rest coming from the Lazio region and Southern Italy).

In terms of territorial characteristics, the climate is continental both in the plains and in the hills; winters are cold (with temperatures falling to $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$) and long, while summers are hot (up to $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$) and short. Rainfall is concentrated mainly in the spring and autumn (annual average 1114 mm) [24].

2.2. LCA Goal and Scope

The life cycle assessment (LCA) method was applied to this work and followed the guidelines of the International Organization for Standardization (ISO)'s 14040:2006 (ISO 2006). The LCA method has also been successfully applied in farming and agri-food systems [25–28].

The aim of this LCA was to assess the environmental impact of the production of 1 kg of *A. arguta* (cv 'Hortgem Tahī' and 'Hortgem Rua') and the production of 1 kg of *A. Deliciosa* (cv Hayward), in the field phase (I input, Figure 2) and in the field + warehouse phase (II input, Figure 2).

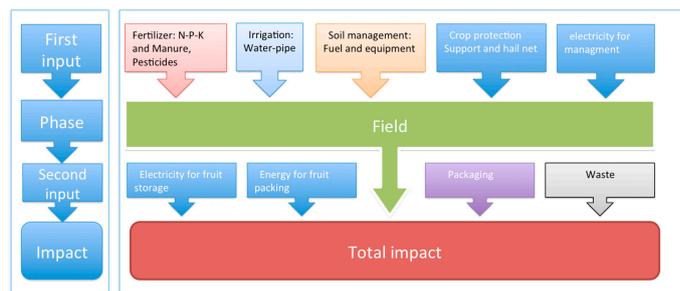


Figure 2. Impacts diagram for the production of *Actinidia arguta* and *Actinidia deliciosa*.

The impacts of the entire field cycle were calculated for both crop species, taking into consideration the young phase of the field and then added to the subsequent adult productive phase [29,30].

For both crop species, the young phase lasts 4 years and the productive phase lasts 20 years (for a total cycle of 24 years). Regarding *A. deliciosa*, a production level of 10 t ha⁻¹ in the young phase and of 20 t ha⁻¹ in the productive phase was considered. For *A. arguta* the production levels considered were 7.5 t ha⁻¹ in the young phase and 15 t ha⁻¹ in the productive phase (grower's data).

This approach is based on the principle that the fruit sold can come from both the young and adult phases. This means that kiwifruits can come from a determined production phase of the field proportionate to the yield accumulated during that phase [30].

The impact on the entire life cycle (calculated using the Orchard cycle impact, Equation (1)) was obtained by weighing the various phases in relation to production (Yield contribution, Equation (2)) and was calculated as follows:

$$\text{Orchard cycle impact}_{jk} = \sum_{i=1}^2 \text{impact}_{j,k,i} \times \text{yield contribution}_{k,i} \quad (1)$$

With the weighting factor "yield contribution":

$$\text{yield contribution}_{k,i} = \frac{\text{lifespan}_{k,i} \times \text{yield}_{k,i}}{\sum_{i=1}^2 \text{lifespan}_{k,i} \times \text{yield}_{k,i}} \quad (2)$$

whereby:

- $\text{impact}_{j,k,i}$ = annual median impact per kg for orchard production phase i , impact category j and production system k ;
- $\text{yield}_{k,i}$ = median yield obtained in orchard production phase i and production system k ;
- $\text{lifespan}_{k,i}$ = lifespan of orchard production phase i and production system k .

2.3. Life Cycle Inventory (LCI)

System Boundaries and Data Collection

The data used to carry out the field LCA were acquired through questionnaires filled out by 20 producers from 2015 to 2016. They all belonged to a producers' organisation located in Piedmont and produced both kiwifruit species. In addition to the interviews with producers, the field-books of each farm were analysed to quantify the resources used in cultivation. This permitted the study to obtain data from an average area of about 70 ha for both crops. In the case of *A. arguta*, this surface represents the totality of hectares currently in production. Regarding the aspects linked to the nursery phase, the figures were acquired from two plant nurseries which supply the plants to the farms. The information relating to the post-harvest phase was supplied by technical staff (3 people) of the fruit warehouse where the product is processed (Table 1).

Table 1. Principal inputs involved in the analysis of the field production and distribution chain for *A. arguta* and *A. deliciosa*.

Phase	Operation or Input	<i>A. deliciosa</i>		<i>A. arguta</i>	
		Material or Machine		Material or Machine	
Nursery	Rooting	Substratum	300 L ha ⁻¹	Substratum	300 L ha ⁻¹
	Mulching	Black PE	400 kg ha ⁻¹	Black PE	400 kg ha ⁻¹
	Covering	White PE	6.7 kg ha ⁻¹	White PE	6.7 kg ha ⁻¹
	Covering	Metal supports	7.5 kg ha ⁻¹	Metal supports	7.5 kg ha ⁻¹
	Fertigation system	PVC piping	46 kg ha ⁻¹	PVC piping	46 kg ha ⁻¹
	Fertigation system	PVC tubing	46 kg ha ⁻¹	PVC tubing	46 kg ha ⁻¹
	Fertigation	Compost mix	300 kg ha ⁻¹	Compost mix	300 kg ha ⁻¹
	Fertigation	Water	40 m ³ ha ⁻¹	Water	40 m ³ ha ⁻¹
	Cold storage	Electrical energy	35 kWh m ³	Electrical energy	35 kWh m ³

Table 1. Cont.

Phase	Operation or Input	<i>A. deliciosa</i>		<i>A. arguta</i>	
		Material or Machine		Material or Machine	
Field	Soil preparation	Plough or cultivator	1 h ha ⁻¹	Plough or cultivator	1 h ha ⁻¹
	Soil preparation	Harrow	1 h ha ⁻¹	Harrow	1 h ha ⁻¹
	Irrigation system	PVC piping	379.1 kg ha ⁻¹	PVC piping	379.1 kg ha ⁻¹
	Irrigation system	PVC tubing	52.8 kg ha ⁻¹	PVC tubing	52.8 kg ha ⁻¹
	Irrigation	Water	1440 m ³ ha ⁻¹	Water	1500 m ³ ha ⁻¹
	Base fertilization	Manure	40 t ha ⁻¹	Manure	50 t ha ⁻¹
	Fertilization	N	60 kg ha ⁻¹	N	60 kg ha ⁻¹
	Fertilization	P	30 kg ha ⁻¹	P	30 kg ha ⁻¹
	Fertilization	K	110 kg ha ⁻¹	K	120 kg ha ⁻¹
	Covering	hail net	600 kg ha ⁻¹	hail net	600 kg ha ⁻¹
	Covering	Wood supports	700 kg ha ⁻¹	Wood supports	700 kg ha ⁻¹
	Plant supports	Metal supports	300 kg ha ⁻¹	Metal support	300 kg ha ⁻¹
	Plant protection treatments	p.a.	2.5 kg ha ⁻¹	p.a.	1.5 kg ha ⁻¹
	Total processes	Diesel consumption	400 kg ha ⁻¹	Diesel consumption	220 kg ha ⁻¹
Post-harvesting	Refrigeration/storage	Electrical energy	0.33 kWh kg ⁻¹	Electrical energy	0.17 kWh kg ⁻¹
	fruit calibration	Electrical energy	0.006 kWh kg ⁻¹	Electrical energy	0.005 kWh kg ⁻¹
	Packaging	PE	0.02 kg kg ⁻¹	PE	0.019 kg kg ⁻¹
	Packaging	Cardboard	0.080 kg kg ⁻¹	PE bag	0.004 kg kg ⁻²

All the processes necessary for crop management and the post-harvest phase were considered, including the associated auxiliary processes, such as transportation of materials and the waste generated in each phase. The consumption phase and transportation from the point of sale (market) to the end consumer were not considered. However, the disposal of packaging materials was included in the analysis.

The main differences between *A. arguta* and *A. deliciosa* are summarized in Figure 3. Both are climbing lianas.

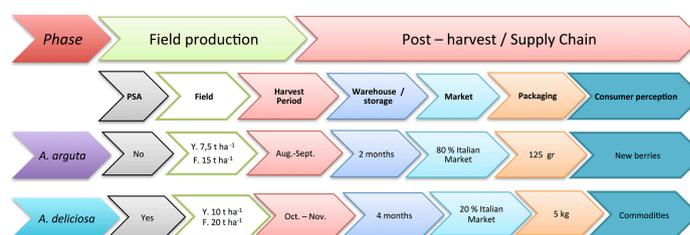


Figure 3. Principal differences in field production and warehouse from farm to fork management between *A. arguta* and *A. deliciosa*.

Some of the major differences between both species are the weight, skin type and harvesting seasons. In the case of *A. deliciosa*, the fruit has a hairy skin and an average weight of 100 g and has hairy, inedible skin. Conversely, the weight of *A. arguta* varies between 15 and 20 g and has smooth, edible skin. *A. deliciosa* is harvested in Piedmont in late October-early November. *A. arguta* is harvested in the first ten days of September. Both are harvested by hand, but for *A. arguta* the operators have to wear gloves to prevent damage to the fruit's skin. The fruit of *A. deliciosa* are placed in plastic bins with a volume of half a cubic meter (300 kg) before going to the processing warehouses (post-harvest) where they are kept for an average of 4 months. Then the fruit is calibrated, divided by size, and any imperfect fruit is discarded. The fruit of *A. arguta* is particularly delicate, so they are harvested into plateaux containing an average of 10 kg of product. After harvesting, the product is sent to the

warehouses, where they are calibrated and placed into PET punnets with lids (125 g) and kept for a maximum of 2 months, without being further handled.

2.4. Life Cycle Impact Assessment (LCIA)

The environmental footprint of the products and relative International Life Cycle Data (ILCD) develops through 16 categories of impact, as declared by Goossens et al. (2017) [30]. In our case, we based our selection of impact categories on literature [26,31,32] and focused our analysis on global warming potential (GWP) according to the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC GWP 100a kg CO₂ eq), and non-renewable energy (MJ primary). The choice of these impact categories was related to the need of providing an impact evaluation of the examined production in relation to climate change that can be readily communicated and understood by stakeholders. The non-renewable energy source category was selected to provide a view of the impacts in relation to emissions and also to consumption; the latter is considered as one of the most critical issues in the primary sector.

To analyse the data collected during the Life Cycle Inventory, we used SimaPro 7.3 software and subsequent upgrades [33]. The software allowed the monitoring and analysis of the life cycles, systematically and transparently, following the ISO standards of the 14040 (2006) [34]. A cut-off was applied at the 2% mark and all of the data registering below this percentage were grouped together in the “other” category. The databases used for the inventory are present in Ecoinvent 2.2 and LCA alimentary DK [35].

2.5. SWOT and TOWS Analyses

Through recommendations made by international literature [36–40] we decided to use the SWOT analysis as an important base to think strategically about developing the *A. arguta* production chain in Piedmont. Analogously to Demont and Rutsaert (2017) [41] when elaborating the SWOT matrix, the favourable and unfavourable aspects were established regarding the development of *A. arguta* in the area, while distinguishing the internal (strengths, weaknesses) and external (opportunities threats) variables. To overcome the objections raised in relation to the use of the SWOT analysis [42] in its simplistic and subjective nature, primary data were collected by authors through field observations and in-depth interviews with key stakeholders. The data include meetings and questionnaires filled in by 10 producers of *A. arguta*, 10 producers of *A. deliciosa*, 3 technicians, 3 sales department managers and 3 mass retail buyers. Moreover, following the suggestions of Lozano and Valles (2007) [38], secondary data were collected from related publications and documents issued by the competent institutions (National Institute of Statistics, Fruit Growers Associations, Agriculture Ministry, Regional government of Piemonte). The official statistics on trends in production, market and consumption of kiwifruits, berry fruits and other general fruits in Italy and the world was also included in the analysis [1,16,43]. Lastly, sections in the SWOT matrix have been distinguished by field, warehouse, distribution and consumer, which represent the main steps of the Fresh Fruit Supply Chain [44].

After the creation of the SWOT matrix, the TOWS matrix was developed to provide alternative strategies on the basis of relationships between threats, opportunities, weaknesses and strengths indicated by SWOT [20]. The TOWS analysis can also be applied to the development of tactics necessary to implement strategies and to find more specific actions that support these tactics. The analysis examines threats and opportunities first, followed by weaknesses and strengths. According to Wehrich (1982) [20], TOWS involves four possible types of strategy:

1. WT strategies employ the principle of minimising both threats and drawbacks (Min–Min), reducing threats and overcoming shortcomings;
2. WO strategies use the principle of minimising drawbacks and maximising opportunities (Min–Max), decreasing weaknesses and using opportunities;
3. ST strategies use the principle of maximising strengths and minimising threats (Max–Min), strengthening advantages and averting risks;

4. SO strategies use the principle of maximising both strengths and opportunities (Max–Max), enhancing merits and taking advantage of opportunities.

3. Results and Discussion

3.1. LCIA Field Production System

Table 2 lists the annual average impacts per kilogram of *A. arguta* and *A. deliciosa* within each orchard phase and the impact of the total field production cycle as represented by Goossens et al. (2017) [30]. The full production phase has the highest yield contribution while the young trees have the lowest yield contribution. Based on these yield contributions and on the annual average impact values, it is evident that the two orchard phases have contributed to the orchard cycle impacts in different ways. This affirms that the contribution of the young production phase to the orchard cycle impact is higher than the full production phase. This occurs for both species (*A. arguta* and *A. deliciosa*) although it is more evident in the case of *A. arguta*. The young production phase of *A. arguta* is 0.21 kg CO₂ eq (GWP) and the full phase is 0.13 kg CO₂ eq (GWP). With regards to the total orchard cycle, *A. arguta* presents an impact of 0.14 kg CO₂ eq (GWP) and *A. deliciosa* presents an impact of 0.11 kg CO₂ eq (GWP), both lower than that highlighted by Nikkhah et al. (2016) [45] in a case study from the Guilan province of Iran where npk fertilizer levels are higher. The greater impact of *A. arguta* also in terms of IPCC is due to the higher input for the disease protection of the crop [18]. For NRE, the situation is exactly the opposite because there is a higher impact for the cultivation of green-fleshed kiwifruits (2.86 MeJ). This data item can be traced back to the higher number of agronomical practices and plant treatments that have been carried out in the orchards to mitigate PSA bacterium [18]. It is worth noting that the young phase value is always higher than the full phase, similarly in the case of apples [30].

Table 2. Annual average impacts per kg di *A. arguta* and *A. deliciosa* within each orchard phase (young and adult) for the three impact categories under examination (global warming, non-renewable energy and Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) global warming potential (GWP) 100a). The values between brackets for the young productive phases indicate how these phases perform compared to the full productive phase: positive values refer to the lower productive phase having a higher environmental impact than the full production phase, while negative values refer to a lower environmental impact for the young productive phase. The last column lists the impacts associated with a full orchard cycle.

Impact Category	Unit	<i>A. arguta</i>			<i>A. deliciosa</i>		
		Young Phase	Full Phase	Total Orchard Cycle	Young Phase	Full Phase	Total Orchard Cycle
Global Warming	kg CO ₂ eq	0.21 (+58%)	0.13	0.14	0.172 (+59%)	0.11	0.11
Non-renewable energy	MJ primary	3.58 (+65)	2.17	2.3	4.74 (+78%)	2.67	2.86
Ipcc GWP 100a	kg CO ₂ eq	0.23 (+54%)	0.15	0.16	0.19 (+56%)	0.12	0.13

Figure 4 examines how the various crop inputs influenced the different impacts (A: non-renewable energy, B: global warming potential, C: IPCC GWP 100a). The main input is nitrogen fertilisation (15–20%) for both *A. arguta* and *A. deliciosa*, as already highlighted by Muller et al. (2015) [46] in a study performed in New Zealand. Another input from our study that has a consistent impact is water, accounting for about 20–25% for both species and for all impact categories. A study developed in Greece by Michos et al. [47] analyses production coefficient in field in term of energy (MJ ha⁻¹), indicate irrigation as having the one with the greatest impact (47.3%) in organic kiwifruit orchards.

From our system in Italy, the most consistent impact comes from the anti-hail system, consisting of numerous wooden supports and an anti-hail net. This situation reflects the outcome of numerous life cycle assessment (LCA) studies in fruit and vegetable species where the greenhouse structure is considered [26,48]. This protection is essential for Actinidia in order to guarantee high-quality production and to protect the plant against stress in case of hailstorms according to Muller et al. (2015) [46] chain (field and warehouse systems).

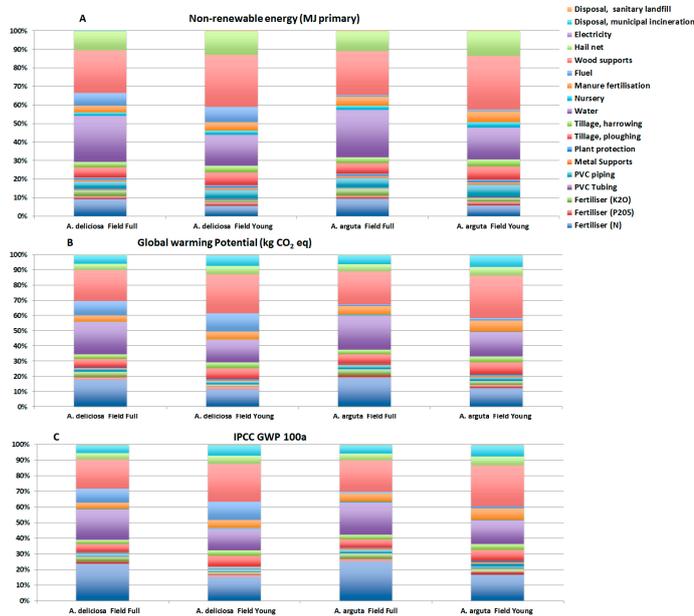


Figure 4. Orchard cycle impacts for producing 1 kg of *A. arguta* and *A. deliciosa*: relative contributions of 2 orchard production phases for each production system ((A): non-renewable energy; (B): global warming potential; (C): IPCC GWP 100a).

The results of the impact of the entire production phase (field + warehouse) are recorded in Table 3. Based on all three categories of impact (non-renewable energy, global warming potential (GWP), and IPCC GWP 100a), the *A. deliciosa* production chain shows higher values than *A. arguta*, and in line with New Zealand supply chain [49]. Analysing Figure 5 relating to the single inputs, it is interesting to note that in all the production chains and in every orchard cycle (young and full) the field phase covers 20% to 50% of impact of the entire chain. 50% refers to the input field in the case of the *A. arguta* young phase which, as already pointed out, presents very low yields. 20% refers to the *A. deliciosa* full phase.

Table 3. Annual average impacts per kg of *A. arguta* and *A. deliciosa* within each orchard phase (young and adult) plus the warehouse for the three impact categories under examination (global warming, non-renewable energy and IPCC GWP 100a). The values between brackets for the young productive phases indicate how these phases perform compared to the full productive phase: positive values refer to the lower productive phase having a higher environmental impact than the full production phase, while negative values refer to a lower environmental impact for the young productive phase. The last column lists the impacts associated with a full orchard cycle.

Impact Category	Unit	<i>A. arguta</i>			<i>A. deliciosa</i>		
		Young Phase	Full Phase	Total Orchard + Warehouse Cycle	Young Phase	Full Phase	Total Orchard + Warehouse Cycle
Global Warming	kg CO ₂ eq	0.39 (+23%)	0.32	0.33	0.53 (+13%)	0.47	0.48
Non-renewable energy	MJ primary	7.05 (+24%)	5.70	5.82	11.20 (+22%)	9.21	9.39
IPCC GWP 100 ^a	kg CO ₂ eq	0.42 (+22%)	0.34	0.35	0.56 (+13%)	0.50	0.50

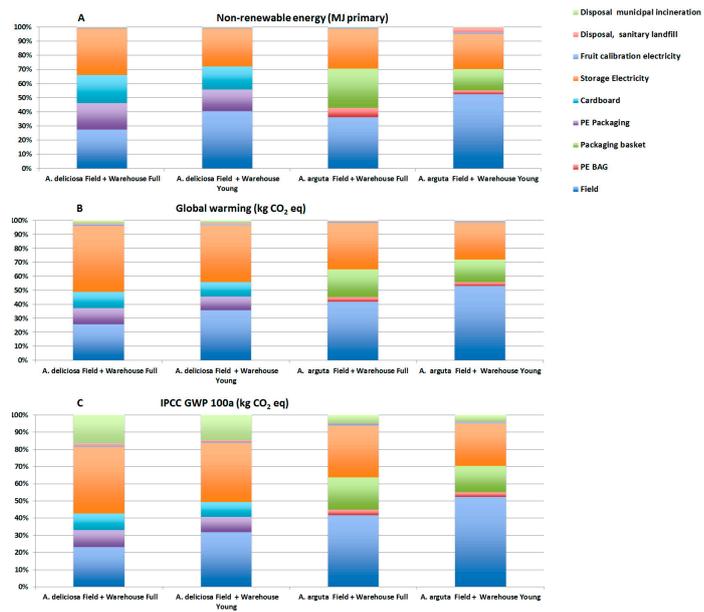


Figure 5. Field and warehouse impacts for 1 kg of salable product of *A. arguta* and *A. deliciosa*. ((A): Non-renewable energy; (B): global warming potential; (C): IPCC GWC 100a).

According to studies developed for Zespri® International Ltd. in Tauranga, New Zealand, energy use for pack-house and cooled store activities represents the highest input of about 45% for *A. deliciosa* [50].

Figure 5 also analyses how both crop inputs influence the various impacts (non-renewable energy, global warming potential, and IPCC GWC 100a). In the case of *A. arguta*, storage energy is a significant input (35%) but still lower than the field input (40%). Our study did not consider transportation to final markets because the assessment of the impacts is functional to the accomplishment of territorial strategies for the expansion of the *A. arguta* chain. The impact of packaging is not particularly high (20%) but could be further mitigated by replacing the materials used at present with bio-based materials [50,51]. In this case, packaging could be fundamental for an eco-branding strategy [52].

3.2. SWOT and TOWS Analyses

The basic parameters of the following SWOT analysis, which are common for this kind of research, are divided into the two general categories: internal and external [53].

The term strengths (internal factors) comprises of the subsidies and benefits that emerge in the cultivation of cv Tahī® (*A. arguta*) vs. cv Hayward (*A. deliciosa*) [54]. Similarly, the weaknesses (internal factors) include the factors and elements that represent an obstacle for the development of a production chain of *A. arguta* in Piedmont.

The opportunities (external factors) represent the benefits and what happens generally in the Piedmontese kiwi production chain (*A. chinensis*, *A. deliciosa*, *A. arguta*). Lastly, the threats (external factors) contain the problems that arise and the potential obstacles to avoid for Piedmontese kiwifruits. This analysis generates a series of interesting issues which simplify the debate on future strategies.

In our case (Figure 6), the findings are analysed with separate consideration of the four Fresh Fruit Supply Chain steps (from farm to fork). The strengths, weaknesses, opportunities and threats are included in the point of the production chain where they have been reported by the stakeholders, and often influence the other steps.

3.2.1. Internal Parameters

Strengths

It is significant to highlight that there have been no reports of PSA bacterium and kiwi decline in *A. arguta*, unlike in *A. deliciosa* [4,10,55]. The answers from the stakeholders also show constant yields per hectare with *A. arguta* compared to consistent fluctuations in the production of *A. deliciosa* over the past 10 years. The sales turnover per hectare is much higher (+450%) for producers. Additionally, in the case of *A. arguta*, the cv. 'Hortgem Tahī®' analysed in the present study is a patented variety. Its production and sale are part of a European programme managed by the Nergi® Consortium, which protects farmers from the risks of supply market excesses [56,57].

Regarding warehouse storage, *A. arguta* allows for economies of scale if processing and conditioning take place using the technical equipment already used for other fruits in other seasons, such as berry fruits [58]. Moreover, the environmental impact is calculated using the life cycle assessment (LCA) method; the values in the overall production chain of *A. arguta* are lower than for *A. deliciosa* (-30% GWP) with reference to the energy consumption during storage. Stakeholders have also reported higher earnings due to easier placement within the European fruit market. A major strength of the *A. arguta* species for both warehouse and distribution is the possibility to provide quantities to market throughout the year. Additionally, the *A. arguta* supply chain has the possibility to exploit the expertise already developed by berry fruit producers. Certainly one of *A. arguta*'s main characteristic strengths is its ready-to-eat quality (small, smooth, ripe), which is considerably different from *A. deliciosa* [2,54]. Stakeholders have also emphasised that *A. arguta* belongs rightfully to the category of specialties, like berry fruits [36], giving it prioritised placement in the point of sale.

Fresh Fruit Supply		INTERNAL FACTORS	
Chain step		STRENGTHS	WEAKNESSES
Field production		SF1 absence of warnings of PSA for <i>A. arguta</i> at world level SF2 constant yields SF3 sale turnover per hectare production value more elevate (+450%) SF4 existence of patented varieties (and relative association)	WF1 hectare production lower (-20%) WF2 higher harvesting costs (+500%) WF3 higher field LCA (+25%)
Warehouse		SW1 lower field-warehouse LCA (-30%) SW2 economies of scale connected with berry fruits SW3 higher earnings	WW1 low maximum storage period (10 weeks) WW2 fruit harder to handle
Distribution		SD1 easier volume planning SD2 expertise connected to berry fruits	WD1 lower presence in the market (10 weeks) WD2 difficult placement on mass retailer shelves
Consumer		SC1 consumption ease (snack with smooth skin) SC2 perceived as a berry fruit (specialty)	WC1 consumption limitations if associated to berry fruits WC2 new and almost unknown product WC3 higher price for end consumer
Fresh Fruit Supply		EXTERNAL FACTORS	
Chain step		OPPORTUNITIES	THREATS
Field production		OF1 organic production easy to implement OF2 varietal innovation (breeding experimented by consortium)	TF1 PSA and kiwi decline TF2 increase of treatments could reduce the product sustainability TF3 spread of varieties with different color flesh (yellow and red)
Warehouse		OW1 implementation of the storage technology (in order to improve shelf-life and increase quality standards)	TW1 post harvest pathologies
Distribution		OD1 export oriented supply-chain with marketing expertise developed in the last 40 years	TD1 likely competition with other kiwi supply-chains with lower production costs (e.g. Greece)
Consumer		OC1 growing consumption trend for "healthy products" OC2 increasing consumer attention for products' origin	TC1 consumer loyalty with "strong" brands TC2 brands with higher retention for all the year (365/365)

Figure 6. Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats (SWOT) analysis of *A. arguta*.

Weaknesses

In the first stage (field), *A. arguta* retains lower unitary production volumes than *A. deliciosa* (-20%). Harvesting costs (labour + accessory costs) are much higher (+500%). The calculation of the *A. arguta* environmental impact with the LCA method are about 25% higher for GWP compared to *A. deliciosa*. In the second stage (warehouse), the limits highlighted by the stakeholders interviewed are twofold: short storage time and high predisposition to mechanical damage, which can make it harder to handle. For distribution operators, the limitations of *A. arguta* are mainly represented by a short sale period (2.5 months) and the difficulty in identifying the correct placement on the shelf [59]. At the third stage (consumption), challenges are represented by the lack of knowledge about the product. For example, customers tend to confuse *A. arguta* with other similar looking products such as olives. Furthermore, as with most specialty products, *A. arguta* could be considered unsuitable for everyday purchase due to its high price [60,61].

3.2.2. External Parameters

Opportunities

The characteristics of the kiwifruit production chain in Piedmont provide an easy opportunity for implementation of sustainable fruit farming models, namely organic production [62,63].

There are additional opportunities in the years to come based on outcomes of national and international breeding programmes that could lead to the cultivation of cultivar with different levels of sensitivity to PSA and kiwi decline [4]. As the level of technological innovation continues to improve, new post-harvesting technologies will be able to achieve improved storage times and overall quality of the fruits [64]. During the distribution stage, the expertise developed over the years by Piedmontese

distributors represents a positive aspect for further increase of exports in new markets like Russia, Brazil and India [23].

In the final step of the Fresh Fruit Supply Chain, the constant development and advocacy for “healthy products” represents a growth opportunity for the whole Piedmontese kiwifruit sector, as well as a greater attention paid by consumers to the origin of bought products.

Threats

Despite reporting a reduction in PSA bacterium outbreaks, the problem relating to this pathology and the kiwi decline is far from being solved by the replacement of *Actinidia* with other fruit species. Compared to the non-PSA growing seasons of the *Actinidia* variety in Italy, there has been a need in field management, to increase the use of pesticides to cope with increasingly critical situations with the consequent reduction of the system’s environmental and economic sustainability [46].

The arrival of new selections and cultivars on the market with different coloured flesh (yellow and red), as well as different soil and climatic requirements (new production areas), could lead to an increase in competition. Although technological innovation in recent years has limited post-harvest alterations during long-term storage, *Botrytis* and *Phyalophora* spp. still represent a threat and a real possibility to increase waste.

During the distribution stage, stakeholders in Piedmont have expressed concern that Piedmontese production can suffer due to competition of kiwifruits with lower production cost (e.g., Greek products). Lastly, the biggest challenge comes from consumers who often become loyal to international brands such as Chiquita® and Zespri® since Piedmontese products displayed in points of sale are often unrecognisable [65]. The presence of these international brands at point-of-sale shelves every day of the year limits opportunities for market growth of Piedmontese brands.

Results from the SWOT analysis can be used to develop the *A. arguta* system in Piedmontese strategies using the TOWS matrix (Table 4). Deciding on a strategy is important, especially when it comes to the marketing of products [66]. The TOWS matrix allows producers to use their strengths to take advantage of opportunities and avoid any potential threats [67]. They can use the opportunities to overcome weaknesses and develop a defence strategy to help minimize weaknesses and avoid threats. As described earlier in more detail, the strategies can be divided into 4 groups i.e., SO, ST, WO and WT (Table 4).

Table 4. Application of Threats, Opportunities, Weakness, Strengths (TOWS) matrix to the *A. arguta* system. The first letter of the acronyms reported in TOWS matrix, as codified in Figure 6, refers to one of the 4 typologies of factors analysed in SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) the second letter indicates one of the four steps of the Fresh Fruit supply chain (Field, Warehouse, Distribution, Consumer).

SO Strategy (Max–Max)	WO Strategy (Min–Max)
1. large scale oriented SF1, SW1, SD1, SC1 OF1, OW, OC1, OC2	3. export and organic oriented WD2, WC1, WW1 OF1, OC1, OC2, OF1, OD1
ST Strategy (Max–Min)	WT Strategy (Min–Min)
2. berry–fruit market oriented SF1, SF4, SW3, SC2, SW1 TF1, TW1, TD1, TC1	4. niche oriented WF1, WW1, WD1, WD2, WC1, WC3 TF3, TW1, TD1, TC1

Regarding the SO strategy identified by investigators in Table 4, large-scale development of *A. arguta* is made possible by the absence of PSA and by the practicality of consumption of the fruit (ready to eat). It is also possible to exploit the positive trend of consumption linked to health and environmental aspects. This strategy also makes it possible to exploit economies of scale.

The ST strategy aims to characterise the fruit of *A. arguta* associating with berry fruit references (i.e., baby kiwi). The similarity with this category of product is also linked to the practicality of consumption through the small size of the fruits, as well as their aromatic qualities and taste.

The WO strategy envisages the development of an export oriented chain focusing on countries with consumers who are environmentally conscious and who are willing to pay higher prices for organically produced products.

Lastly, the WT strategy is linked to a differentiation guided by the placement on a niche market of the Nergi® brand, with consequent considerable investments in marketing.

4. Conclusions

This study contributes to a more systematic understanding of the factors, that are important drivers and constraints in the advancement of *A. arguta* and its possible acceptance as a new fruit system in the Piedmont region. Our analysis serves as a vehicle to solicit the opinions of those involved with the kiwifruit industry in Piedmont as a means to identify, clarify and offer potential solutions to current enviro-socio-economic issues. Furthermore, our analysis aims to foster a more comprehensive dialogue about the options available in terms of future species and varieties among local stakeholders. The life cycle assessment (LCA) helped us to conclude that the potential replacement of *A. deliciosa* with *A. arguta* would not change the current environmental impact of the cultivation of kiwifruits in the area. From an economic point of view, this crop, despite being labour intensive, is considered by the stakeholders involved as a good possibility due to its high and stable earnings. It should be noted that there are converging opinions among those interviewed in the different groups of interest (growers, technicians, distributors, mass retail buyers). This, in turn, demonstrates the ability for kiwifruit industry stakeholders in Piedmont to work harmoniously and foreshadows a successful management programme for *A. arguta*.

Based on synthesis of results from our TOWS analysis, we recommend the following development strategies to help to shape the future *A. arguta* supply chain in Piedmont:

1. Large-scale oriented;
2. Berry fruits oriented;
3. Export and organic oriented;
4. Niche oriented.

Given the current crisis of the kiwifruit industry in Italy, we believe that we have provided useful next steps in the strategic planning by identifying current and potential future issues, with perspectives and options offered by the supply chain stakeholders. The methods used in the study described here are subject to limitations. Nonetheless, we believe that the chosen methods are suitable for identifying the relevant propensities with respect to the substitution of *A. deliciosa* with *A. arguta* in the Piedmont region. We emphasise that the results of this study may not be applied to other regions as most of the relevant circumstances (e.g., climatic conditions, socio-economic environment, and entrepreneurial skill) significantly differ from the area in which our analysis is focused. It will be necessary in the short term to carry out a detailed economic assessment, which can lead to the definition of a cost-benefit analysis of the replacement. Lastly, this assessment can help investigate matters with a more technical-agronomical perspective, or confirmation of the possible resistance of *A. arguta* to PSA bacterium.

Acknowledgments: We would like to thank all of the producers, professionals, operators, colleagues and collaborators who actively participated in the research project. The authors are also grateful to native English speaker Winston Gilcrease—(UNESCO Chair, University of Turin) for his assistance in editing the final version of this paper.

Author Contributions: Cristiana Peano and Claudio Baudino designed the research. Cristiana Peano, Claudio Baudino and Stefano Massaglia interpreted results and wrote the paper. Rossella Briano, Nicole Giuggioli and Claudio Baudino collected data, collaborated in the literature review, performed research and checked results, analysed the data and participated jointly in the discussion. All authors have read and approved the final manuscript.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

Founding Source: Research developed into the program ALTA FORMAZIONE IN APPRENDISTATO 2011-2013. Regione Piemonte (Art. 50—D. Lgs. N. 276/2003 s.m.i.).

References

1. FAOSTAT. 2016. Available online: www.fao.org (accessed on 28 July 2017).
2. Ferguson, A.R. Kiwifruit: The wild and the cultivated plants. *Adv. Food Nutr. Res.* **2013**, *68*, 15–32. [[PubMed](#)]
3. Lindhorst, A.; Steinhaus, M. Aroma-active compounds in the fruit of the hardy kiwi (*Actinidia arguta*) cultivars Ananasnaya, Bojnice, and Dumbarton Oaks: Differences to common kiwifruit (*Actinidia deliciosa* ‘Hayward’). *Eur. Food Res. Technol.* **2016**, *242*, 967–975. [[CrossRef](#)]
4. Datson, P.; Nardoza, S.; Manako, K.; Herrick, J.; Martinez-Sanchez, M.; Curtis, C.; Montefiori, M. Monitoring the actinidia germplasm for resistance to *Pseudomonas syringae* pv. *Actinidiae*. *Acta Hort.* **2015**, *1095*, 181–184. [[CrossRef](#)]
5. Takikawa, Y.; Serizawa, S.; Ichikawa, T.; Tsuyumu, S.; Goto, M. *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* pv. nov. *Jpn. J. Phytopathol.* **1989**, *55*, 437–444. [[CrossRef](#)]
6. Koh, Y.J.; Chung, H.J.; Cha, B.J.; Lee, D.H. Outbreak and spread of bacterial canker in kiwifruit. *Korean J. Plant Pathol.* **1994**, *10*, 68–72.
7. Balestra, G.M.; Mazzaglia, A.; Quattrucci, A.; Renzi, M.; Rossetti, A. Current status of bacterial canker spread on kiwifruit in Italy. *Aust. Plant Dis.* **2009**, *4*, 34–36.
8. Froud, K.J.; Everett, K.R.; Tyson, J.L.; Beresford, R.M.; Cogger, N. Review of the risk factors associated with kiwifruit bacterial canker caused by *Pseudomonas syringae* pv. *Actinidiae*. *N. Z. Plant Prot.* **2015**, *68*, 313–327.
9. Ferrante, P.; Scortichini, M. Identification of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* as causal agent of bacterial canker of yellow kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planchon) in central Italy. *J. Phytopathol.* **2009**, *157*, 768–770.
10. Nardoza, S.; Martinez-Sanchez, M.; Curtis, C.; Datson, P.M.; Montefiori, M. Screening *Actinidia* germplasm for different levels of tolerance, or resistance, to Psa (*Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*). *Acta Hort.* **2014**, *1096*, 351–355. [[CrossRef](#)]
11. Serizawa, S.; Ichikawa, T. Epidemiology of bacterial canker of kiwifruit. *Jpn. J. Phytopathol.* **1993**, *59*, 460–468. [[CrossRef](#)]
12. Vanneste, J.; Poliakoff, F.; Audusseau, C.; Cornish, D.; Paillard, S.; Rivoal, C.; Yu, J. First report of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* the causal agent of bacterial canker of kiwifruit on *Actinidia deliciosa* in France. *Plant Dis.* **2011**, *95*, 1311.
13. CSO. 2016. Available online: www.csoservizi.com (accessed on 30 July 2017).
14. Ministry of Agriculture. *Ministerial Decree of 15 March 2014, No 62, Misure per Impedire L'introduzione e la Diffusione di Pseudomonas syringae pv. Actinidiae Takikawa, Serizawa, Ichikawa, Tsuyumu & Goto nel Territorio della Repubblica Italiana*; Ministry of Agriculture: Roma, Italy, 2014.
15. Monchiero, M.; Gullino, M.L.; Pugliese, M.; Spadaro, D.; Garibaldi, A. Efficacy of different chemical and biological products in the control of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* on kiwifruit. *Australas. Plant Pathol.* **2015**, *44*, 13–23. [[CrossRef](#)]
16. Collina, M.; Donati, I.; Bertacchini, E.; Brunelli, A.; Spinelli, F. Greenhouse assays on the control of the bacterial canker of kiwifruit (*Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*). *J. Berry Res.* **2016**, *6*, 407–415. [[CrossRef](#)]
17. Scortichini, M. Field efficacy of a zinc-copper-hydracid of citric acid biocomplex compound to reduce oozing from winter cankers caused by *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* to *Actinidia* spp. *J. Plant Pathol.* **2016**, *98*, 651–655.
18. Black, M.Z.; Casonato, S.; Bent, S. Opportunities for environmental modification to control *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* in kiwifruit. *Acta Hort.* **2015**, *1105*, 353–360. [[CrossRef](#)]
19. Vanneste, J.L.; Cornish, D.A.; Yu, J.; Stokes, C.A. First report of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* the causal agent of bacterial canker of kiwifruit on *Actinidia arguta* vines in New Zealand. *Plant Pathol.* **2017**, *66*, 140–149.

20. Wehrich, H. The TOWS matrix—A tool for situational analysis. *Long Range Plan.* **1982**, *15*, 54–66. [[CrossRef](#)]
21. Ghazinoory, S.; Abdi, M.; Azadegan-Mehr, M. SWOT methodology: A state-of-the-art review for past, a framework for future. *J. Bus. Econ. Manag.* **2011**, *12*, 24–48. [[CrossRef](#)]
22. Aslan, I.; Bozkurt, R. Strategic Sustainable Development and Creating Strategies from TOWS Matrix at Kipas Group. In Proceedings of the 2nd International Symposium on Sustainable Development, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, Sarajevo, Bosnia-Herzegovina, 8–9 June 2010; pp. 120–128.
23. Regione Piemonte. 2016. Available online: www.regione.piemonte.it (accessed on 21 July 2017).
24. ARPA. 2016. Available online: www.arpal.gov.it (accessed on 25 July 2017).
25. De Luca, A.I.; Iofrida, N.; Leskinen, P.; Stillitano, T.; Falcone, G.; Strano, A.; Gulisano, G. Life cycle tools combined with multi-criteria and participatory methods for agricultural sustainability: Insights from a systematic and critical review. *Sci. Total Environ.* **2017**, *595*, 352–370. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
26. Girgenti, V.; Peano, C.; Bounous, M.; Baudino, C. A life cycle assessment of non-renewable energy use and greenhouse gas emissions associated with blueberry and raspberry production in northern Italy. *Sci. Total Environ.* **2013**, *458*, 414–418. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
27. Cecchini, L.; Torquati, B.; Paffarini, C.; Barbanera, M.; Foschini, D.; Chiorri, M. The Milk Supply Chain in Italy's Umbria Region: Environmental and Economic Sustainability. *Sustainability* **2016**, *8*, 728. [[CrossRef](#)]
28. Falcone, G.; De Luca, A.I.; Stillitano, T.; Strano, A.; Romeo, G.; Gulisano, G. Assessment of Environmental and Economic Impacts of Vine-Growing Combining Life Cycle Assessment, Life Cycle Costing and Multicriteria Analysis. *Sustainability* **2016**, *8*, 793. [[CrossRef](#)]
29. Cerutti, A.K.; Beccaro, G.L.; Bruun, S.; Bosco, S.; Donno, D.; Notarnicola, B.; Bounous, G. Life cycle assessment application in the fruit sector: State of the art and recommendations for environmental declarations of fruit products. *J. Clean. Prod.* **2014**, *73*, 125–135. [[CrossRef](#)]
30. Goossens, Y.; Geeraerd, A.; Keulemans, W.; Annaert, B.; Mathijs, E.; De Tavernier, J. Life cycle assessment (LCA) for apple orchard production systems including low and high productive years in conventional, integrated and organic farms. *Agric. Syst.* **2017**, *153*, 81–93. [[CrossRef](#)]
31. I Canals, L.M.; Romanya, J.; Cowell, S.J. Method for assessing impacts on life support functions (LSF) related to the use of 'fertile land' in life cycle assessment (LCA). *J. Clean. Prod.* **2007**, *15*, 1426–1440. [[CrossRef](#)]
32. Sessa, F.; Marino, M.; Montanaro, G.; Dal Piaz, A.; Zanotelli, D.; Mazzetto, F.; Tagliavini, M. Life Cycle Assessment of apples at a country level: The case study of Italy. In Proceedings of the 9th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector (LCA Food 2014), San Francisco, CA, USA, 8–10 October 2014; Schenck, R., Huizenga, D., Eds.; ACLCA: Vashon, WA, USA, 2014; pp. 1244–1248.
33. PRé Consultants Database Manual Ecoinvent Overview. The Netherlands. 2007. Available online: <http://www.pre-sustainability.com/content/databases#SimaProDatabases> (accessed on 28 July 2017).
34. ISO. *Environmental Management—Life Cycle Assessment—Principles and Framework*; International Organization for Standardization (ISO): Geneva, Switzerland, 2006.
35. Database Ecoinvent 3.3. The Netherlands. Available online: <http://www.ecoinvent.org> (accessed on 28 July 2017).
36. Bernroider, E. Factors in SWOT analysis applied to micro, small-to-medium and large software enterprises: An Austrian Study. *Eur. Manag. J.* **2002**, *20*, 562–573. [[CrossRef](#)]
37. Doratli, N.; Hoskara, S.O.; Fasil, M. An analytical methodology for revitalization strategies in historic urban quarters: A case study of the Walled City of Nicosia, North Cyprus. *Cities* **2004**, *21*, 329–348. [[CrossRef](#)]
38. Lozano, M.; Vallés, J. An analysis of the implementation of an environmental management system in a local public administration. *J. Environ. Manag.* **2007**, *82*, 495–511. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
39. Jackson, S.E.; Joshi, A.; Erhardt, N.L. Recent research on team and organizational diversity: SWOT analysis and implications. *J. Manag.* **2003**, *29*, 801–830.
40. Srivastava, P.K.; Kulshreshtha, K.; Mohanty, C.S.; Pushpangadan, P.; Singh, A. Stakeholder-based SWOT analysis for successful municipal solid waste management in Lucknow, India. *Waste Manag.* **2005**, *25*, 531–537. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
41. Demont, M.; Rutsaert, P. Restructuring the Vietnamese Rice Sector: Towards Increasing Sustainability. *Sustainability* **2017**, *9*, 325. [[CrossRef](#)]
42. Panagiotou, G.; Van Wijnen, R. The “telescopic observations” framework: An attainable strategic tool. *Mark. Intell. Plan.* **2005**, *23*, 155–171. [[CrossRef](#)]
43. ISTAT. 2016. Available online: www.istat.it (accessed on 29 July 2017).

44. Peano, C.; Girgenti, V.; Baudino, C.; Giuggioli, N.R. Blueberry Supply Chain in Italy: Management, Innovation and Sustainability. *Sustainability* **2017**, *9*, 261. [[CrossRef](#)]
45. Nikkha, A.; Emadi, B.; Soltanali, H.; Firouzi, S.; Rosentrater, K.A.; Allahyari, M.S. Integration of life cycle assessment and Cobb-Douglas modeling for the environmental assessment of kiwifruit in Iran. *J. Clean. Prod.* **2016**, *137*, 843–849. [[CrossRef](#)]
46. Müller, K.; Holmes, A.; Deurer, M.; Clothier, B.E. Eco-efficiency as a sustainability measure for kiwifruit production in New Zealand. *J. Clean. Prod.* **2015**, *106*, 333–342. [[CrossRef](#)]
47. Michos, M.C.; Menexes, G.C.; Kalburtji, K.L.; Tsatsarelis, C.A.; Anagnostopoulos, C.D.; Mamolos, A.P. Could energy flow in agro-ecosystems be used as a “tool” for crop and farming system replacement? *Ecol. Indic.* **2017**, *73*, 247–253. [[CrossRef](#)]
48. Perrin, A.; Basset-Mens, C.; Gabrielle, B. Life cycle assessment of vegetable products: A review focusing on cropping systems diversity and the estimation of field emissions. *Int. J. Life Cycle Assess.* **2014**, *19*, 1247–1263. [[CrossRef](#)]
49. Mithraratne, N.; McLaren, S.; Barber, A. *Carbon Footprinting for the Kiwifruit Supply Chain—Report on Methodology and Scoping Study*; Landcare Research Contract Report LC0708/156; New Zealand Ministry of Agriculture and Forestry: Wellington, New Zealand, 2008; Volume 61.
50. Robertson, K.; Garnham, M.; Symes, W. Life cycle carbon footprint of the packaging and transport of New Zealand kiwifruit. *Int. J. Life Cycle Assess.* **2014**, *19*, 1693–1704. [[CrossRef](#)]
51. Tecco, N.; Baudino, C.; Girgenti, V.; Peano, C. Innovation strategies in a fruit growers association impacts assessment by using combined LCA and s-LCA methodologies. *Sci. Total Environ* **2016**, *568*, 253–262. [[CrossRef](#)]
52. Peano, C.; Baudino, C.; Tecco, N.; Girgenti, V. Green marketing tools for fruit growers associated groups: Application of the Life Cycle Assessment (LCA) for strawberries and berry fruits ecobranding in northern Italy. *J. Clean. Prod.* **2015**, *104*, 59–67. [[CrossRef](#)]
53. Nikolaou, I.E.; Evangelinos, K.I. A SWOT analysis of environmental management practices in Greek Mining and Mineral Industry. *Resour. Policy* **2010**, *35*, 226–234. [[CrossRef](#)]
54. Ferguson, A.R. Botanical Description. In *The Kiwifruit Genome*; Springer: Basel, Switzerland, 2016; pp. 1–13.
55. Abelleira, A.; Ares Yebra, A.; Aguin Casal, O.; Mansilla Vázquez, P. Method for the detection of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa) in asymptomatic branches of *Actinidia* sp. *Revista Ciências Agrárias (Portugal)* **2015**, *38*, 206–212.
56. NERGI. 2016. Available online: www.nergi.info (accessed on 28 July 2017).
57. Girgenti, V.; Massaglia, S.; Mosso, A.; Peano, C.; Brun, F. Exploring Perceptions of raspberries and blueberries by Italian consumers. *Sustainability* **2016**, *8*, 1027. [[CrossRef](#)]
58. Zijm, H.; Klumpp, M. Future Logistics: What to expect, how to adapt. In *Dynamics in Logistics*; Springer: Basel, Switzerland, 2017; pp. 365–379.
59. Wang, R.C.; Zeng, Z.L.; Pang, L.P.; Yang, X.X.; Shi, H. Effects of postharvest treatments on storability of *actinidia arguta* kiwifruit. *Acta Hortic.* **2014**, *1096*, 461–466. [[CrossRef](#)]
60. Jaeger, S.R.; Harker, F.R. Consumer evaluation of novel kiwifruit: Willingness-to-pay. *J. Sci. Food Agric.* **2005**, *85*, 2519–2526. [[CrossRef](#)]
61. Hu, W.; Woods, T.; Bastin, S. Consumer acceptance and willingness to pay for blueberry products with nonconventional attributes. *J. Agric. Appl. Econ.* **2009**, *41*, 47–60. [[CrossRef](#)]
62. Antonio, E.; De Pascale, S.; Inglese, P. Modelli culturali sostenibili per le produzioni orto-floro-frutticole di qualità. *Ital. J. Agron.* **2008**, *3*, 143–154. [[CrossRef](#)]
63. Page, G.; Kelly, T.; Minor, M.; Cameron, E. Modeling carbon footprints of organic orchard production systems to address carbon trading: An approach based on life cycle assessment. *Hortscience* **2011**, *46*, 324–327.
64. Latocha, P.; Krupa, T.; Jankowski, P.; Radzanowska, J. Changes in postharvest physicochemical and sensory characteristics of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* and its hybrid) after cold storage under normal versus controlled atmosphere. *Postharvest Biol. Technol.* **2014**, *88*, 21–33. [[CrossRef](#)]
65. Brunori, G.; Massai, R. Sviluppo rurale e caratteristiche dei mercati frutticoli nell’economia globalizzata. In *Effetti. Potenzialità e Limiti Della Globalizzazione*; Brunori, G., Massai, R., Eds.; Springer: Heidelberg, Germany, 2007; pp. 83–100.

66. Morris, L. Developing a collaborative marketing strategy for sheep farmers in Namibia. *Agrikon* **2013**, *52*, 118–132. [[CrossRef](#)]
67. Dyson, R.G. Strategic development and SWOT analysis at the University of Warwick. *Eur. J. Oper. Res.* **2004**, *152*, 631–640. [[CrossRef](#)]



© 2017 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Ringraziamenti

Ringrazio La Prof.ssa Cristiana Peano che ha reso possibile la concretizzazione di questo percorso di ricerca e formazione e per tutti i consigli che mi ha dato in questi anni.

Ringrazio Domenico Paschetta e Romualdo Riva, rispettivamente presidente e direttore generale della OP. Ortofruit Italia per la fiducia e l'opportunità datami di poter condividere con loro molte esperienze e di poter crescere all'interno dell'azienda.

Ringrazio Carlo Manzo, Davide Veglia, Ezio Giraud, tutto lo staff di Ortofruit Italia, tutto lo staff della Prof.ssa Peano e le persone che negli anni hanno collaborato in questo percorso.