

Quinoa – en framtida gröda i Sverige?

– Quinoa – a future crop for Sweden?

Anders Lööv



Examensarbete/Självständigt arbete • 15 hp

Agronomprogrammet – mark/växt

Uppsala 2018

Quinoa – en framtida gröda i Sverige?

Quinoa – a future crop for Sweden?

Anders Lööv

Handledare: Birgitta Båth, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi.
Examinator: Göran Bergkvist, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi.

Omfattning: 15 hp
Nivå och fördjupning: G2E
Kurstitel: Självständigt arbete i biologi - kandidatarbete
Kursansvarig inst.: **Institutionen för växtproduktionsekologi**
Kurskod: EX0689
Program/utbildning: Agronomprogrammet – mark/växt

Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: **2018**
Omslagsbild: Anders Lööv
Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Chenopodium, Quinoa, Chenopodium quinoa, mjölmålla, nya grödor, svenska grödor

Sammanfattning

Quinoa är en gröda som länge nyttjats av ursprungsbefolkningen i Sydamerika, men som under senare år vuxit i popularitet världen över. Detta har främst att göra med de mycket näringsrika quinoافرöna som anses ha goda effekter på hälsan hos människor. Andra intressanta egenskaper hos quinoa är dess förmåga att anpassa sig till miljöer där få eller inga andra grödor skulle kunna växa. Quinoa är motståndskraftig mot olika sjukdomar och skadegörare tack vare ett naturligt försvar av främst saponiner, och är även en konkurrenskraftig gröda. Alla dessa egenskaper har ökat intresset för odlingen i bl.a. Europa där quinoa numera odlas kommersiellt i många länder. I Sverige bedrivs i nuläget kommersiell odling i mindre skala som uppvisar positiva resultat. Syftet med denna rapport var att utvärdera möjligheterna att odla quinoa i Sverige och målet var att två frågeställningar skulle besvaras. Frågeställningarna handlade om vilka möjligheter och svårigheter som finns med quinoaodling i Sverige samt vilka användningsområden quinoan skulle kunna ha. Material som använts vid informationsinsamlingen omfattar vetenskaplig litteratur, vetenskapliga artiklar, intervjuer, broschyrer och faktablad. Dessa material har utgjort primära källor då de ansetts ha högst trovärdighet. Webb-sidor har utgjort sekundära källor. De möjligheter som idag finns med quinoaodling är att det finns dagslängdsneutrala sorter anpassade för odling i Sverige och där grödan kan odlas och skördas med de maskiner och redskap som idag finns på gård. Ekonomiska fördelar är bl.a. högt pris på quinoافرö. Utmaningar med odlingen är sådd, ogräsbekämpning samt arbetet efter skörd med saponinborttagning från frön. Växtsäsongen i norra Sverige är en annan begränsning. Användningsområdena är flera vilka omfattar fröodling, oljefröodling, djurfoderproduktion, framställning av biologiska bekämpningsmedel genom växtextrakt samt markförbättrande åtgärder (dekompaktering av mark och fångstgröda för nematoder). Slutsatsen av resultatet är att quinoa idag är möjlig att odla i Sverige då möjligheterna överväger svårigheterna.

Abstract

Quinoa has under a long period of time been used by the indigenous people of South America but has in later years grown in popularity around the world. An important reason for this is the nutrient-rich quinoa seeds which are thought to have beneficial effects on human health. Other interesting characteristics of quinoa is its ability to adapt to environments where few or no plants would be able to grow. Quinoa is resilient towards diseases and pests attributed to its natural defense of mainly saponins and is also a competitive crop. All these attributes have led to an increased interest of quinoa farming in Europe amongst others, where quinoa is grown commercially in several countries. Quinoa is grown commercially on a small scale in Sweden but with good results. The aim of this report was to evaluate the possibilities with quinoa farming in Sweden, and the goal was to answer two questions. The questions were which possibilities and difficulties quinoa farming has in Sweden and which applications quinoa could have. Materials that have been used for gathering of information include scientific literature, scientific articles, interviews, brochures and factsheets. These materials have been used as primary sources as they have more credibility. Web pages have been used as secondary sources. Possibilities with quinoa farming include access to daylength neutral varieties adapted for farming in Sweden and that the crop can be farmed and harvested with machines and equipment already available on farms. Economic advantages are for example high price on quinoa seed. Difficulties with the farming are sowing, weed control and after-harvest removal of saponins from seeds. The shorter vegetation period in northern Sweden is another limitation. Applications for quinoa are several which include seed crop, oilseed crop, fodder, production of biological pesticides by using plant extracts and improvement of damaged soils (decompaction and trap crop for nematodes). The conclusion of the results is that quinoa farming is possible in Sweden where the possibilities outweigh the difficulties.

Innehållsförteckning

Figurförteckning	5
1. Inledning	7
1.1 Bakgrund	7
1.2 Syfte	10
1.3 Avgränsningar	10
2. Material och metoder	12
3. Resultat och diskussion	14
3.1 Quinoans biologi med agronomiska perspektiv	14
3.1.1 Växtsätt	14
3.1.2. Blad	15
3.1.3 Rotsystem	15
3.1.4 Blomställning och blommor	15
3.1.5 Frö	17
3.1.6 Bittra och söta quinoasorter	18
3.1.7 Utvecklingsskala	19
3.2 Odlingsförutsättningar	19
3.2.1 Temperatur	19
3.2.2 Fotoperiod	20
3.2.3 Solinstrålning	21
3.2.4 Vattentillgång	21
3.2.5 Jord	22
3.2.6 Näringsbehov	22
3.3 Odlingsåtgärder	23
3.3.1 Jordbearbetning	23
3.3.2 Sådd	24
3.3.3 Ogräskontroll	25
3.3.4 Sjukdom- och skadegörarkontroll	26
3.3.5 Skörd	30
3.3.6 Efter skörd	31
3.3.7 Sortval	31
3.3.9 Syntes/sammanfattning av avsnitt 3.3	32
3.4 Intervjuer	33
3.4.1 Intervju Marcos Lana, SLU (Institutionen för växtproduktionsekologi)	33

3.4.2	Intervju Per Modig, Fagraslätts gård (Kristianstad)	35
3.5	Användningsområden för quinoa	39
3.5.1	<i>Fröodling för humankonsumtion</i>	39
3.5.2	<i>Oljefröodling</i>	40
3.5.3	<i>Djurfoder</i>	40
3.5.4	<i>Allelopatiska effekter och möjligheten till framställning av biologiska bekämpningsmedel</i>	41
3.5.5	<i>Markförbättrande åtgärder</i>	42
3.6	Odling idag i Sverige	43
4.	Slutsatser	44
4.1	Framtida odling i Sverige	44
4.2	Slutord	45
	Referenslista	47
	Bilaga 1	53

Figurförteckning

<i>Figur 1.</i> Blomställning quinoa (Lööv 2018)	16
<i>Figur 2.</i> Oskalade quinoafrön (Lööv 2018)	18
<i>Figur 3.</i> Skalade vita quinoafrön (Lööv 2018)	18
<i>Figur 4.</i> Groddar av quinoa ca 1 vecka efter uppkomst (Lööv 2018)	24
<i>Figur 5.</i> Quinoafält på Fagraslätt. Den till synes mörkare sorten är Titicaca och den ljusare uppe i det vänstra hörnet är Vikinga. (Lööv 2018)	37
<i>Figur 6.</i> Quinoafält på Fagraslätt. Sort Vikinga. (Lööv 2018)	38
<i>Figur 7.</i> Quinoafält på Fagraslätt. Sort Titicaca. (Lööv 2018)	38

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Quinoa (*Chenopodium quinoa*) är en åreuell, dikotyledon ört som härstammar från bergskedjeområdet Anderna i Sydamerika. Odlingen av quinoa sträcker sig 7000 år tillbaka i tiden då Inka- och Tiahuanakustammarna domesticerade grödan som med tiden blev en viktig stapelvara. Quinoa nyttjades av många indianfolk och historiskt har odlingsområdet täckt delar av Colombia, Peru, Bolivia, Ecuador, Chile och Argentina (Haros & Schoenlechner, 2017).

Släktet *Chenopodium* som är en del av familjen amaranthväxter (*Amaranthaceae*) omfattar ca 250 arter (Bhargava & Srivastava, 2013) och finns utspritt främst över Amerika, Europa och Asien. De flesta arterna är åreulla, men inom släktet finns även perenna samt trädlika arter. En välkänd släkting i Sverige till quinoa är svinmålla (*C. album*). Quinoan tros härstamma från denna genom en hybridisering mellan svinmålla (eurasisk diploid art) samt *C. standleyanum* (amerikansk diploid art). Denna korsning gav upphov till en tetraploid föregångare som kan sägas vara den första quinoan. Från denna utvecklades bl. a. två tetraploida arter, *C. berlandieri* och *C. hircinum*, från vilka dagens domesticerade quinoa (*C. quinoa* Willd.) tros härstamma (Bazile et al., 2015).

Quinoa har stor genetisk variabilitet som en följd av många selekteringar utförda av flera lantbrukargenerationer från att grödan domesticerades till nutid (Bazile et al., 2016). Beroende på vilket geografiskt område grödan har odlats i har den därmed anpassats till olika områden med olika klimat vilket också innebär att quinoa kan odlas i många olika miljöer. Quinoa kan odlas på salta jordar, är inte känslig för torka, uppvisar frosttolerans, går att odla på många olika jordtyper och höjder (upp till 4000 m över havet (Haros & Schoenlechner, 2016)), samt tål olika temperaturer, nederbörds mängder och pH (Bazile et al., 2016). Idag delas quinoa in i fem s.k. eko-typer: Inter-Andean valleys (Colombia, Ecuador och Peru), Salares (salta områden i Bolivia, Chile och Argentina), Highlands (Peru och Bolivia), Yungas (varma dalar i Bolivia) samt Coastal/Lowlands (tempererade områden vid kusten eller i höjd med havet i Chile) (Bazile et al., 2015; Bhargava & Srivastava, 2013; Haros & Schoenlechner, 2016). Coastal/Lowlands eko-typen är den varianten som är intressant för odling i Sverige då den är bäst anpassad till ett tempererat klimat (Bazile et al., 2016).

Quinoa sägs vara en försummad och underutnyttjad gröda (eng. neglected and underutilized species (NUS)) då den under många år enbart odlades lokalt av ursprungsbefolkningen kring Anderna. Först under 1970-talet ökade intresset för quinoa då man upptäckte att den hade mycket goda nutritionella egenskaper. Quinoافرön innehåller högkvalitativt protein, mycket kolhydrater, fetter, mineraler och vitaminer samt är glutenfria. Även blad från växten konsumeras då dessa innehåller för människan viktiga proteiner, karotenoider samt C-vitamin. På engelska kallas quinoa för en "pseudocereal" vilket innebär att den inte är ett äkta spannmåls-slag dvs. ej en gräsart (monokotyledon). Frön av quinoa har dock liknande användningsområden som vanliga spannmål t.ex. som malet mjöl (Bhargava & Srivastava, 2013).

Quinoافرön innehåller en stor mängd saponiner som fungerar som ett naturligt försvar mot biotiska skador som inkluderar angrepp av mikrober, svampar, insekter och sniglar. De tros även kunna ha allelopatisk effekt (Bazile et al., 2015). Saponiner

har dock ställt till problem vid användningen av quinoafrön för konsumtion, då saponiner är antinutritionella substanser med bitter smak. Quinoaförädlingen i Europa har bl. a. fokuserat på att reducera mängden av saponininnehåll i fröna. Den europeiska förädlingen av quinoa har dessutom fokuserat på att minska tiden till mognad, få en jämnare mognad samt högre avkastning (Bazile et al., 2016).

Intresset för grödan har i och med dess goda nutritionella egenskaper blivit mycket stort i bl.a. Europa där man i länder som England, Frankrike, Italien, Nederländerna, Danmark och Sverige idag odlar quinoa i mindre skala (Haros & Schoenlechner, 2016).

Odlingen av quinoa har ökat i intresse då efterfrågan och priset på quinoa har ökat (Haros & Schoenlechner, 2016). Statistik från år 2013 visar att den globala produktionen av quinoa är störst i Bolivia (75 000 ha) och Peru (45 000 ha) som tillsammans står för mer än 80 procent av världens quinoaproduktion. År 2015 odlades 5000 ha quinoa i Europa. De största producenterna var Storbritannien, Spanien och Frankrike (Bazile et al., 2016). I Sverige sker odlingen främst på försöksnivå där man inriktat sig på bl.a. odling av quinoa för djurfoder (Bhargava & Srivastava, 2013). Även försök med frö av europeiska och chilenska quinoasorter har utförts men skördenivåerna har varit låga. Det finns dock en hög potential för grödan i framtiden då kontinuerlig förädling av nya quinoasorter som är bättre anpassade till det nordiska klimatet sker i dagsläget (Bazile et al., 2015).

Quinoaodlingen har till följd av den höga efterfrågan och priset på quinoafrö blivit en ekonomisk framgång i bl.a. Bolivia, där många fattiga bönder har kunnat skapa sig en god inkomstkälla. Det ökade intresset för odlingen har även vänt en negativ trend med avfolkning av landsbygden. Fler lantbrukare stannar istället kvar för att bedriva quinoaodling (Dagens Nyheter, 2011). Det har dock uppstått en rad olika etiska och miljömässiga problem med den intensifierade odlingen av quinoa. Den höga efterfrågan och prisökningen på quinoa har lett till problem för de fattigaste människorna i främst Bolivia där dessa inte längre har råd att köpa quinoa. Detta

har gjort att dessa människor som tidigare konsumerat quinoa istället köper billigare livsmedel med betydligt sämre näringsinnehåll som t ex. ris och pasta. Småskaliga lantbrukare har också drabbats illa där mycket av pengarna gått till de som sköter handeln istället för till lantbrukarna som odlat grödan. Dessutom har markkonflikter uppstått mellan olika lantbrukare där alla vill få tillgång till så mycket mark som möjligt att odla på. Ett annat problem är att den utökade quinoaodlingen orsakat ett hot mot ekosystemet i Bolivia. Odlingen har intensifierats kraftigt där dåliga odlingstekniker orsakat utarmning av markerna. Man har bl.a. ersatt mycket av gödslet från lamor som betat på markerna mot konstgödsel och etablerat monokulturer med enbart quinoaodling. Lamorna som betat på markerna har dessutom i och med detta börjat försvinna från dessa områden. Quinoaodlingen har även blivit ett problem för biodiversiteten dels genom monokulturodling, men även genom att quinoa odlas på platser den aldrig odlats på förut. Marker där många olika vilda växtarter vuxit tidigare har försvunnit till förmån för quinoaodling (Small, 2013). För att få bukt med denna problematik bör mycket av quinoaproduktionen flyttas till Sverige och Europa, men även till andra delar av världen som exempelvis Nordamerika, då det är i västvärlden som efterfrågan har ökat främst.

1.2 Syfte

Syftet med detta arbete är att utvärdera möjligheterna att odla quinoa i Sverige. Frågeställningarna som ska besvaras är följande:

- Vilka är fördelarna/möjligheterna samt nackdelarna/svårigheterna (begränsningar) med odling av quinoa i Sverige?
- Vilka användningsområden skulle quinoan kunna ha i Sverige?

1.3 Avgränsningar

I detta arbete kommer främst biologin kring quinoa att avhandlas och hur odlingen kan anpassas efter det svenska (nordiska) klimatet. Först ges en generell beskrivning av biologin för att ge läsaren en förståelse för quinoa som gröda, för att därefter rikta sig in mer mot den ekotyp och de sorter som är aktuella för odling i Sverige. Detta innebär att övriga ekotyper och sorter av quinoa ej kommer att beskrivas i djupare detalj då de för närvarande inte är relevanta för svensk odling. Ekonomin hos grödan tas upp i mindre omfattning, men kommer inte att behandlas i samma utsträckning som biologin.

2. Material och metoder

Informationen som hämtats till denna rapport inkluderar flera olika källor. En utförlig genomgång av vetenskapliga artiklar och litteratur från olika håll runt om i världen ligger som grund för arbetet. Även olika broschyrer och faktablad från myndigheter, organisationer och universitet har varit viktiga informationskällor. Alla dessa har utgjort primära källor för arbetet då de anses ha högst trovärdighet och har använts i stor utsträckning. Vetenskapliga artiklar och litteratur har använts till största delen och utgör en viktig bas i detta arbete. Sekundära källor omfattar information från webbsidor och dessa har använts i mindre omfattning. Detta handlar främst om information från t ex. dagstidningar. Förutom detta har två intervjuer genomförts, dels med Marcos Lana som arbetar på Institutionen för växtproduktionsökologi vid SLU och som har erfarenhet av quinoaodling i Brasilien, dels med växtodlingsrådgivaren och lantbrukaren Per Modig där även studiebesök genomförts. Per driver Fagraslättis gård utanför Kristianstad i Skåne och är en av få lantbrukare som odlar quinoa i Sverige (år 2018).

3. Resultat och diskussion

3.1 Quinoans biologi med agronomiska perspektiv

3.1.1 Växtsätt

Quinoa är en C3-växt som består av en upprätt stam som beroende på klimat, jordtyp och genotyp kan vara antingen förgrenad eller ogrenad samt variera i färg och höjd. (Haros & Schoenlechner, 2016). Stamlängden kan variera mellan 0,5–2,5 meter (Bhargava & Srivastava, 2013). Förgreningen av stammen beror på planttäthet och genotyp. Beroende av genotyp finns det fyra olika tillväxtsätt hos quinoa:

- Ogrenade (Simple)
- Förgrenad upp till en tredjedel av stjälken
- Förgrenad upp till två tredjedelar av stjälken
- Kraftigt förgrenad utan någon huvudstjälk/huvudblomställning

De två första tillväxtsätten är de som framför allt lämpar sig för maskinellt jordbruk, medan de sista två riskerar att bli svåra att hantera under växtsäsongen samt vid skörd (Bazile et al., 2015). I norra Europa är korta och ogrenade sorter mest önskvärda vid odling av quinoa för frö (Jacobsen, 2017).

3.1.2. Blad

Bladen är alternerande längs stam och grenar. De övre bladen är lansettlika medan de nedre är triangulära eller rombiska. Detta fenomen där de övre och nedre bladen har olika form kallas polymorfism. Bladen är gröna i unga stadier hos plantan, men skiftar färg vid mognad till att bli röda, violetta eller gula (Bhargava & Srivastava, 2013).

3.1.3 Rotsystem

Rotsystemet hos plantan är ofta kraftigt förgrenat och består av en pålrot från vilken sidorötter utvecklas. Rotdjupet kan variera mellan ca 13 cm och hela 1,5 meter vilket gör plantan mycket motståndskraftig mot torka (Bhargava & Srivastava, 2013). Det kraftiga och djupa rotsystemet gynnar markstrukturen då pålrötter generellt har en god luckrande effekt på jorden (Chen & Weil, 2010).

3.1.4 Blomställning och blommor

Blomställningarna som sitter högst upp på plantan och i bladveck längre ner har formen av kraftigt förgrenade vippor (Figur 1). Färgvariation förekommer även här mellan olika genotyper. Blomställningen består av primära, sekundära samt tertiära förgreningar, men kan se något olika ut hos olika quinoasorter. Då blommorna enbart sitter på de tertiära grenarna kallas blomställningen Glomerulate. De tertiära förgreningarna är mycket korta och sitter på en betydligt längre sekundär gren. Den andra blomställningsvarianten består endast av primära samt sekundära förgreningar. Denna kallas Amaranthiform och där sitter blommorna direkt på de sekundära grenarna (Bhargava & Srivastava, 2013). En tredje, intermediär form, har en blandning av glomerulate och amaranthiformernas karaktärer. Den dominerande formen är glomerulate följt av den intermediära formen och amaranthiformen. Blomställningarna kan vara mer eller mindre kompakta (Bazile et al., 2015).

I nuläget är det svårt att veta om förädlingen bör ske mot mer eller mindre kompakta blomställningar då båda har olika för- och nackdelar. En kompakt blomställning har

fördelen att drösning av frön samt insektsangrepp eventuellt kan minska, men en större och mindre kompakt blomställning har fördelen att de torkar snabbare efter nederbörd (Jacobsen, 2017), vilket skulle kunna minska risken för eventuella svampangrepp. I Grekland och Brasilien har förädlingen gått mot en mer kompakt blomställning (Bazile et al., 2015).



Figur 1. Blomställning quinoa (Lööv 2018).

Blommor som sitter på grenarna benämns gromeluri (sing. gromelure). Gromeluren består av ett dichasium som är ett knippe av blomgrenar med flera symmetriska förgreningar (Bhargava & Srivastava, 2013). Glomerulerna hos glomerulatformen är till utseendet rundade, hos amaranthiformen avlånga och hos den intermediära

formen en blandning av rundad och avlång (Bazile et al., 2015). Blommorna som saknar kronblad kan vara både honblommor samt perfekta (hermafrodita). De perfekta blommorna består av fem foderblad och ståndare samt två till tre fjäderklädda pistillmärken. De perfekta blommorna är även större än honblommorna (Bhargava & Srivastava, 2013). Ett problem med de olika blomtyperna är att de kan förekomma i olika mängder där både mindre och större frön produceras beroende på blomstorleken. Fröstorleken har betydelse för användningsområdet vilket gör att detta kan vara ett problem. En lösning för att få enhetlig fröstorlek i blomställningen är att ta fram hybrid sorter och selektera från dessa. Detta är något som gjorts i Bolivia med stor framgång (Bazile et al., 2015). Quinoan är till största delen självpollinerande, men fall av korspollinering förekommer. I förädlingen har man främst fokuserat på självpollinerande sorter (Bazile et al., 2015).

3.1.5 Frö

Quinoافرöet är litet till storleken, endast 1,8 till 2,6 mm i diameter. Fröstorleken leder till svårigheter vid sådd då det är mycket viktigt att fröna ej sås för djupt samt att förhållandena vid sådd är optimala (Jacobsen, 2017).

Fröet är en sluten frukt som är uppbyggt av flera olika lager. Det yttersta lagret är fruktväggen (perikarp) som består av två lager och därunder fröskalet (episperm). Fruktväggens yttre lager består av större, papillära celler medan det inre lagrets celler är mer sträckta. Det är framför allt i fruktväggen som saponiner finns. Dessa tas bort från fröet innan det konsumeras. Den inre delen av fröet omfattar endosperm, embryo och perisperm. Embryot som består av en hypokotyl, två kotyledoner, skottapex samt rotämne omger perispermet som finns i mitten av fröet. Perispermet innehåller främst kolhydrater. Endospermet består av ett eller två cellager och finns vid mikropylen där den omger hypokotyl-radicle regionen. I endospermet och embryot finns proteiner, mineraler, vitaminer samt fetter (Bhargava & Srivastava, 2013).

Quinoافرön finns i fyra olika former. Ellipsoida, koniska, cylindriska och linsformade frön. Fröna finns dessutom i en mängd olika färger vid fysiologisk mognad. I handeln finns dock enbart vit, svart och röd quinoa, vilket är ett resultat av att frön skalats och saponiner avlägsnats. (Bazile et al., 2015). Bild på oskalade vita quinoافرön ses i figur 2 och skalade vita quinoافرön i figur 3.



Figur 2. Oskalade quinoافرön (Lööv 2018).



Figur 3. Skalade vita quinoافرön (Lööv 2018).

3.1.6 Bittra och söta quinoasorter

Olika quinoasorter kan klassificeras som bittra och söta beroende på saponininnehållet i växt och frö. Bittra varianter har ett högre saponininnehåll än 0,11 % av friskvikten hos plantan eller mellan 4,7 och 11,3 g/kg torrs substans i frön. Söta varianter har ett saponininnehåll lägre än 0,11 % av friskvikten hos plantan eller ett innehåll mellan 0,2 och 0,4 g/kg torrs substans i frön (Bhargava & Srivastava, 2013). Sorter vars frön har ett saponininnehåll mellan intervallen för de bittra och söta varianterna benämns vara semi-söta eller intermediära (halvsöta) (Bazile et al., 2015).

3.1.7 Utvecklingsskala

En mängd olika utvecklingsskalor har föreslagits för quinoans fenologiska utveckling som hjälpmedel för lantbrukare samt inom förädlingsarbetet av quinoa. Den senast föreslagna utvecklingsskalan från år 2017 (Sosa-Zuniga et al., 2017) baseras på BBCH-systemet (Lancashire et al., 1991), en skala som i sin tur baseras på Zadoks utvecklingsskala (Zadoks et al., 1974). Skalan utgår från plantans morfologiska utveckling och delas in i dels ett huvudstadium samt ett sekundärt stadium (Sosa-Zuniga et al., 2017). Denna typ av numrering används generellt för flera andra grödor (Stureson & Leuchovius, 1996). Numreringen för huvudstadierna inkluderar groningen (0), bladutveckling (1), sidoskottsbildning (2), stam-/stjälktillväxt (3), utveckling av skördemogna vegetativa delar (4), framträdande av blomställning (5), blomning (6), fröutveckling (7), fröomognad (8) och nedvissning (9). Huvudstadium 3 och 4 har dock utelämnats från skalan. Detta beror på att stam-/stjälktillväxt sker samtidigt med bladutveckling, sidoskottsbildning, framträdande av blomställning samt blomning. Utveckling av skördemogna vegetativa delar har utelämnats p.g.a. att det oftast är frön som skördas och inte de vegetativa delarna av quinoaplantan. Förutom en beskrivning av skalan finns även illustrationer av quinoaplantans olika utvecklingsstadier (Sosa-Zuniga et al., 2017). En fullständig beskrivning av quinoans utvecklingsskala finns som bilaga.

3.2 Odlingsförutsättningar

De miljöfaktorer som påverkar utveckling och tillväxt av quinoa mest är temperatur, fotoperiod, solinstrålning samt tillgången till vatten (Bazile et al., 2015).

3.2.1 Temperatur

Quinoa kan klara temperaturer mellan -8 och 38°C, men gro och tillväxer oftast bäst mellan 15 och 20°C (Haros & Schoenlechner, 2016). En dansk sort som tidigare förädlats fram i Danmark från chilenska och peruanska sortmaterial, visade sig kunna gro vid som lägst 3°C (bastemperatur). Groningen för denna sort var dock

mest optimal mellan 30–35°C, då det krävdes 30 daggrader (°C) för groningen att ske (Jacobsen, 2017).

3.2.2 Fotoperiod

Olika genotyper av quinoan är anpassade till olika fotoperioder (Haros & Schoenlechner, 2016). Fotoperioden kontrollerar främst utvecklingen av antal bladprimordium, vilket sker mellan uppkomst av groddar till utvecklingen av synliga blomknoppar (blominitiering). Även fasen mellan synliga blomknoppar fram till blomningsperioden påverkas av fotoperioden genom att bestämma vilka primordium som utvecklas och expanderar till att bilda blad. Blomningsperioden till fysiologisk mognad kontrolleras också av fotoperioden (Bazile et al., 2015).

Bladens utvecklingshastighet bestäms av både fotoperiod och av temperatur. Hos varianter av quinoa från varma och fuktiga klimat är fotoperioden mest betydande, medan varianter från kalla och torra klimat påverkas mer av temperaturen (Bazile et al., 2015; Bhargava & Srivastava, 2013).

Fotoperiodens längd tillsammans med temperaturen har också stor inverkan på fröbildningen samt kärnmatningen och därmed skörden. Hos quinoavarianter som är anpassade efter kortare dagar och tropiska klimat ger långa dagar kombinerat med hög temperatur en mycket dålig fröbildning och kärnmatning (Bazile et al., 2015). Detta sker p.g.a. att den reproduktiva utvecklingen inhiberas där plantan ej mognar av (Jacobsen, 2017). Följden blir att ny växtbiomassa (blad, grenar, stjälkar) bildas främst med liten eller ingen fröbildning och där plantan förblir grön (eng. stay-green behaviour). Kortdagsvarianter av quinoa från varma och fuktiga klimat har dessutom lägre bladutvecklingshastighet och blommar senare p.g.a. att de har en längre tillväxtperiod (Bazile et al., 2015).

Dagsneutrala sorter som förädlats fram i Danmark och Nederländerna är de som idag går att odla i norra Europa. Dessa har sitt ursprung från Coastal/Lowlands ekotypen som återfinns i södra Chile (Jacobsen, 2017).

3.2.3 Solinstrålning

Solinstrålningen är en viktig del i fasen mellan uppkomst och utvecklingen av synliga blomknoppar samt påverkar utvecklingshastigheten av blad. Utvecklingshastigheten påverkas av förhållandet mellan mängden strålning och temperatur. Vid en lika mängd strålning vid hög temperatur ($>20^{\circ}\text{C}$) ger ökande temperaturer en minskad utvecklingshastighet. Fasen mellan uppkomst och utvecklingen av synliga blomknoppar blir därmed längre. Detta gör att strålningen fungerar som begränsande faktor vid högre temperaturer, och är nödvändigt för utvecklingshastigheten (Bazile et al., 2015). Mottagligheten för strålning är högre hos quinoavarianter från kallare och torrare klimat (Bhargava & Srivastava, 2013). Detta är troligtvis en anpassning för att snabbt börja tillväxa då vegetationsperioden är kortare i dessa miljöer.

3.2.4 Vattentillgång

Då quinoa är tolerant mot torka är behovet av bevattning litet. Vattenbehovet eller torktoleransen varierar mellan olika genotyper, men överlag kan tillförsel av vatten öka skörden (Bhargava & Srivastava, 2013). Bevattning bör vid vattenbrist främst ske vid blomning och fröutveckling. Vattenbrist vid blomning kan vara problematiskt då det är den mest kritiska perioden i utvecklingen för fröbildningen. Vid fröutveckling orsakar vattenbrist brådmognad av frön (Bazile et al., 2015) vilket kan leda till sämre kvalitet på skörden. I Sverige bör behovet av bevattning i dagsläget vara litet, men under torra år bör detta eventuellt utföras för att säkra höga och kvalitetsrika skördar. Bevattning kan med ett eventuellt varmare klimat i framtiden och därmed risk för torrare vårar och somrar få en större betydelse. Exempel på bevattningssystem skulle kunna vara droppbevattning eller bevattning med sprinklersystem.

3.2.5 Jord

Quinoa växer bäst på lerjordar (Haros & Schoenlechner, 2016). Det bör dock poängteras att goda skördenivåer ändå kan uppnås på sandjordar, även om de är lägre jämfört med på lerjordar (Razzaghi et al., 2012).

Jorden bör vara väl-dränerad. Detta är speciellt viktigt för unga plantor som är känsliga för större vattenmängder. Quinoaplantan klarar pH-värden mellan 4,5 och 9, men växer bäst vid neutralt pH. (Haros & Schoenlechner, 2016).

En anledning till att quinoa i första hand bör odlas på lerjordar är att de ofta innehåller en stor mängd organiskt material vilket bl.a. innebär att kvävemineraliseringen ofta är högre på lerjordar jämfört med på sandjordar. Inblandning av organiskt material i jorden är därför bra för grödan. En annan faktor är att rotdjupet generellt är större på lerjordar än på sandjordar vilket gör att plantan kan tillgodogöra sig vatten och näringsämnen från djupare jordlager. Något man kunnat se är att quinoaplantar som odlas på jordar med inslag av ler ofta har ett högre LAI (Leaf Area Index) samt förblir gröna under en längre tid jämfört med plantor som odlas på sandjord. Detta gör att upptaget av ljus (PAR) samt inlagringen till fröna blir större samt sker under en längre period, vilket förklarar de högre skördenivåerna på lerjordar (Razzaghi et al., 2012).

3.2.6 Näringsbehov

Kvävebehovet är störst där en giva mellan 80–120 kg/ha beroende på jordtyp (Haros & Schoenlechner, 2016) är optimalt för en god skörd (Bazile et al., 2015). Under nordiska förhållanden har man i försök kunnat påvisa att en engångsgiva av kväve i samband med sådd är optimalt för fröavkastning och proteininnehåll. En delad giva har enbart en positiv effekt på frövikten (Jacobsen & Christiansen, 2016). För mycket kväve kan vara negativt avseende avkastningen hos grödan, då det riskerar att orsaka liggsäd samt sen mognad. Fosfor behöver endast tillföras i en mindre mängd (Bhargava & Srivastava, 2013). En mängd på 30 kg fosfor/ha har använts i

danska odlingsförsök (Razzaghi et al., 2012). Denna giva är dock hög, och bör förmodligen tillföras på jordar med lägre fosforhalt. Kalium behöver endast tillföras på jordar som har låga kaliumnivåer (Haros & Schoenlechner, 2016). Vid kaliumgödsling har en mängd på 90 kg kalium/ha använts i danska odlingsförsök (Razzaghi et al., 2012). Även denna giva är hög. Höga mängder av både fosfor och kalium bidrar inte till någon skördeökning utan tenderar istället att leda till en ökad vegetativ tillväxt (Bhargava & Srivastava, 2013).

3.3 Odlingsåtgärder

Följande odlingsåtgärder är de som har störst betydelse för att nå en hög avkastning under svenska förhållanden, och är en sammanställning av studier och erfarenheter från främst norra Europa.

3.3.1 Jordbearbetning

Såbädden måste ha ett fint bruk samt vara fri från ogräs. Den måste även ha en jämn och tillräckligt hög markfukt och marktemperatur för att fröet ska gro snabbt och för att plantan ska få en snabb etablering (Jacobsen, 2017).

Både konventionell och reducerad bearbetning kan utföras. En konventionell jordbearbetning med plöjning och harvning är dock ofta att föredra (Bazile et al., 2015) då det skapar en jämn och fin såbädd. Avkastningen på plöjda fält har också visat sig vara högre än på fält där reducerad bearbetning utförts, vilket troligtvis beror på en större mängd ogräs på fält med reducerad bearbetning. En god avkastning bör dock kunna fås på fält med reducerad bearbetning om man tillämpar en god såsteknik (Kakabouki et al., 2015) som gör att quinoan får en bra konkurrensfördel gentemot ogräsen. En fördel med reducerad bearbetning är att man minskar vattenförluster i form av evaporation, något som kan vara att föredra på lättare jordar som har svårare att hålla vatten och därmed lättare torkar ut. Samtidigt kan plöjning vara en fördel

på lättare jordar då de ofta är struktursvaga och där packningsskador lätt kan uppstå. Plöjningen är då det bästa alternativet för att luckra jorden.

3.3.2 Sådd

Sådd bör ske så tidigt som möjligt under våren, vilket under syd- och mellansvenska förhållanden brukar innebära i början av april. Utsädesmängden 10 kg/ha, vilket motsvarar ca 100 plantor/m², ger ett tätt bestånd med god konkurrensfördel mot ogräs. Fröna sås i rader med 12, 25 eller 50 cm mellanrum till ett djup på 1–2 cm. En fördel med de två större radavstånden är att man effektivare kan bekämpa ogräs mellan raderna genom radhackning (Bazile et al., 2015). Detta leder till minskat ogrässtryck, bättre syresättning av marken samt ökad mineralisering av kväve vilket tillsammans kan resultera i en högre skörd (Jacobsen & Christiansen, 2016). Groddar av quinoa visas i figur 4.



Figur 4. Groddar av quinoa ca 1 vecka efter uppkomst (Lööv 2018).

3.3.3 Ogräskontroll

Ogräsbekämpning hos quinoa är en viktig åtgärd för att kunna säkra goda skördar. För mycket ogräs leder till en kraftig reduktion i fröavkastning och kvalitet. Detta sker p.g.a. en interspecifik konkurrens mellan quinoan och ogräsen om framför allt kväve. I ett försök utfört av Jacobsen et al. (2010) observerades att proteininnehållet i fröna var runt 17% då ogräsen kontrollerades. I de fall ogräsen inte kontrollerades reducerades proteininnehållet i fröna till bara 12% (Jacobsen et al., 2010).

Den viktigaste förebyggande åtgärden mot ogräs är att quinoan genom tidig sådd får ett försprång i utveckling och tillväxt som ger grödan en fördel gentemot ogräsen. Quinoافرön gro snabbt och kan gro vid låga temperaturer, men under de två första veckorna efter uppkomst är tillväxten långsam, vilket gör en tidig etablering viktig (Jacobsen et al., 2010). Direkta åtgärder mot ogräsen handlar främst om mekaniska åtgärder såsom ogräsharvning och radhackning. Kemiska åtgärder är inte något alternativ då det inte finns några selektiva herbicider mot tvåhjärtbladiga (dikotyledona) ogräs (Bazile et al., 2015).

För att effektivt kunna utföra ogräsharvning är det viktigt att quinoaplantorna har större tillväxt än ogräsplantorna, annars riskerar små quinoaplantor att förstöras. Detta är ytterligare en anledning till att tidig sådd är en viktig del av ogräsbekämpningen (Jacobsen et al., 2010). Ogräsharvning kan utföras vid alla radavstånd, och kan även användas tillsammans med radhackning vid större radavstånd. Harvningen bör utföras med relativt hög hastighet för att få till en effektiv bekämpning (Bazile et al., 2015). Ogräsharvning är inte lika effektivt som radhackning, men det är ändå en bra metod för att bekämpa ogräsen. Ogräsharvning kan framför allt ha en god effekt mot ogräs i såraderna (Jacobsen et al., 2010).

Radhackning är den mest effektiva bekämpningsmetoden då den har mycket god effekt mot ogräs mellan såraderna. Detta främst p.g.a. att en djupare bearbetning kan utföras utan att skada quinoaplantorna i såraderna. Radhackningen bör utföras med en hög hastighet för att dels få till en god bekämpning mellan raderna, och dels

för att täcka ogräsplantor i raderna med jord. Man bör dock se upp med att täcka quinoaplantor med för mycket jord, då de kan vara känsliga för detta (Jacobsen et al., 2010).

Det klart dominerande och mest problematiska ogräset i quinoaodlingar är svinmålla. Detta kan bl. a. bero på att båda arterna är mycket lika varandra under hela den vegetativa fasen (Jacobsen et al., 2010), vilket gör det svårt att veta vilka plantor som tillhör den ena eller den andra arten. Andra ogräsarter som rapporterats inkluderar rödplister (*Lamium purpureum*), vitgröe (*Poa annua*), våtarv (*Stellaria media*), åkertistel (*Cirsium arvense*) och åkerviol (*Viola arvensis*) samt arter från familjen slideväxter (*Polygonaceae sp.*) (Jacobsen et al., 2010). Huruvida dessa ogräs utgör något problem för odlingen i Sverige i dagsläget är inte klarlagt.

3.3.4 Sjukdom- och skadegörarkontroll

Sjukdomar och skadegörare är oftast ett mindre problem i quinoaodlingar (Jacobsen, 2017) och detta beror framför allt på saponinnehållet i fröna och plantan, vilket fungerar som en naturlig försvarsmekanism. Tack vare detta är behovet av bekämpningsåtgärder ganska litet. Söta quinoasorter skulle dock kunna bli mer skadedrabbade då växtens naturliga försvar tas bort. De sjukdomar och skadegörare som skulle kunna uppträda i dagsläget eller i framtiden och orsaka problem inom odlingen beskrivs i detta avsnitt.

Den vanligaste och allvarligaste sjukdomen som kan angripa quinoa är betbladmögel (*Peronospora variabilis*, tidigare *P. farinosa f.sp. Chenopodii*). Patogenen är en oomycet och en obligat biotrof parasit och angriper förutom quinoa även svinmålla. Det är en jord- och utsädesburen patogen som sprids via regnstänk och vind (Bhargava & Srivastava, 2013). Tillväxten gynnas främst i fuktiga miljöer med temperaturer kring 18–22 °C, men kan tillväxa i temperaturer mellan 0–25 °C (Bazile et al., 2015). Patogenen orsakar först skador på de lägst sittande bladen och sprider sig sedan uppåt på plantan (Haros & Schoenlechner, 2016). De skador som främst uppstår är bladkloroser, men även andra delar av plantan kan angripas (Bazile et al.,

2015). Symptom vid angrepp syns som gul-röda fläckar på bladen. Vid fortsatt angrepp övergår klorotiska bladfläckar till att bli nekrotiska och bladen lossnar sedan från plantan. Dessa skador kan leda till kraftiga skördeförluster till följd av en försvagad planta och reducerad fotosyntes vilket hämmar utveckling och inlagring av näring till fröna (Bhargava & Srivastava, 2013). Förebyggande åtgärder mot sjukdomen är först och främst att tillämpa en god växtföljd då sporer (oosporer) av patogenen kan ligga vilande i växtrester i jorden. Användning av mindre mottagliga eller resistenta sorter är en viktig åtgärd. Andra åtgärder är att använda sig av friskt och/eller betat utsäde. Betning av utsäde kan ske antingen kemiskt eller biologiskt. Biologisk betning kan ske med *Trichoderma spp.* eller *Bacillus subtilis* som hindrar tillväxt av patogenen och stimulerar rotutvecklingen hos grödan. Tidig sådd är viktigt för att ge plantan en god etablering och tillväxt. Detta minskar risken för skördeförlust då sjukdomen är som mest allvarlig under plantans tidiga utvecklingsstadier. De känsligaste stadierna är från utvecklingen av två gröna blad till början av utvecklingen av vippan. Sådden bör dock inte ske under alltför fuktiga förhållanden. Andra viktiga åtgärder mot sjukdomen är att undvika för täta bestånd samt ha en god dränering av jorden, då patogenens utveckling gynnas av fuktiga miljöer. Vid akuta åtgärder i konventionell odling kan syntetiska fungicider användas, men vilka preparat som är tillgängliga för detta i Sverige är i nuläget oklart. Biologiska fungicider kan vara en möjlighet i framtiden då bl.a. växtextrakt från vitlök (*Allium sativum*) och åkerfräken (*Equisetum arvense*) visat sig ha viss effekt mot patogenen (Bazile et al., 2015).

Andra sjukdomar som i nuläget är ett mindre problem, men som eventuellt kan bli besvärligare i framtiden är groddbrand/rotbrand (främst *Rhizoctonia solani*, men även *Fusarium spp.*, *Phytium spp.*), brun stjälskröta (*Phoma exigua var. foveata*), bladfläckar (främst *Ascochyta hyalospora*), stråknäckare (*Phoma spp.*) (Bazile et al., 2015), gråmögel (*Botrytis cinerea*) (Bhargava & Srivastava, 2013), bakteriella bladfläckar (*Pseudomonas spp.*). Virussjukdomar verkar i nuläget vara av liten betydelse, men ett virus vid namnet "Sowbane mosaic sobemovirus" har rapporterats

angripa quinoa. Angrepp av nematoder har konstaterats bland annat av potatiscystnematoden (*Globodera pallida*), en art som förekommer i Sverige (Bazile et al., 2015). En fördel med quinoa är att den är en dålig värdväxt för potatiscystnematoden då den inte kan föröka sig på denna gröda (Bhargava & Srivastava, 2013).

Det finns en mängd olika skadeinsekter som kan minera och orsaka bett- och sugskador på blad och stjälkar (Bhargava & Srivastava, 2013) samt äta pollen och frö (Sigsgaard et al., 2008). Skadeinsekter som rapporterats på quinoa i norra Europa omfattar fem olika arter. Något som är gemensamt för alla är att de är polyfaga vilket innebär att de livnär sig på flera olika växter. Detta innebär att fler potentiella skadegörare på quinoa kan finnas i Europa, men som ännu inte observerats (Sigsgaard et al., 2008).

Gråvecklare (*Cnephasia sp.*) som tillhör familjen vecklare (*Tortricidae*) förekommer även i jordgubbsodlingar där larverna orsakar skador på unga plantor och även blommor (Håkansson et al., 2015). Arten har även rapporterats angripa vissa arter av lupin (Ferguson, 1994). Förebyggande åtgärder är att hålla fält under observation för att fastställa behov och tidpunkt för en bekämpning (Håkansson et al., 2015).

Bönbladlus/betbladlus (*Aphis fabae*) som tillhör familjen långrörsbladlöss (*Aphididae*) gör att angripna plantor drabbas av näringsbrist. Detta påverkar tillväxt och utveckling hos plantan negativt med skördeförlust som följd. Arten är dessutom vektor för en mängd virussjukdomar vilket kan vara ett potentiellt hot för odlingen. Arten förekommer bl. a på sockerbeter, bönor, potatis, svinmålla och åkertistel. Förebyggande åtgärder inkluderar tidig sådd, välja en mindre mottaglig sort, eventuellt ha ett ganska tätt bestånd av plantor samt gynna naturliga fiender (Ekbom, 2012). Även ogräsbekämpning skulle kunna vara en god åtgärd.

Ludet ängsstinkfly (*Lygus rugulipennis*) tillhör familjen ängsskinnbaggar (*Miridae*). De vuxna baggarna angriper ofta yngre delar av plantan och kan orsaka

s.k. blindplantor om tillväxtpunkten hos unga plantor angrips. Symptomen är avstannad tillväxt av huvudskottet samt hämmad och missbildad bildning av nya blad som följd av angreppet. Ludet ängstinkfly angriper många olika växter bl. a. baldersbrå, höstraps, potatis och rödklöver. Förebyggande åtgärder handlar främst om att använda olika fällor för att se när de första baggarna anländer till fältet. I skogsbygder med dominerande inslag av barrskog bör man vara extra vaksam, då de övervintrar på granar samt i barrförna. I konventionell odling tillämpas normalt kemisk bekämpning mot dessa baggar. Vid inflygning till fältet bör bekämpningen ske vid en lägre temperatur då insektens rörelse är långsammare. Detta gör att det blir lättare att träffa baggarna (Gertsson et al., 1990). Det är dock oklart hur metoden fungerar i quinoaodling. Man bör även undersöka om tidig sådd kan minska risken för skador på quinoa.

Larver av svart småstävmal (*Scrobipalpa atriplicella*) som tillhör familjen stäv-malar (*Gelechiidae*) orsakar skador på unga blad, blommor och frön av quinoa som även spinns ihop med silkestrådar. I Kanada har man nyligen även kunnat se mine-ringsskador i stjälkar av quinoa vilket orsakat förkrympta och gula plantor med häm-mad tillväxt och bladproduktion som följd och därmed också allvarliga skördeför-luster. Malen är även skadegörare på många andra växter bl. a. svinmålla samt flera varianter av *Beta vulgaris*. Förebyggande åtgärder mot larverna är i nuläget okända, men såtid, sortval (Mori et al., 2017) och ogräsbekämpning skulle kunna påverka risken för skördeför-luster. Detta är dock något som behöver undersökas närmare.

Cassida nebulosa (eng. Tortoise beetle) som tillhör familjen bladbaggar (*Chrysomelidae*) där både larver och vuxna hittats på plantor av quinoa som fått kraftiga skador på blad. Denna art tillhör en familj som är pollenätare och som an-griper flera arter inom släktet *Chenopodium* bl. a. svinmålla, men är även skadegö-rare på flera varianter av *Beta vulgaris* (Sigsgaard et al., 2008). Förebyggande åtgärder är i nuläget okända och bör undersökas vidare, men ogräsbekämpning skulle kunna vara en åtgärd.

3.3.5 Skörd

Skörden av quinoa brukar ske ca 5–8 månader efter sådd (Bhargava & Srivastava, 2013). Utvecklingstiden beror på sort samt miljöfaktorer som temperatur, jordtyp och luftfuktighet/nederbörd (Haros & Schoenlechner, 2016). Sorten Titicaca är exempel på en sort som mognar tidigt och kan skördas i början av september (Jacobsen & Christiansen, 2016).

Vid fysiologisk mognad ändrar bladen färg till att bli gula och/eller röda där färgen beror av vilken sort som odlas, och fruktutveckling sker. Bladen vissnar och lossnar sedan från plantan som ett resultat av att plantan torkar ut. Skörden bör ske då fröna enkelt lossnar från blomställningen på plantan (Haros & Schoenlechner, 2016). Skördetidpunkten är mycket viktigt vad gäller faktorer som grobarhet, proteininnehåll och frövik. Grobarheten kan vara en viktig faktor om frön skall användas som utsäde, medan proteininnehåll och frövik är betydelsefullt vad gäller kvalitet. Vid en tidig skörd runt mitten av augusti då fröna har hårdnat och är nära mognad, är grobarheten som högst och sjunker sedan ju längre tiden går. Ett problem är dock att fröna mognar tidigare än resten av plantan, vilket gör mekanisk skörd mycket svår. Proteininnehållet ökar dock med tiden då matning av frön pågår ända tills hela plantan mognat. Detta gör att en avvägning i dagsläget måste göras beroende på vilka egenskaper man själv anser är av mest betydelse. Andra problem som kan uppstå med ojämn mognad mellan frön och planta är om frön är mogna under en längre tid, men plantan ej torkar och mognar av. Detta skulle kunna innebära minskad kvalitet på skörden i form av mindre frön med lågt näringsinnehåll och dålig grobarhet samt skördeförkluster genom t ex. drösning av frön (Jacobsen & Christiansen, 2016). Tidig mognad av hela plantan är även viktigt då regnig och sval väderlek under hösten gör det mekaniska skördearbetet mycket svårare (Bazile et al., 2015). Fortsatt förädling bör framför allt inrikta sig på tidig och jämn mognad av plantan utan att göra avkall på fröets grobarhet, proteininnehåll och vikt (Jacobsen & Christiansen, 2016). Förädling mot tidiga och jämnt mognande sorter bör även ske för att undvika och minska problem med skördearbetet.

Skörden kan ske mekaniskt med skördetröska (Bazile et al., 2015). Beroende på sort, gödsling och kontrollåtgärder som utförts erhålls skördar på ca 2 ton per hektar (Bazile et al., 2015). Skördenivåerna i norra Europa varierar mellan 1–3 ton per hektar (Jacobsen, 2017), vilket är i nivå och i vissa fall bättre än de skördenivåer som uppnås i bl.a. Bolivia (Jacobsen & Christiansen, 2016).

3.3.6 Efter skörd

Quinoafrön måste efter skörd genomgå en mängd steg innan det är lämpligt för konsumtion. Hos bittra quinoasorter måste fröna skalas och rengöras (borstning eller vatten) för att få bort saponiner samt centrifugeras och torkas. Söta quinoasorter behöver enbart genomgå skalning och torkning (Bazile et al., 2015). I Sydamerika utförs dessa processer normalt sett i speciella industrianläggningar, men i Europa finns i nuläget inga sådana anläggningar då det ännu inte är ekonomiskt lönsamt. I Europa har man satsat på mindre maskiner och system (Jacobsen, 2017) som även är anpassade till ris och vete (Bazile et al., 2015). Torkning av frön ned till 13,5% vattenhalt är ett viktigt steg för att förhindra tillväxt av patogener och därmed försämrad kvalitet (Bazile et al., 2015).

3.3.7 Sortval

Ett förädlingsföretag i Danmark vid namnet Quinoa Quality har tagit fram tre olika sorter av quinoa anpassade till odling under nordiska förhållanden. Alla dessa är framtagna för att ha en tidig och jämn mognad samt vara dagslängdsneutrala. Två av sorterna vid namnen Puno och Titicaca härstammar från chilenska och peruanska odlingsmaterial och togs fram samt registrerades för odling år 2010. Båda dessa sorter är bittra varianter med ett högt saponininnehåll. En tredje sort vid namnet Vikinga togs fram och registrerades för odling år 2015. Denna är en söt variant med lågt saponininnehåll. Förädling av quinoasorter sker förutom i Danmark även i Nederländerna och Frankrike (Jacobsen, 2017). Mer specifik information kring sor-

terna vad gäller tidighet, motståndskraftighet mot sjukdomar och skadegörare, avkastningsnivå etc. framgår tyvärr inte av den information som i dagsläget finns tillgänglig.

3.3.8 Växtföljd

En god växtföljd är viktigt för att undvika uppförökning av skadegörare och sjukdomar. Rekommendationen är att quinoa odlas med minst 3–5 års mellanrum och den passar bra i en växtföljd som inkluderar stråsäd, potatis och baljväxter. Traditionellt brukar quinoan ofta odlas efter potatis där gödslingen från det föregående året ofta kan vara tillräckligt för en god skörd (Rasmussen et al., 2003). Man bör dock vara uppmärksam på betbladlusen/bönbladlusen, ludna ängsstinkflyet samt potatiscystnematoden som även har potatis som värdväxt (Bazile et al., 2015; Ekbom, 2012). Efter quinoan kan exempelvis någon stråsädesart odlas (Rasmussen et al., 2003). Olika typer av betor (*Beta vulgaris*) och quinoa bör ej odlas efter varandra då de har en del gemensamma sjukdomar och skadegörare. Likheterna mellan dessa kan förklaras av att båda arterna tillhör familjen amaranthväxter. Annat att tänka på är att skifta mellan höst- och vårgrödor. Detta för att undvika uppförökning av svinmålla som är ett större problem, men även av andra sommarannuella ogräs.

3.3.9 Syntes/sammanfattning av avsnitt 3.3

Sammanfattningsvis kan man säga att sådden är det viktigaste skedet för hela odlingen och avgör hur quinoans avkastning kommer att bli. Tidig sådd bör vara utgångspunkten för odlingen, men behöver då ske under så goda odlingsförhållanden som möjligt. Den tidiga sådden blir ett viktigt steg i ogräsbekämpningen. Vid ogräsbekämpningen bör radhackning i första hand tillämpas då det ofta har bäst effekt mot ogräsen. Ogräsharvning fungerar också, men är förenat med viss risk där små quinoaplantor riskerar att förstöras.

Förebyggande åtgärder är viktigt för att reducera riskerna för sjukdom- och skadegörarproblem. Bekämpningen av betbladmögel är högprioriterad och bör bekämpas

i första hand. Betbladmögel dyker upp i stort sett var än quinoa odlas och kan orsaka allvarliga skördeförluster om den inte hanteras (Bazile et al., 2015).

Flera rapporter pekar på att svinmållan kan vara ett hot mot odlingen då den är en mycket bra värdväxt för sjukdomar och skadegörare som även angriper quinoa. Man har kunnat se kraftiga insektsangrepp på quinoa från skadegörare som spridits från svinmålla i intilliggande fält (Sigsgaard et al., 2008). Detta innebär att bekämpningen av svinmålla är viktig även i andra fält (främst vågrödor) för att minska spridning mellan fält. Den odlade sockerbetan samt andra typer av betor är också goda värdväxter för skadegörare på quinoa. Förslagsvis bör man undvika att odla betor och quinoa på fält i anslutning till varandra för att minska riskerna för skördeförluster, samt tillämpa en god bekämpning i respektive fält.

Tillämpning av en god växtföljd blir en viktig förebyggande åtgärd för att undvika uppförökning av ogräs, skadegörare och sjukdomar.

3.4 Intervjuer

3.4.1 Intervju Marcos Lana, SLU (Institutionen för växtproduktionsekologi)

Växtföljd

Det man i första hand bör tänka på är att inte odla quinoa efter grödor där det finns en risk att uppförökning av sjukdomar kan ske. Exempelvis bör sockerbeta och quinoa inte odlas direkt efter varandra. Det är även viktigt att tänka på att en del ogräs kan förekomma i quinoaodling, och man bör därav planera växtföljden på ett sätt som förhindrar uppförökning av dessa. Quinoa har för övrigt en god fysikalisk effekt i marken och hjälper till att luckra jorden.

Jordbearbetning, sådd

Både konventionell och reducerad bearbetning kan utföras. Den reducerade bearbetningen minskar avdunstning av vatten och bidrar till att behålla mer markfukt.

Vid sådd är det viktigt att såbädden är ogräsfri och ingen konkurrens med ogräs får förekomma. Quinoafröet är litet och plantan är ej särskilt konkurrenskraftig i de tidiga utvecklingsstadierna. Vid sådd bör det även finnas tillräckligt med markfukt då detta är viktigt för fröna under de första 30–40 dagarna. Utförandet av sådden kan vara svårt, men det beror på vilka maskiner och redskap som används. Quinoa brukar sås i rader. En relativt hög utsädesmängd rekommenderas då det finns en risk att många frön inte gror.

Näringsbehov

En mängd på ca 100–120 kg N/ha bör ges till grödan. Gödsling av P, K, Ca och Mg bör anpassas efter näringsförhållandena i fält. En fördel med quinoan är att den är mycket konkurrenskraftig och konkurrerar bra om näringsämnen. Tack vare denna konkurrensfördel kan quinoa odlas på näringsfattiga (marginella) jordar.

Vattenbehov

Behovet av vatten under odlingssäsongen är generellt lågt, då quinoan utvecklar ett djupt rotsystem. Vattentillgången är dock viktigt i de tidigare stadierna av quinoans utveckling för att ett djupt rotsystem ska kunna bildas. En fördel med quinoan är att den kan producera mycket biomassa med små mängder vatten.

Ogräsbekämpning

Svårt att kontrollera främst dikotyledona (tvåhjärtbladiga) ogräs kemiskt då det inte finns några selektiva preparat mot dessa. Mekanisk ogräsbekämpning är därför mycket viktigt för att reducera mängden ogräs. Monokotyledona ogräs är lättare att kontrollera kemiskt. Man bör undvika att odla quinoa efter quinoa då fröbanker av quinoafrö riskerar att bildas i jorden. Detta kan eventuellt ställa till problem vid odling av andra grödor där quinoan kan bli ett ogräs.

Förädling

Bör ske mot hybridsorter i Norden. Sorter som inte är hybrider har en ojämn tillväxt och mognad p.g.a. att plantorna har olika tillväxtcykler.

3.4.2 Intervju Per Modig, Fagraslätts gård (Kristianstad)

Odlingsstart och odlingsareal

Quinoaodlingen började år 2015 med ett par provodlingar i liten skala. Efterföljande år har den odlade arealen ökat från 1,5 ha år 2016 till 8 ha år 2017 och 12 ha år 2018. Quinoaodlingen är enbart ekologisk.

Växtföljd

Per odlar oftast quinoan på tyngre jordar (lerjordar). Quinoa odlas efter raps, och i rapsen sås klöver in som mellangröda för att tillföra mer kväve till marken. Efter quinoa brukar någon typ av höststråsäd sås. Växtföljden i sin helhet ser ut enligt följande: Raps-Quinoa-Höststråsäd-Åkerböna-Vårstråsäd med vallinsådd.

Jordbearbetning

Höstplöjning på tyngre jordar som följs av harvning och vältning. Falsk såbädd brukar tillämpas. Växtsäsongen avgör om falsk såbädd tillämpas eller inte, exempelvis utfördes detta år 2017, men inte år 2018.

Sådd

Sådd med traditionell såmaskin med släpbil som är specialinställd för quinoasådd. Sådden sker grunt (1 cm) med i genomsnitt 48 cm radavstånd och med en utsädesmängd på 10 kg/ha. Efter sådd sker vältning. Såtiden har varierat mellan åren där sådd skett 15 april år 2016, 5–6 maj år 2017 samt 25 april år 2018. Trots den sena sådden år 2017 blev avkastningen på skörden bra. Två olika sorter odlas på gården där den ena är Titicaca (bitter sort) (Figur 5 och 7) och den andra Vikinga (söt sort) (Figur 5 och 6).

Gödslingsstrategi

Per tillför 70 kg växttillgängligt N/ha i form av svinflytgödsel. Trots att den optimala kvävegivan är 80–120 kg N/ha kan mer svinflytgödsel inte tillföras då för mycket fosfor tillförs. Gödseln har lagts ut vid olika tillfällen mellan åren, men år 2018 tillfördes den efter sådd.

Bekämpningsstrategi av ogräs, svamp och skadegörare

Mekanisk ogräsbekämpning där radhackning utförs totalt tre gånger. Första radhackningen sker direkt då ogräset kommer upp, och de andra två utförs senare då även kupning sker för att även kunna få bort ogräs i såradena. Generellt sett har rotoqräs varit mer problematiska än fröogräs. Framför allt tistel har varit ett stort problem då dessa har varit svåra att få bort med radhackning. Kvikrot har också varit ett problem och även målla förekommer i fälten. Sorten Vikinga tycks konkurrera sämre mot ogräs och har ett klenare växtsätt jämfört med sorten Titicaca.

Svampangrepp kan ha förekommit, men har aldrig blivit så problematiskt att det har behövt bekämpas.

Bladlöss har förekommit på en del plantor som blivit svårt angripna, men generellt sett har mängden skadegörare varit begränsad. Bekämpning mot skadegörare har aldrig behövt utföras.

Skörd

Skörden har skett med skördetröska och tröskningen har utgått från inställningar som använts vid rapströskning. Quinoan har dock tröskats något hårdare med mindre avstånd mellan slagsko och cylinder samt med högre varvtal, men med reducerad fläkthastighet. Skördetidpunkten har varierat mellan åren där skörden skedde 6–7 september år 2016. År 2017 blev skörden något utdragen och skedde mellan 23 augusti – 11 september. År 2018 beräknas skörden ske i den senare halvan av augusti. Skördenivåerna har varierat mellan åren där skördenivån för sorten Titicaca har varit högre än för Vikinga. Titicaca har avkastat ca 1,7 ton/ha medan Vikinga gett en skörd på ca 1,4 ton/ha. Det har dock inte gått att dra någon slutsats utifrån detta då quinoan odlades på olika jordtyper.

Efter skörd

Efter att quinoan skördats torkas fröna ned till en vattenhalt kring 10–12%. Efter torkning sker rensning samt borstning av frön för att få bort saponiner. Borstnings-

intensiteten anpassas efter hur mycket saponiner som ska tas bort. Borstning behöver framför allt ske av frön från bittra sorter. Första året skickades skörden till Danmark för rensning, men numer sker rensning samt borstning av frön på gården. En fördel med att skicka iväg skörden för rensning var att man rensade skörden med hjälp av färgsortering. Detta gör att skörden lättare kan rensas på frön av målla och raps som i princip har samma fröstorlek som quinoa. Efter rensning och borstning skickas quinoan i storsäck till Nordisk Råvara som i sin tur paketerar quinoan. En del quinoa säljs även direkt från gården. Priset (lantbrukarpriset) för rensad ekologisk quinoa ligger idag (år 2018) kring 15–18 kr/kg.

Odling i fortsättningen

Quinoaodlingen kommer att fortsätta och kommer att odlas så mycket som det finns plats för i växtföljden.

Bilder från Fagraslätt



Figur 5. Quinoafält på Fagraslätt. Den till synes mörkare sorten är Titicaca och den ljusare uppe i det vänstra hörnet är Vikinga. (Lööv 2018).



Figur 6. Quinoafält på Fagraslätt. Sort Vikinga. (Lööv 2018).



Figur 7. Quinoafält på Fagraslätt. Sort Titicaca. (Lööv 2018).

3.5 Användningsområden för quinoa

Quinoa kan användas till en mängd olika användningsområden då det är en växt med många intressanta egenskaper. Denna rapport är främst skriven för odling av quinoafrö, men här tas utöver fröodlingen även andra möjliga användningsområden upp.

3.5.1 Fröodling för humankonsumtion

Förmodligen det mest intressanta alternativet då priser och efterfrågan på quinoafrö ökat. En anledning till detta är frönas stora nutritionella egenskaper. Fröna innehåller mer högkvalitativt protein jämfört med vanlig spannmål och har en balanserad sammansättning av essentiella aminosyror (Filho et al., 2017). Lagringsproteinerna i quinoa omfattar främst albuminer och globuliner, medan mängden prolamin och glutelin är lägre (Bhargava & Srivastava, 2013). Fröna kan konsumeras av glutenintoleranta personer då mängden gliadiner, de proteiner som glutenintoleranta personer har en överkänslighet mot och som är prolaminer, är låg (Filho et al., 2017). Glutenprotein består normalt av prolaminer och gluteliner, vilket gör att fröna passar bra för glutenintoleranta personer. Höga nivåer och en bra balans av aminosyrorna lysin, methionin, cystin, histidin, fenylalanin, tyrosin, threonin, tryptofan, leucin, isoleucin samt valin finns i quinoafrön (Bhargava & Srivastava, 2013). Alla dessa är viktiga för en god tillväxt och utveckling hos människor (Bhargava & Srivastava, 2013) och de är i nära nivå med de värden som FAO (Food and Agriculture Organization) har satt (g aminosyror/100 g protein) (Filho et al., 2017). Fröna är även rika på kolhydrater där stärkelse dominerar (ca 50–70%). Många kolhydrater i quinoafrön har positiva hälsoeffekter vad gäller hypoglykemisk effekt (sänkning av blodsocker) samt sänkning av kolesterolhalten och andelen fria fettsyror i blodet (Filho et al., 2017; Valcárcel-Yamani & Lannes, 2012), vilket minskar risken för en rad sjukdomar bl. a. hjärtkärlsjukdomar och diabetes (Karolinska Institutet, 2015). Vidare är fröna även rika på många nyttiga fetter (omättade fetter) (Filho et al., 2017; Valcárcel-Yamani & Lannes, 2012) med en fetthalt runt 6–8 % (Jacobsen,

2017) (värden varierar), kostfibrer, vitaminer (bl.a. A, B₁, B₂, B₃, B₆, C, E), mineraler och antioxidanter (flavonoider, fenolföreningar) (Filho et al., 2017; Valcárcel-Yamani & Lannes, 2012). I jämförelse med spannmål är quinoan en bättre gröda ur ett nutritionellt och eventuellt också ur ett ekonomiskt perspektiv. Det finns en mängd olika användningsområden för quinoافرö. Det vanligaste är att fröna kokas och konsumeras direkt, men quinoa kan även användas i en mängd matvaror (soppor, gröt, såser bl. a.) och drycker. Fröet kan även malas till mjöl för att användas till bakning av bröd, kakor, pasta mm. Vid bakning av jäst bröd och pasta används quinoamjölet tillsammans med vetemjöl då glutenproteiner behövs för detta (Valcárcel-Yamani & Lannes, 2012).

3.5.2 Oljefröodling

Quinoافرöns goda innehåll och kvalitet av essentiella fetter har gjort att grödan har föreslagits som en potentiell oljeväxt. Oljehalten i quinoافرön är högre än i t ex. majs och spannmål, men lägre än sojaböna. Ungefär 88 procent av fettsyrainnehållet i quinoافرön består av linolsyra (ca 49–56%), α -linolensyra (ca 4–8%) samt oljesyra (ca 20-29%), en sammansättning som är mycket lik den i majsfrön och sojabönor. Linolsyra och α -linolensyra är fleromättade fettsyror medan oljesyra är enkelomättad. Den höga mängden omättat fett i fröna har stora hälsofördelar då dessa minskar risken för en rad olika sjukdomar (Filho et al., 2017). Innehållet av α -linolensyra kan bl. a. minska risken för hjärtkärlsjukdomar och cancer (Valcárcel-Yamani & Lannes, 2012). En annan fördel är det höga innehållet av α -tocopherol (vitamin E) samt γ -tocopherol som är antioxidanter och förhindrar oxidering av de omättade fetterna. Detta gör att kvaliteten och stabiliteten hos fetterna förblir intakt under en längre tid (Filho et al., 2017; Valcárcel-Yamani & Lannes, 2012).

3.5.3 Djurfoder

Det finns en stor potential att använda quinoa som djurfoder. Hela plantan kan användas (Bhargava & Srivastava, 2013) där framför allt blad och blomställning innehåller höga mängder av proteiner, mineraler, fiber och vitaminer, och har en hög

smältbarhet (Filho et al., 2017). Fodervarianter av quinoa bör vara söta sorter d.v.s. innehålla en låg mängd saponiner (Jacobsen, 2017). Detta är viktigt då för höga intag av saponiner kan ha en negativ effekt på födointag (p.g.a. bitter smak), metabolism och tillväxt hos djur (Villa et al., 2014). Fodersorter bör till skillnad från sorter som odlas för frö även vara längre samt ha mycket blad och hög torrsubstans. De bör även ha en sen mognad (Jacobsen, 2017). Frön och biprodukter från skalning av frön (söta sorter) kan också användas som djurfoder och har främst använts till fjäderfä och gris som visat sig ha goda effekter på tillväxt (Bazile et al., 2015; Villa et al., 2014). Även skörderester som stjälkar och blad skulle kunna användas som djurfoder till exempelvis nötkreatur och får (Bazile et al., 2015).

3.5.4 Allelopatiska effekter och möjligheten till framställning av biologiska bekämpningsmedel

Quinoa är en växt som är mycket konkurrenskraftig bl.a. p.g.a. dess innehåll av allelopatiska ämnen. Allelopati innebär att kemiska substanser som produceras av växten används för att hämma tillväxten hos konkurrerande plantor. De allelopatiska ämnena inkluderar bl. a. olika typer av flavonoider, hydroxikansylor, saponiner och fytoecdysteroider. Dessa kemiska substanser frigörs antingen i gasform, via utlakning, rotextudat eller vid nedbrytning av växten. I laboratorieförsök utförda i Egypten har man kunnat påvisa att quinoan har en negativ effekt på andra odlade växter vad gäller gröningsvillighet, skotttillväxt och rottillväxt. De odlade grödorna som var känsligast i försöken var korn (*Hordeum vulgare*) och lök (*Allium cepa*). Även vete (*Triticum aestivum*) påverkades i viss mån negativt. En positiv aspekt är dock att svinmålla tycks påverkas negativt av allelopati, vilket är mycket intressant då det är ett besvärligt ogräs i quinoaodlingen. Försöket utfördes med olika sorter av quinoa där hela plantor maldes ned var för sig. Därefter framställdes växtextrakt i olika koncentrationer. Olika quinoasorter hade olika effekt på andra växter vad gäller hämning av gröningsvillighet, skotttillväxt och rottillväxt, men högre koncentrationer hade generellt en mer negativ effekt (El-Sadek et al., 2017). I Grekland visade man även att olika delar av quinoaplantan har olika starkt hämmande effekt på skott- och rottillväxt hos andra växter. Växterna som användes var havre (*Avena*

sativa), vanlig böna (*Phaseolus vulgaris*) samt stor andmat (*Spirodela polyrhiza*). I försöket användes både växtdelar som tillförts till perlit i krukor samt extrakt från olika växtdelar av quinoaplantan som tillförts till frön i petriskålar. Man kunde se att blomställningen hade starkast effekt på hämning av tillväxt medan blad, stammar och rötter hade en mindre effekt. Även här observerades dock att högre koncentrationer hade starkare hämmande effekt på tillväxt hos andra växter, oavsett del från quinoaplantan (Bilalis et al., 2013).

Något man observerat är att quinoa som odlas under torra förhållanden tenderar att producera mer allelopatiska ämnen än under normala förhållanden, vilket är en respons på att växten är stressad och konkurrerar om begränsade resurser (El-Sadek et al., 2017). Resultaten som framkommit i dessa studier är mycket intressanta då det visar på potentialen att kunna utnyttja quinoans naturliga försvar i ogräsbekämpningen genom framställning av växtextrakt. Då inga selektiva herbicider finns mot dikotyledona ogräs i dagsläget skulle växtextrakt från quinoan kunna användas som biologisk herbicid mot dessa ogräs. En anledning till varför svinmållan är ett problematiskt ogräs, trots att den påverkas negativt i dessa studier kan ha att göra med att quinoan sällan utsätts för hög stress i fält. Därmed produceras mindre allelopatiska ämnen och effekten av dessa blir liten till obefintlig. Något som är osäkert är huruvida quinoan kan ha negativ effekt på andra grödor och då främst på efterföljande grödor, där växtrester med allelopatiska ämnen skulle kunna ha en negativ effekt på tillväxten. Quinoans potentiellt goda samt negativa effekter i fält behöver undersökas mer då det i nuläget är det svårt att veta hur stora dessa effekter är.

3.5.5 Markförbättrande åtgärder

För att minska problem med packade jordar skulle quinoa kunna odlas. Quinoans djupa rotsystem skulle kunna ha en luckrande effekt i matjord och alv och därmed kunna öka jordens bördighet.

Ett annat intressant användningsområde för quinoa är att den skulle kunna användas som fångstgröda för nematoder. Rötterna hos quinoa har visat sig kunna angripas

av potatiscystnematoden (*Globodera pallida*), men är en icke-värdväxt för denna art samt andra arter inom släktet *Globodera*. Vissa varianter (linjer) av quinoa fungerar som fångstgrödor för denna art där en kraftig kläckning av ägg sker, men utan någon ökning av antalet nematoder. Tvärtom har antalet nematoder visat sig minska i jorden då denna art inte kan föröka sig på quinoa (Bhargava & Srivastava, 2013). Antalet överlevande nematoder i marken mäts genom att bestämma kvoten mellan den initiala nematodpopulationstätheten (P_i) samt den slutliga nematodpopulationstätheten (P_f). Vissa linjer av quinoa som endast är icke-värdväxter har ett P_f/P_i -värde på 1,0 vilket indikerar att ingen minskning eller ökning av antalet nematoder skett. Andra linjer av quinoa som även fungerar som fångstgrödor har ett P_f/P_i -värde på 0,18, 0,23 och 0,27 vilket innebär att antalet nematoder har minskat kraftigt i marken som en följd av kraftig utkläckning men utan någon ökning av populationen (Ciancio & Mukerji, 2007).

3.6 Odling idag i Sverige

I dagsläget (år 2018) odlas quinoافرö enbart i Skåne där fyra gårdar bedriver kommersiell odling. Odlingen sker på uppdrag åt Nordisk Råvara, ett företag som grundades år 2016, och som säljer quinoan till bl.a. restauranger och butiker (Nordisk Råvara, 2018). Odling har tidigare även skett i Östergötland så sent som år 2017 med lyckat resultat (SVT, 2017).

Quinoa som odlas i Sverige är enbart ekologiskt odlad. Den ekologiska odlingen är att föredra då få eller inga kemiska preparat finns att tillgå, samt att quinoan generellt klarar sig bra om nödvändiga förebyggande åtgärder mot ogräs och sjukdomar utförs. Den ekologiska odlingen kan även vara ett klokt val ekonomiskt.

Då odlingen av quinoa kan ske med vanliga konventionella maskiner och odlingsredskap, innebär detta att inga eller få extrakostnader i form av maskin och redskapsinköp tillkommer.

4. Slutsatser

4.1 Framtida odling i Sverige

Framtiden för quinoaodling ser ljus ut då efterfrågan på quinoafrö är hög, vilket i sin tur gjort att priserna ökat. Det främsta hindret för quinoaodling i Sverige är inte på vilken jordtyp grödan odlas då det är en tolerant gröda som klarar olika odlingsförhållanden vad gäller pH, vatten- och näringstillgång m m. Den största begränsningen för odlingen är istället vegetationsperiodens längd dvs. växstsäsongen då quinoan har en lång tillväxtperiod. I Sverige bör quinoa kunna odlas i större skala upp till åtminstone Mälardalen. Odling av quinoafrö i Norrland är osäkert p.g.a. av en kortare växstsäsong, vilket i kombination quinoans långa tillväxtperiod medför risker för utebliven skörd. Eventuellt kan detta problem överkommas genom förädling av ännu tidigare sorter. Ett annat alternativ för quinoaodling i Norrland är produktion av djurfoder dvs. där hela plantor exempelvis ensileras.

För att utvärdera var quinoan kan lämpa sig bäst som odlad gröda bör fler demonstrationsodlingar sättas upp på olika platser runtom i Sverige. Detta har bl. a. utförts tidigare av Hushållningssällskapet år 2011 (Hushållningssällskapet, 2013). Demonstrationsodlingarna kan vara viktiga för att närmare studera t ex. vilka ogräs, sjukdomar och skadegörare som i framtiden skulle kunna orsaka problem för odlingen. Man bör även undersöka vilka givror av fosfor och kalium som är optimala, då detta inte är helt klarlagt i nuläget.

Vidare behövs även studier och utveckling av anordningar för saponinborttagning från frön göras då detta är en mycket viktig del i efterskördearbetet. Denna sker för närvarande på gårdsnivå i Sverige, men bör vid en ökad odlingsareal kunna ske industriellt i större skala.

Något som även behöver undersökas närmre är vilka fler potentiella försäljningskanaler som är möjliga. Exempelvis skulle Lantmännen och Svenska Foder kunna vara möjliga uppköpare av quinoafrö.

Användningsområdena som föreslagits i denna rapport är intressanta då det visar på att grödan kan utnyttjas på flera olika sätt. Det område som idag är aktuellt är främst fröodling för humankonsumtion, då det är inom detta område som efterfrågan är högst i dagsläget. De andra användningsområdena är möjliga på sikt och kan vara intressanta i den framtida odlingen av quinoa.

4.2 Slutord

Utifrån denna rapport har en hel del fördelar samt utmaningar listats med quinoaodling i Sverige. Det finns en potential att kunna öka odlingen då de biologiska hindren för svenskodlad quinoa blir allt mindre. Detta tack vare nya sorter som tillkommit och som är anpassade för odling i Norden. Användningsområdena för quinoa är dessutom flera dvs. fröodling för humankonsumtion, oljefröodling, djurfoderproduktion, framställning av biologiska bekämpningsmedel och användning som markförbättrande gröda. De största svårigheterna med odlingen är sådd, ogräsbekämpning samt arbetet efter skörd med saponinborttagning från frön. Med god kunskap, teknik och intresse kan hinder överkommas och quinoa kan med tiden bli en viktig gröda i den svenska och nordiska växtodlingen.

Referenslista

- Bazile, D., Baudron, F. (2015). The dynamics of the global expansion of quinoa growing in view of its high biodiversity. I: Bazile, D., Bertero, D., Nieto, C. (red.), State of the art report on quinoa around the world in 2013. Rom: FAO & CIRAD, ss. 45-46.
- Bazile, D., Jacobsen, S.-E., Verniau, A., (2016). The Global Expansion of Quinoa: Trends and Limits. *Frontiers in Plant Science*, vol. 7, ss. 1-5. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00622>
- Bertero, H.D. (2015). Environmental control of development. I: Bazile, D., Bertero, D., Nieto, C. (red.), State of the art report on quinoa around the world in 2013. Rom: FAO & CIRAD, ss. 120, 125-128.
- Bhargava, Atul, Srivastava, S. (2013). Quinoa: botany, production and uses. Wallingford, Oxfordshire, Storbritannien och Boston, MA, USA: CABI. Tillgänglig: <https://www.cab-direct.org/cabdirect/FullTextPDF/2013/20133324486.pdf> [2018-08-26]
- Bilalis, D.J., Travlos, I.S., Karkanis, A., Gournaki, M., Katsenios, G., Hela, D., Kakabouki, I. (2013). Evaluation of the allelopathic potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Romanian Agricultural Research*, vol. 30, ss. 359–364. Tillgänglig: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/FullTextPDF/2013/20133410550.pdf> [2018-06-05]
- Biondi, S., Ruiz, K., Martinez, E., Zurita-Silva, A., Orsini, F., Antognoni, F., Dinelli, G., Marotti, I., Gianquinto, G., Maldonado, S., Burrieza, H., Bazile, D., Adolf, V.I., Jacobsen, S.-E. (2015). Tolerance to saline conditions. I: Bazile, D., Bertero, D., Nieto, C. (red.), State of the art report on quinoa around the world in 2013. Rom: FAO & CIRAD, s. 153.
- Blanco Callisaya, J. A. (2015). Fodder and Animal Feed. I: Bazile, D., Bertero, D., Nieto, C. (red.), State of the art report on quinoa around the world in 2013. Rom: FAO & CIRAD, ss. 251, 256, 264-265.
- Bonifacio, A., Gomez-Pando, L., Rojas, W. (2015). Quinoa breeding and modern variety development. I: Bazile, D., Bertero, D., Nieto, C. (red.), State of the art report on quinoa around the world in 2013. Rom: FAO & CIRAD, ss. 175, 177.

- Chen, G., Weil, R.R. (2010). Penetration of cover crop roots through compacted soils. *Plant Soil*, vol. 331 (1-2), s. 32. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-009-0223-7>
- Ciancio, A., Mukerji, K.G. (Eds.) (2007). *Integrated Management and Biocontrol of Vegetable and Grain Crops Nematodes, Integrated Management of Plant Pests and Diseases*. Dordrecht, Nederländerna: Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6063-2>
- Ekbohm, B. (2012). Faktablad om växtskydd, Jordbruk, Betbladlus/Bönbladlus. [Faktablad]. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. Tillgänglig: https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/ekol/faktablad/faktablad-vaxtskydd/faktablad_vaxtskydd_131_webb.pdf [2018-05-27].
- El-Sadek, A., Balah, M., Romani, A., Francesca Ieri, F., Vignolini, P., Salem, E., Moselhy, N., Virtuosi, I. (2017). ALLELOPATHIC POTENTIAL OF QUINOA (CHENOPODIUM QUINOA WILLD.) GENOTYPES ON THE GERMINATION AND INITIAL DEVELOPMENT OF SOME WEEDS AND CROPS. *Egyptian Journal of Desert Research*, vol. 67 (1), ss. 25–45. DOI: <https://doi.org/10.21608/ejdr.2017.5843>
- Ferguson, A.W. (1994). Pests and plant injury on lupins in the south of England. *Crop Protection*, vol. 13 (3), ss. 201, 207, 208. DOI: [https://doi.org/10.1016/0261-2194\(94\)90079-5](https://doi.org/10.1016/0261-2194(94)90079-5)
- Filho, A.M.M., Pirozi, M.R., Borges, J.T.D.S., Sant'Ana, H.M.P., Chaves, J.B.P., Coimbra, J.S.D.R. (2017). Quinoa: Nutritional, functional, and antinutritional aspects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 57 (8), ss. 1619–1624. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.1001811>
- Gandarillas, A., Saravia, R., Plata, G., Quispe, R., Ortiz-Romero, R. (2015). Principle quinoa pests and diseases. I: Bazile, D., Bertero, D., Nieto, C. (red.), *State of the art report on quinoa around the world in 2013*. Rom: FAO & CIRAD, ss. 205-207, 210, 212.
- Gertsson, C.A., Hellqvist, S., Pettersson, M.L. (1990). Faktablad om växtskydd, Trädgård, Stinkflyn. [Faktablad]. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. Tillgänglig: http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/faktablad_tradgard/FVT019/FVT019.HTM [2018-05-26]
- Gómez-Pando, L., Mujica, A., Chura, E., Canahua, A., Perezd, A., Tejada, T., Villantoy, A., Pocco, M., Gonzales, V., Marca, S., Ccoñas, W. (2015). Peru. I: Bazile, D., Bertero, D., Nieto, C. (red.), *State of the art report on quinoa around the world in 2013*. Rom: FAO & CIRAD, s. 386.
- Håkansson, T., Manduric, S., Svensson, B. (2015). Skadegörare i jordgubbsodlingar. [Broshyr]. Jönköping: Jordbruksverket. Tillgänglig: <https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/be27.html> [2018-05-27]
- Haros, C.M., Schoenlechner, R. (2017). *Pseudocereals: Chemistry and Technology*. Chichester, West Sussex, Storbritannien: John Wiley & Sons. Tillgänglig:

- <https://books.google.se/books?id=vhOgDQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=sv#v=one-page&q&f=false> [2018-03-05]
- Haros, C.M., Schoenlechner, R. (2016). *Pseudocereals: Chemistry and Technology*. Chichester, West Sussex, Storbritannien: John Wiley & Sons. Tillgänglig: <https://books.google.se/books?id=TFnEDQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=sv#v=one-page&q&f=false> [2018-03-05]
- Hushållningssällskapet (2013). *Alternativa livsmedelsgrödor*. [Broschyr]. Uppsala: Hushållningssällskapet. Tillgänglig: <http://hushallningssallsskapet.se/wp-content/uploads/2014/09/alternativa-livsmedelsgrödor-for-hemsidan.pdf> [2018-08-22]
- Jacobsen, S.-E. (2017). The scope for adaptation of quinoa in Northern Latitudes of Europe. *Journal of Agronomy and Crop Science*, vol. 203 (6), ss. 603–613. DOI: <https://doi.org/10.1111/jac.12228>
- Jacobsen, S.-E., Christiansen, J.L. (2016). Some Agronomic Strategies for Organic Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, vol. 202 (6), ss. 454–463. DOI: <https://doi.org/10.1111/jac.12174>
- Jacobsen, S.-E. (2015). Adaptation and scope for quinoa in northern latitudes of Europe. I: Bazile, D., Bertero, D., Nieto, C. (red.), *State of the art report on quinoa around the world in 2013*. Rom: FAO & CIRAD, ss. 440-443.
- Jacobsen, S.-E., Christiansen, J.L., Rasmussen, J. (2010). Weed Harrowing and Inter-Row Hoeing in Organic Grown Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.). *Outlook on Agriculture*, vol. 39 (3), ss. 223–227. DOI: <https://doi.org/10.5367/oa.2010.0001>
- Kakabouki, I., Karkanis, A., Travlos, I.S., Hela, D., Papastylianou, P., Wu, H., Chachalis, D., Sestras, R., Bilalis, D. (2015). Weed flora and seed yield in quinoa crop (*Chenopodium quinoa* Willd.) as affected by tillage systems and fertilization practices. *International Journal of Pest Management*, vol. 61 (3), ss. 228–234. DOI: <https://doi.org/10.1080/09670874.2015.1042413>
- Karolinska Institutet (2015). *Genetiska varianter bakom hjärtkärlsjukdom*. Tillgänglig: <https://ki.se/forskning/genetiska-varianter-bakom-hjartkarlsjukdom> [2018-07-23]
- Lancashire, P.D., Bleiholder, H., Boom, T. Van Den, Langelüddeke, P., Stauss, R., Weber, E., Witzenberger, A. (1991). Uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Annals of Applied Biology*, vol. 119 (3), ss. 561-601. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1991.tb04895.x>
- Mori, B.A., Dutcheshen, C., Wist, T.J. (2017). *Scrobipalpa atriplicella* (Lepidoptera: Gelechiidae), an invasive insect attacking quinoa (Amaranthaceae) in North America. *The Canadian Entomologist*, vol. 149 (4), ss. 534–539. DOI: <https://doi.org/10.4039/tce.2017.19>
- Nordisk Råvara (2018). *Vit quinoa*. Tillgänglig: <https://www.nordiskravara.se/produkter-blog/vit-quinoa> [2018-08-24]

- Noulas, C. Karyotis, T., Iliadis, C. (2015). Greece. I: Bazile, D., Bertero, D., Nieto, C. (red.), State of the art report on quinoa around the world in 2013. Rom: FAO & CIRAD, s. 506.
- Petersson, J. (2011). Quinoa rena gullet för Bolivias bönder. *Dagens Nyheter*, 1 maj.
- Piva, G., Brasse, C., Mehinagic, E. (2015). Quinoa d'Anjou: The beginning of a French quinoa sector. I: Bazile, D., Bertero, D., Nieto, C. (red.), State of the art report on quinoa around the world in 2013. Rom: FAO & CIRAD, s. 450.
- Quiroga, C., Escalera, R., Aroni, G., Bonifacio, A., González, J.A., Villca, M., Saravia, R., Ruiz, A. (2015). Traditional processes and Technological Innovations in Quinoa Harvesting, Processing and Industrialization. I: Bazile, D., Bertero, D., Nieto, C. (red.), State of the art report on quinoa around the world in 2013. Rom: FAO & CIRAD, ss. 234, 236, 245.
- Rasmussen, C., Lagnaoui, A., Esbjerg, P. (2003). Advances in the Knowledge of Quinoa Pests. *Food Reviews International*, vol. 19 (1-2), ss. 61–75. DOI: <https://doi.org/10.1081/FRI-120018868>
- Razzaghi, F., Plauborg, F., Jacobsen, S.-E., Jensen, C.R., Neumann Andersen, M. (2012). Effect of nitrogen and water availability of three soil types on yield, radiation use efficiency and evapotranspiration in field-grown quinoa. *Agricultural Water Management*, vol. 109, ss. 20-29. Tillgänglig: https://ac.els-cdn.com/S0378377412000479/1-s2.0-S0378377412000479-main.pdf?_tid=ba9a75d2-161d-4ca5-9a63-70a7a4dd851e&acdnat=1535305681_d67061fb012e0da65e597b4c2a97b66a [2018-07-23]
- Roberto Spehar, C., Evangelista da Silva Rocha, J., Quadros Ribeiro Junior, W., Lorena de Barros Santos, R., Luis Ramirez Ascheri, J., Fernandes de Jesus Souza, F. (2015). Advances and Challenges for Quinoa Production and Utilization in Brazil. I: Bazile, D., Bertero, D., Nieto, C. (red.), State of the art report on quinoa around the world in 2013. Rom: FAO & CIRAD, s. 565.
- Rojas, W., Pinto, M., Alanoca, C., Gómez Pando, L., Leónlobo, P., Alercia, A., Diulgheroff, S., Padulosi, S., Bazile, D. (2015). Quinoa genetic resources and ex situ conservation. I: Bazile, D., Bertero, D., Nieto, C. (red.), State of the art report on quinoa around the world in 2013. Rom: FAO & CIRAD, ss. 64-66, 71.
- Sigsgaard, L., Jacobsen, S.E., Christiansen, J.L. (2008). Quinoa, *Chenopodium quinoa*, provides a new host for native herbivores in northern Europe: Case studies of the moth, *Scrobipalpa atriplicella*, and the tortoise beetle, *Cassida nebulosa*. *Journal of Insect Science*, vol. 8 (1), ss. 1-4. DOI: <https://doi.org/10.1673/031.008.5001>
- Small, E. (2013). 42. Quinoa – is the United Nations' featured crop of 2013 bad for biodiversity? *Biodiversity*, vol. 14 (3), ss. 169–179. DOI: <https://doi.org/10.1080/14888386.2013.835551>

- Sosa-Zuniga, V., Brito, V., Fuentes, F., Steinfort, U. (2017). Phenological growth stages of quinoa (*Chenopodium quinoa*) based on the BBCH scale. *Annals of Applied Biology*, vol. 171 (1), ss. 117–124. DOI: <https://doi.org/10.1111/aab.12358>
- Stureson, B., Leuchovius, T. (1996). Utvecklingsskalor och EPPO koder. [Broschyr]. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet. Tillgänglig: <http://www.ffe.slu.se/Sve/FD/BBCH.pdf> [2018-07-23]
- SVT (2017). Sveriges största quinoaodling – så gick det. Tillgänglig: <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/ost/quinoa> [2018-08-24]
- Troisi, J., Di Fiore, R., Pulvento, C., D'Andria, R., Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Martinez, E., Lavini, A. (2015). Saponins. I: Bazile, D., Bertero, D., Nieto, C. (red.), *State of the art report on quinoa around the world in 2013*. Rom: FAO & CIRAD, s. 270.
- Valcárcel-Yamani, B., Lannes, S.C. da S. (2012). Applications of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and amaranth (*Amaranthus* spp.) and their influence in the nutritional value of cereal based foods. *Food and Public Health*, vol. 2 (6), ss. 265–275. Tillgänglig: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/FullTextPDF/2013/20133180980.pdf> [2018-07-23]
- Villa, G., Yamile Gallego Villa, D., Russo, L., Kerbab, K., Landi, M., Rastrelli, L. (2014). Chemical and nutritional characterization of *Chenopodium pallidicaule* (cañihua) and *Chenopodium quinoa* (quinoa) seeds. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, vol. 26 (7), ss. 609–615. Tillgänglig: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/FullTextPDF/2014/20143226761.pdf> [2018-07-23]
- Zadoks, J. C., Chang, T. T., Konzak, C. F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, vol. 14 (6), ss. 415-421. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1974.tb01084.x>

Bilaga 1

Utvecklingsskala quinoa (BBCH)

Huvudstadium 0: Groning

- 00 Torrt frö
- 01 Initiering av fröimbibering (frö sväller)
- 03 Fröimbibering avslutad
- 05 Framväxt av rotämne från frö
- 07 Framväxt av hypokotyl
- 08 Hypokotyl med hjärtblad (kotyledoner) växer mot jordytan
- 09 Uppkomst av hjärtblad från jord

Huvudstadium 1: Bladutveckling

- 10 Hjärtblad fullt utvecklade
- 11 Första paret blad synliga
- 12 Andra paret blad synliga
- 13 Tredje paret blad synliga
- 14 Fjärde paret blad synliga
- 15 Femte paret blad synliga
- 16 Sjätte paret blad synliga
- 17 Sjunde paret blad synliga
- 18 Åttonde paret blad synliga
- 19 Nionde paret blad synliga

Huvudstadium 2: Sidokottsbildning

- 20 Synliga sidoknoppar eller expanderade blad utan sidogrenar
- 21 Ett sidokott synligt
- 22 Två sidokott synliga
- 23 Tre sidokott synliga
- 24 Fyra sidokott synliga
- 25 Fem sidokott synliga
- 26 Sex sidokott synliga
- 27 Sju sidokott synliga
- 28 Åtta sidokott synliga
- 29 Nio sidokott synliga

Huvudstadium 3: Stam/stjälktillväxt (utelämnad från skalan)

Huvudstadium 4: Utveckling av skördemogna vegetativa delar (utelämnad från skalan)

Huvudstadium 5: Framträdande av blomställning

50 Blomställning utvecklad men innesluten av blad

51 Omslutande blad runt blomställning separerade, blomställning synlig ovanifrån

59 Blomställning synlig men alla blommor slutna

Huvudstadium 6: Blomning

60 Blomning initieras: Första blommorna med utskjutna ståndare

67 Början på blomningens terminering: Första blommorna med vissnade ståndare

69 Blomning avslutad: Alla blommor med vissnade ståndare

Huvudstadium 7: Frötveckling

70 Fröbildning: Fruktämne tjocknar och första synliga fröna på huvudstjälken

Huvudstadium 8: Frömognad

81 Mjölkaktigt frö med flytande innehåll och grön perikarp (fruktvägg). Frön krossas enkelt med nagel

85 Tjockt frö med vitt degigt innehåll samt med röd, grön, svart eller beige perikarp. Frön krossas enkelt med nagel

89 Moget frö med torrt innehåll samt med röd, svart eller beige perikarp. Frön svårkrossade med nagel. Frön kan skördas

Huvudstadium 9: Nedvissning

91 Endast basala (nedersta) bladen är uttorkade

93 Blad på den nedre halvan av plantan, med början från basen, är döda

95 Alla blad döda, stjälkens färg skiftar från gul till brun

97 Plantor döda och uttorkade

99 Skördad produkt