



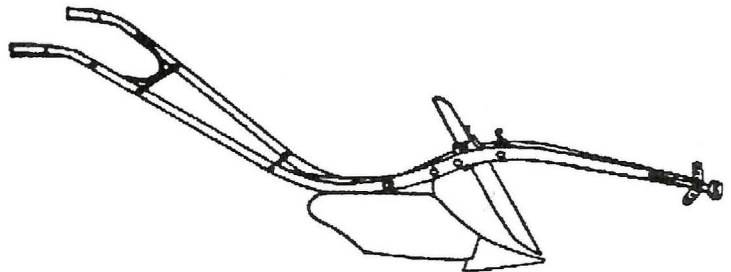
Institutionen för
Markvetenskap
Uppsala

MEDDELANDEN FRÅN JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

Swedish University of Agricultural Sciences,
S-750 07 Uppsala.

Department of Soil Sciences,

Bulletins from the Division of Soil Management



Nr 26

1999

John Löfkvist

**SÅBÄDDENS BETYDELSE FÖR
SOCKERBETANS UPPKOMST OCH
TILLVÄXT**

*The importance of the seed bed for the
emergence and growth of the sugar beet*

ISSN 1102-6995

ISRN SLU-JB-M--26--SE

Innehållsförteckning

Inledning	1
Bakgrund	2
Litteraturgenomgång	3
Vilka faktorer orsakar variationerna i skörd.....	3
Från sådd till uppkomst.....	3
Material och metoder	7
Gårdsbeskrivningar.....	7
Fält 1 och 2.....	8
Fält 3 och 4.....	9
Fält 5 och 6.....	10
Fält 7 och 8.....	11
Fält 9 och 10.....	12
Fält 11 och 12.....	13
Fält 13 och 14.....	14
Såbäddsundersökningar.....	15
Uppkomst och etablering.....	15
Beståndsutveckling.....	15
Rotskörd.....	16
Hjärtbladsmätningar.....	16
Resultat	16
Såbäddsundersökningar.....	16
Uppkomst och etablering.....	18
Beståndsutveckling.....	18
Rotskörd.....	19
Hjärtbladsmätningar.....	20
Diskussion	20
Slutsatser	23
Referenser	25
Tabellappendix	29
Figurappendix	33

Inledning

Diskussionen kring skördenivåer och skördevariationer i den svenska betodlingen har pågått sedan hösten 1996 då Hummel-Gumaelius (1996) visade att sockerskördensökningen i den svenska betodlingen är något lägre i förhållande till ett flertal andra sockerproducerande länder i Europa. Det påpekades också att variationen mellan olika odlares sockerskördar var avsevärd. Med ovanstående som grund påbörjades utformningen av projektet 4T-Tillväxt till tio ton under vintern 1996/97. Projektet drivs av Sveriges Lantbruksuniversitet i samarbete med Danisco Sugar AB (DSAB) och Sveriges Betodlares Centralförening och har det långsiktiga målet att höja sockerskördens per hektar med bibehållna kostnader i odlingen.

För att erhålla klarare bild av skördevariationerna utförde DSAB under 1997 en kartläggning som grundade sig på en indelning av det sockerbetsodlande området i 34 mindre områden, benämnda trakter. Trakterna var begränsade så att skillnader i klimat och jordart ej skulle utgöra någon betydande faktor för skördevariationerna inom dessa. Resultatet visade att skillnaden i sockerskörd mellan den trakt med högst respektive lägst sockerskörd var mindre än 30 procent, vilket med hänsyn till de stora skillnaderna i klimat och jordart inom det sockerbetsodlande området får betraktas som mycket måttligt. Skillnaderna mellan de enskilda odlarnas sockerskördar inom de olika trakterna visade sig dock vara stor. I de flesta fall presterade den övre tiondelen av odlarna en medelskörd runt 30 procent högre än medeltalet i trakten medan den lägre tiondelen hade en medelskörd som var kring 30 procent lägre än traktens som helhet. (Blomquist, 1998)

Resultatet av kartläggningen tyder på att utrymme för en ökning av sockerskördens finns då det inte verkar vara i de för människan svårligen påverkbara faktorerna, såsom klimat och jordart, som anledningen till skördevariationerna står att finna. Denna insikt resulterade i en studie där enskilda odlares betfält jämförs parvis. I varje par finns en gård med en högre medelskörd än medeltalet i trakten och en med en medelskörd lägre eller i nivå med traktens medeltal. De i paren ingående gårdarna är också utvalda så att inga uppenbara skillnader, till exempel i klimat, jordart eller skötsel, som lätt kan förklara skillnaderna i skörd, föreligger. Med denna jämförelse vill man identifiera orsakerna till skördevariationerna för att kunna angripa problemet på ett verkningsfullt sätt.

1997 ingick fyra gårdspår i undersökningen. Dessa undersöktes noggrant med avseende på markbiologi, markfysik och markkemi. Den markfysikaliska undersökningen utfördes i form av ett examensarbete på SLU (Wildt-Persson, 1998).

Inför -98 utökades parstudien med ytterligare ett examensarbete (Såbäddens betydelse för sockerbetans tillväxt och uppkomst) förutom den markfysikaliska studien som fortsätter med en ny student. Dessutom har sex nya gårdar lagts till undersökningen som därmed omfattar sju gårdspår.

Bakgrund

Bakgrunden till undersökningarna, som detta examensarbete bygger på, är den intervjuessa Jens Blomqvist på DSAB genomförde i november –97, då han besökte ett antal försökstationer och institut i fyra sockerbetsodlande grannländer. Syftet med resan var att samla kunskap samt att få synpunkter på uppläggningsen av projektet 4T.

De länder och institut som besöktes var: Danmark (Dansk Jordbrugsforskning, Foulum; Dansk Jordbrugsforskning, Bygholm). Storbritannien (Silsoe Institute, Silsoe; Institute of Arable Crops Research, Broom's Barn; British Sugar, Holmewood Hall). Tyskland (Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Munchenberg). Frankrike (ITB, Institut Technique Betteraves, Paris; INRA, Institut de la Recherche Agronomique, Laon).

Representanterna för INRA i Laon (Jerome Guerif, Martine Guerif, Guy Richard, Caroline Durr) påpekade att den största orsaken till en kraftigt ökande skörd i Frankrike var att man tidigare lagt sådden så pass mycket och på så vis utnyttjade säsongen och tillväxtpotentialen bättre. Caroline Durr visade diagram där man såg att inte bara skörden utan också plantantalet ökat rejält sedan 50-talet. Hon tror inte att 80-90 tusen plantor per hektar räcker för att utnyttja instrålningen om man sår tidigt.

Martine Guerif arbetar med fjärranalys samt med länkningen av sådana data till den holländska sucrosmodellen (Spitters et al., 1989). Det viktigaste för skörden enligt den modellen är den bladyta, LAI, som beståndet har i tidiga faser. Den ges av fyra parametrar; antalet plantor som kommer upp, bladytan vid uppkomsten, den relativa tillväxthastigheten samt tiden mellan sådd och uppkomst. LAI ökar enligt en exponentiell formel med dessa fyra faktorer. Mest begränsande är, enligt MG, tiden för uppkomst. Grunden i detta resonemang var att sockerbetan börjar omfördela sina kolhydrater från bladutveckling till rotutveckling vid en viss tidpunkt, bestämd av temperatursumman, oavsett sitt vegetativa utvecklingsstadium. Plantor med för liten bladyta vid tidpunkten för detta omslag har då följaktligen ingen möjlighet att komma ifatt enligt denna modell.

Enligt Michel Cariolle på ITB i Paris är orsakerna till skördevariationerna i Frankrike förutom den mänskliga faktorn; uppkomsttidens längd, vattentillgången, sjukdomar i jorden.

Keith Jaggard på IACR Broom's Barn berättade om en undersökning där flygfoton visade hur gårdarna med hög skörd hade helt jämna bestånd medan de med låg skörd hade fläckar med dåliga betor överallt, trots att planträkningar visade 90-95 tusen plantor per hektar.

Betydelsen av etableringen och den tidiga tillväxten är med ledning av ovanstående stor och kan bidra till skördevariationerna. Med det nya examensarbetet försöker vi fånga skillnader i etablering och tillväxt mellan de i undersökningen ingående gårdsparen och koppla dessa skillnader till eventuella skillnader i såbädd och bearbetningsbotten. Odlingsåtgärderna dokumenteras och eventuellt kan också skillnader i såbäddarna härledas till dessa.

Litteraturgenomgång

Vilka faktorer orsakar variationerna i skörd

En stor del av de relativa skillnaderna i tillväxt, som kan observeras i slutet av juni, etableras redan i mycket tidiga tillväxtsfaser, före 4-bladsstadiet (Bouffin et al., 1992). Parametrar såsom tiden från sådd till uppkomst slutligt plantantal, bladyta vid uppkomst och initial tillväxthastighet har i såväl försöks- som simuleringsresultat visat sig vara ansvariga för en stor del av variationerna i slutlig skörd (Scott and Jaggard, 1993). När örtbladen börjar fungera hålls den relativa tillväxthastigheten inom beståndet relativt konstant oavsett plantstorlek, fram tills dess inomståndskonkurrensen börjar göra sig gällande vid 10-bladsstadiet (Bouffin et al., 1992). Jaggard (1979) visade att det, med ett plantavstånd på 15 till 20 cm, krävs åtminstone 70% uppkomst om inte skördepotentialen skall minska på grund av luckigheten i beståndet.

Skilda förhållanden vid sådd verkar således påverka tillväxten, fram till dess att beståndet sluter sig, via den initiala plantstorleken och inte via dess påföljande relativa tillväxthastighet. Durr et al. (1992) visade i sina undersökningar att förseningar av uppkomsten i regel ger bestånd med en hög andel små groddplantor. Dessa tendenser påpekades också av Durrant et al. (1988), som fann en stor variation i de enskilda plantvikterna, som var nära korrelerad till uppkomstdatum. Detta kan vara beroende av variabiliteten i frömaterial, miljöeffekter relaterade till såbäddens egenskaper eller en direkt påföljd av den försenade uppkomsten på groddplantans tillväxt. Mekaniska hinder har visat sig ge mindre groddplantor trots att uppkomstförseningen var densamma som för referensexemplaret (Durr et al., 1992). Denna effekt kan vara en fysiologisk konsekvens av mekanisk stress.

Durrant et al. (1988) undersökte under åren 1978 till 1981 orsakerna till plantbortfall i en studie på Broom's Barn. De hade, efter en analys av etableringen i 254 experiment från 1970 till 1977, sett att målet med 70% etablering endast uppnåddes i 19% av fallen. Men då plantorna endast räknats en gång, vid 6-bladsstadiet, gick inte orsaken till bortfallet att förklara. Med anledning av detta sattes den nya undersökningen igång. Trots skiftande väderleksförhållanden uppnåddes 70% etablering i sju fall av åtta. I det resterande fallet uppnåddes 75% uppkomst varefter 31% dödades, huvudsakligen av fåglar. I medeltal misslyckades såmaskinen med att placera ut fröet på 2,8% av de tänkta platserna, döda frön såddes på 6%, groddplantorna dog efter sådd men före uppkomst på 12,4% och efter uppkomst dog 6,5%. Nästan varje grobart frö grodde så småningom.

Variationerna i skörd kan alltså härledas till mycket tidiga utvecklingsstadier. Perioden mellan sådd och uppkomst har pekats ut som en för sockerbetan mycket känslig tid. För att läsaren lättare skall kunna följa diskussionen kring orsakerna till beståndsutvecklingens förlopp under den tidiga tillväxten sammanställer jag här information ur olika författares artiklar och avhandlingar.

Från sådd till uppkomst

I frånvaro av problem med växtsjukdomar och skadedjur antas i regel fyra fysiska faktorer ge upphov till de skillnader i uppkomst som kan observeras i fält. Dessa är: marktemperaturen, vattenpotentialen, luftväxlingen samt det mekaniska motståndet. Såbäddsberedningens teknik och utförande kan påverka dessa faktorer för givna klimat- och markförutsättningar.

Samspelet är dock komplext och förändringar i dessa grundförutsättningar kan påverka åtgärdernas effekter på de nämnda fysiska faktorerna. Gummerson (1989) drar dock den slutsatsen från sitt försök att effekterna av väderleken vida överskrider effekterna av såbäddsberedningen, och att odlarens största möjlighet till påverkan därmed ligger i beslutet av såtidpunkt.

Temperaturen: Av de fyra faktorer som påverkar uppkomsten är det endast temperaturen som alltid begränsar, under normala fältförhållanden. Laboratorierexperiment har visat på ett linjärt samband mellan groningenshastigheten och temperaturen, inom temperaturintervallet 2,8 till 20 grader Celsius (Gummerson, 1986). Han påpekar också att han funnit liknande samband för hypokotylens tillväxt (Gummerson, 1989). Detta styrks av resultatet från undersökningarna av Yonts et al. (1979), där man såg att uppkomsthastigheten, men inte det slutliga plantantalet, påverkas av temperaturen. Det uppvisade också en signifikant ökning av värmebehovet när vattenförrådet i marken, och därmed markvattenpotentialen, sjönk. Kaufman och Ross (1970) erhöll ett motsatt resultat i sitt gröningsförsök med sallad, där låg vattenpotential hade en mindre skadlig verkan vid 15 grader Celsius än vid 25 grader.

Den autotrofa tillväxten styrs huvudsakligen av temperaturen och den infallande strålningen, när tillgången av vatten och mineraler inte begränsar. Den infallande strålningen är under våren vanligtvis hög i förhållande till temperaturen, varför temperaturen har visat sig vara en stark reglerande faktor under den tidiga autotrofa tillväxten (Bouffin et al., 1992). För intervallet 5 till 20 grader Celsius existerar linjära förhållanden mellan nettoassimileringen respektive bladexpansionen och temperaturen (Fick et al., 1975; Milford et al., 1985). Bouffin et al. (1992) fann en stark korrelation mellan den relativa tillväxthastigheten och temperaturen. Marktemperaturen (2,5 cm djup) visade sig ge den bästa korrelationen. Detta kan till viss del kanske förklaras av att tillväxten delvis kontrolleras av rottemperaturen (Brouwer et al., 1973; Mac Adams and Hayes, 1981).

Vattenpotential: Fröets förmåga att absorbera vatten ur såbädden är som regel mycket stor, vilket tas upp av till exempel Mayer och Pojakoff-Mayer (1963). Om fröet skulle ha lagrats vid en relativ fuktighet på 50% skulle detta resultera i en vattenpotential på -930 atm, studier har visat att fröna når ett maximalt vatteninnehåll redan efter 24 h vid en markvattenpotential på -10 eller -15 atm (Aura, 1975). Detta rör sig dock om den initiala vätningen, med rent fysikaliska drivkrafter. Därefter följer ett fortsatt upptag av vatten av det groende fröet och senare av den växande groddplantan, där plantans metabolism kommer in som en för vattenupptaget drivande faktor.

Aura (1975) har i sina undersökningar visat på ett linjärt samband mellan vattenpotential och uppkomst. Uppkomsten minskade linjärt med vattenpotentialer under -4 atm och avtog helt vid -13 atm. För den monogermna sorten Monohill visade Aura (1975) på en drastiskt avtagande uppkomst redan vid -10 atm, som han anser vara en lämplig kritisk punkt för uppkomst under fältförhållanden. Han visar också på resultat som tyder på att groningen skulle vara mindre känslig för låga vattenpotentialer än hypokotylens tillväxt. Detta tas upp även av Durrant et al. (1988) som menar att dålig groning sällan är orsaken till en dålig etablering.

Aura (1975) tror inte att en dålig markkontakt skulle hindra groningen om vattenförrådet i marken var tillräckligt stort, han menar att ett upptag av vatten i form av vattenånga då skulle vara tillräckligt för att säkerställa groningen. Däremot, skriver han, visade experimentet att upptagets hastighet minskades och uppkomsten därmed skulle försenas. Effektiviteten i

kärnornas vattenupptag har visat sig öka då dessa sväller, varvid en ökad kontaktyta mellan kärna och markpartiklar följer. Collis-George och Melville (1969) fann att vetekärnor som, utan närvaro av jord, placerades 1 cm ovanför en vattenyta grodde på 60 h. Kuiper (1970) drog slutsatsen att det inte får vara ett större avstånd än 1 cm mellan sockerbetsfröet och den fuktiga såbotten. Liknande uppgifter ges av Dasberg (1971), som i ett laboratorieförsök inte kunde påvisa vattenupptagning av ett frö från ett större avstånd än 1 cm.

Sperlingsson (1981) kom fram till att 5 till 6 % växttillgängligt vatten var ett minimum för att säkerställa en acceptabel etablering i en idealiskt utformad såbädd, medan 8 till 10 % gav den säkraste uppkomsten under mindre ideala förhållanden. När mängden växttillgängligt vatten överskred 15 till 20 % vid såtillfället minskade etableringen. Dessa uppgifter på lämpliga vattenhaltsintervall stämmer väl överens med vad som anges av Henriksson och Håkansson (1993).

Givet dessa krav på vattentillgänglighet, som sockerbetan ställer på sin omgivning, har vi möjlighet att värdera olika utformningar av såbäddar med hänsyn till vattenförsörjningen. Normalt anses en fröplacering på en fuktig harvbotten, överlagrat med ett evaporationsskyddande jordlager, tillfredsställa dessa behov. Det evaporationsskyddande lagret bör ha en aggregatstorleksfördelning mellan ungefär 0,5 till 5,0 mm och vara omkring 4 cm tjockt för att klara dessa krav. De ideala värdena för dessa parametrar varierar lite beroende på vem man frågar, men liknade svar ges av Heinonen (1985), Sperlingsson (1981), Henriksson och Håkansson (1993). Gardner och Fireman (1958) visade dock att evaporationsskyddet förstärks endast obetydligt hos ett lager av små aggregat då detta blir tjockare än 3 cm.

Undersökningar, utförda under huvudsakligen torra förhållanden, har lett till observationen av ett linjärt samband mellan slutlig uppkomst och andelen småaggregat i såbädden (Owers & Clare, 1975). Sperlingsson (1981) fann i sina undersökningar att mängden växttillgängligt vatten i frönas omedelbara närhet var den enskilt viktigaste faktorn för plantetableringen.

Bevatning eller små regnskurar kort efter sådd har i regel inneburit bekymmer. Förutom problemen med skorpbildning, som tas upp senare, kan frön lockas att gro i en alltför torr miljö, där de hinner dö innan rötterna hinner nå till fuktig jord. I försök med groning och uppkomst definieras dessa frön lätt felaktigt som icke grodda, då groddarna torkar ut och skrumpnar tillbaka in i fröet (Durrant et al., 1988) eller snabbt omsätts av mikrobiell aktivitet (Hegarty & Royle, 1978).

Luftväxling: Syrebrist är inget vanligt problem i sockerbetsodlingen och uppträder normalt endast då vattenpotentialen är mycket nära noll (Aura, 1975) eller då hög packningsgrad lett till en luftfylld porvolym på mindre än 10 % (Richard and Guerif, 1988). Syrebristen har dock i undersökningar visat sig vara mer skadligt än det överskott av koldioxid som ofta följer hand i hand med syrebristen (Dasberg et al., 1966). Sockerbetsfröet är relativt ogenomträngligt för gaser och vatten och för att kunna gro måste först syre passera in i fröet genom en basalt placerad por. Detta underlättas om inte vattenhalten är alltför hög eller om poren stoppats igen av jord. Händer detta hindras 10 till 20% av fröna att gro (Richard and Guerif, 1988).

Gasernas rörelser in respektive ut ur fröet i såbädden sker huvudsakligen genom diffusion, där koncentrationsskillnaderna är drivkraften. Gaser diffunderar lättare i luftfyllda porer än vattenfyllda. Diffusionskoefficienten för syre är vid 20 grader Celsius i luft $0,21 \text{ cm}^2/\text{s}$ och i vatten $2,33 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$, för koldioxid är motsvarande värden 0,16 respektive $1,60 \times 10^{-5}$

cm²/s (Lax, 1967; Weast, 1969). Lättheten, med vilken gaser kan diffundera genom marken, beror inte endast av storleken på den luftfyllda porvolymen utan också på formen och kontinuiteten hos dessa (Currie, 1961; Backer and Hidding, 1970). Passagen in i fröet går först genom pellet-skalet vilket, har det visat sig, effektivt kan hindra syretillförseln vid vattenhalter nära mättnad (Aura, 1975). Det är därför av stor vikt att det täckande materialet har en porositet som bibehålls luftfylld även vid vattenhalter över fältkapacitet, eller att det då spricker loss från fröet. Själva fröskalet har en hydrofil yta som täcks av en vattenhinna vars tjocklek ökar med ökande vattenpotential, men detta är inget hinder för groningen så länge som syretillförseln fram till fröet inte hindras av den omkringliggande marken. Under våta förhållanden då syrebristen gör sig gällande kan groningshämmande substanser, i låga koncentrationer, som inte normalt hindrar groning, hindra groningen genom att minska respirationen (Chetram and Heydecker, 1967).

Diffusionen av gaser i marken var i Auras (1975) undersökningar nästan försumbar när den luftfyllda porvolymen understeg 10%. Hans studie visade på en stark korrelation mellan diffusionskoefficienten och den luftfyllda porvolymen. Men i praktiken minskade inte syrebristen uppkomsten, förutsatt att marken saknade skorpa. Inte ens då är det vanligt att det är syrebristen som är orsaken till den minskade uppkomsten, istället är det oftast det mekaniska motståndet för groddplantan som blir den avgörande faktorn.

Resultaten av Richards och Guerifs undersökningar (1988) visade att kompaktionsnivå, vattenpotential, inneslutning av marken samt markrespiration tillsammans påverkar syreförhållandena i såbädden och därmed kan påverka sockerbetans groning, vilket också framgår av Auras (1975) undersökningar. Richard och Guerif (1988) såg i sina undersökningar inget entydigt förhållande mellan diffusionskoefficienterna och den luftfyllda porositeten. Vilket bland annat kan hänga samman med att olika jordar, beroende på deras sammansättning och historia, till exempel kornstorleksfördelning och packningsgrad, skiljer sig i porernas slingrighet och kontinuitet.

Risken för syrebrist minskar med ett minskat sådjup samtidigt som riskerna för vattenbrist ökar. För att kunna utnyttja så stor del av det instrålade ljuset vill man gärna så så tidigt som möjligt, detta får dock inte leda till att man påbörjar bearbetningen innan jorden reder sig ordentligt. Såbillens spets kan till exempel, under förhållanden med alltför fuktig harvbotten, smeta till den fåra fröet placeras i så att dräneringen försämras i fröets omedelbara närhet och syrebrist uppstår (Swain, 1983).

Mekaniskt motstånd: Mekaniskt motstånd i såbädden är som redan nämnts ovan en faktor som relativt ofta ställer till med bekymmer för uppkomsten. Undersökningarna av Hegarty och Royle (1978) visade på en klar negativ korrelation mellan uppkomst och penetrationsmotstånd, lutningen -0,60 och r-värdet 0,93. I alla fall sågs dock också ett begränsat intervall där skillnaderna i penetrationsmotstånd föga påverkade uppkomsten. För de tre första såtillfällena förklarade penetrationsmotståndet ensamt över 80% av variationen i uppkomst.

Det mekaniska motståndet yttrar sig inte alltid som en hård skorpa som helt hindrar uppkomsten. Istället verkar det mekaniska motståndet ofta diskret, genom att förlänga uppkomstperioden, utan att påverka det slutliga plantantalet. Hegarty och Royle (1978) pekar på markpackning, skorpbildning och igenslamningen av porer som möjliga mekaniska hinder för uppkomsten. Det kan också vara stenar eller jordklumpar som hindrar groddplantans väg och tvingar den att gå runt objektet. Heinonen (1965) påpekade dock att orsaken till en sämre

uppkomst i grova såbäddar än i fina såbäddar under praktiska förhållanden, i de flesta fall, orsakades av den grövre såbäddens snabbare upptorkning. Teoretiska studier har också antydit att låga vattenpotentialer i såbäddar rejält försvagar groddplantans förmåga att klara mekaniskt motstånd (Aura, 1975).

Effekten av skorpbildning motverkas, tvärtemot vad som ofta sägs, bäst av en fin såbädd. En grov såbädd tillåter en högre genomströmning av luft och torkar därmed upp snabbare. Under starkt skorpbildande förhållanden klarar groddplantorna inte att penetrera den färdiga skorpan, tiden för bildandet av en skorpa har då större betydelse för uppkomsten än dess slutliga styrka (Gummerson, 1989). I och med denna observation inser man också betydelsen av sådjupe. En grund sådd ger, under förutsättning att tillräckligt med vatten finns, en snabbare uppkomst, vilket minskar risken för groddplantan att fångas under en skorpa (Håkansson och von Polgar, 1979).

Små nederbörds mängder direkt efter sådd kan ge upphov till en ogynnsam skorpbildning. Sperlingsson (1981) fann att en 24-timmars torrperiod direkt efter sådd minskade skorpbildningen och bidrog till en bättre etablering. Han anade en stabiliserande effekt på aggregaten av denna behandling. Ytterligare information om sambandet mellan klimatets markytans form och såbäddens struktur, och därmed uppkomsten, ges av Loman (1986). I övrigt gäller inom sockerbetsodlingen att tillsättning av kalk och organiskt material till matjorden, likväl som i annan odling, stabiliserar aggregaten och minskar risken för skorpbildning (Henriksson och Håkansson, 1993).

Såbädden sammanfattat: Etableringen av sockerbetorna gynnas av en hög temperatur, god tillgång på vatten och syre samt en lättpenetrerad såbädd. Detta erhålles av en såbädd på vars fasta och fuktiga botten fröet placeras, överlagrat av ett cirka 3 cm tjockt lager med små aggregat.

Material och metoder

Parjämförelsen omfattade ifjol 8 fält men har till i år utökats till 14 fält. Fälten med ojämnt nummer är plusgårdar medan de jämna är medelgårdar. Efter sådd markerades tre försöksytor, om vardera 20 x 20 meter, ut per fält. I dessa försöksytor markerades också två skörderutor ut, två rader breda och 10 meter långa.

Gårdsbeskrivningar

Här redovisas endast den information som jag anser vara av störst betydelse för denna undersökning. En mer ingående beskrivning av gårdarna i denna parjämförelse finns att tillgå i examensarbetet "Markfysikaliska undersökningar på sockerbetsodlande gårdar" av Urban Svantesson (1999). Resultaten av markkarteringen i matjorden samt nederbörden redovisas i tabell 1 respektive 2 i tabellappendix. Temperaturen i harvbotten redovisas i figur 8 i figurappendix.

Fält 1

Odlaren heter Bertil Siwersson och fältet är beläget i närheten av St. Uppåkra kyrka.

Odlingssäsongen 1997 odlades höstvetete, av sorten Hussar, på fältet. Det gav en skörd på 90 dt/ha. Nedan följer en beskrivning av odlingsåtgärderna efter 1997 års skörd;

Halmhantering: Halmen skars med låg stubb och hackades.

Stubbearbetning: Utfördes en gång den 19:e augusti, två gånger vid två tillfällen under september. En Wibergs-kultivator användes, bearbetningsdjupet var 10 cm.

Plöjning: Den 6:e till 14:e oktober till 25 centimeters djup.

Hösthavning: En gång den 21:a till 22:a oktober.

Såbäddsberedning: Harvade tre gånger med en burens 49-pinnars Väderstadsharv med en arbetsbredd på 5 meter. Den 19:e april harvades det tvärs mot raderna, 20:e april längs raderna samt den 20:e också diagonalt mot raderna. Den första gången var harvdjupet 5 cm, de efterföljande gångerna höjdes harven successivt.

Sådden: Sådden utfördes den 21:a april. Utsädesmängden var 116500 frön per hektar, vilka såddes med ett radavstånd på 48 cm. Sorten var Loke, betad med Montur. Såmaskinen var av märket Monozentra och sådde 18 rader per sådrag.

Fält 2

Odlaren heter Lars-Åke Bengtsson och fältet är beläget vid St. Uppåkra kyrka.

Odlingssäsongen 1997 odlades höstvetete, av sorten Ritmo, på fältet. Det gav en skörd på 85 till 90 dt/ha. Nedan följer en beskrivning av odlingsåtgärderna efter 1997 års skörd;

Halmhantering: Halmen hackades.

Stubbearbetning: Utfördes en gång efter tröskningen, sedan ytterligare en gång i september. Kultivatoren var en Kongskilde Vibroflex. Bearbetningsdjupet var vid det första tillfället 10 till 15 cm och vid det andra tillfället 15 till 20 cm.

Plöjning: Den 20:e oktober.

Hösthavning: Tre gånger, under tiden från slutet av oktober till början november.

Såbäddsberedning: Först myllades gödningen ned med en Väderstads Rapid i en överfart i sårriktningen. Därefter, den 25:e april, harvades fältet på skrå i sårriktningen, bearbetningsdjupet var 3 cm. Harven var en bogserad Väderstad NZF med en arbetsbredd på 5 m, en långfingerharv samt en ribbvält utgjorde efterredskap.

Sådden: Sådden utfördes den 26:e april, med en hastighet av 3,5 till 4 km/h. Utsädesmängden var 106000 frön per hektar, vilka såddes med ett radavstånd på 48 cm. Sorten var Loke, betad med Montur. Såmaskinen var av märket Monozentra och sådde 6 rader per sådrag.

Fält 3

Odlaren heter Christian Wraghe och fältet är beläget mellan Lomma och Lund.

Odlingssäsongen 1997 odlades höstvetete på fältet. Nedan följer en beskrivning av odlingsåtgärderna efter 1997 års skörd;

Halmhantering: Halmen hackades.

Stubbearbetning: Bearbetades ej, endast Round Up användes.

Plöjning: Den 4:e december.

Hösthävning: Utfördes ej hösten -97.

Såbäddsberedning: Harvade två gånger med en Kongskilde Germinator. Fältet harvades den 22:a samt den 23:e april, båda gångerna snett mot sårriktningen i plöjningsriktningen. Den första gången mer snett mot sårriktningen än den andra, som nästan utfördes i sårriktningen. Bearbetningsdjupet ställdes så att det vid första överfarten gav ett 5 cm tjockt lager av lös jord, till den andra överfarten sänktes harvsektionerna något.

Sådden: Sådden utfördes den 23:e april, med en hastighet av 4 till 5 km/h. Utsädesmängden var 112500 frön per hektar, vilka såddes med ett radavstånd på 48 cm. Sorten var Loke betad med Montur. Såmaskinen var av märket Monopill (Jan Andersson Maskinstation) och sådde 18 rader per sådrag.

Fält 4

Fältet odlas av Stig Andersson (Trollebergs gods) och är beläget mellan Lomma och Lund.

Odlingssäsongen 1997 odlades höstvetete, av sorten Kosack, på fältet. Det gav en skörd på 65 dt/ha. Nedan följer en beskrivning av odlingsåtgärderna efter 1997 års skörd;

Halmhantering: Halmen hackades.

Stubbearbetning: Utfördes en gång direkt efter tröskning med Kvernelands tallriksredskap, till ett djup av 7 cm. Sedan en gång i september med Wibergs kultivator ”Grubber Super G”, till ett djup av 15 cm. Därefter ytterligare en överfart med tallriksredskapet, även denna gång till 7 cm djup.

Plöjning: Den 15:e oktober.

Hösthävning: Utfördes ej.

Såbäddsberedning: Harvade två gånger med en Wiberg Europe Turbo med en arbetsbredd på 8,4 m. Den första bearbetningen utfördes den 27:e april till ett djup av 4 till 5 cm, den andra den 28:e april till ett djup av 3 till 4 cm. Båda hävningarna kördes på skrå i sårriktningen.

Sådden: Sådden utfördes den 30:e april. Utsädesmängden var 116500 frön per hektar, vilka såddes med ett radavstånd på 48 cm. Sorten var Loke, betad med Montur. Såmaskinen var av märket Monozentra (A-G Hansson Maskinstation) och sådde 18 rader per sådrag.

Fält 5

Odlaren heter Bengt-Åke Bengtsson och fältet finns i Stävie.

Odlingssäsongen 1997 odlades höstvetete, av sorten Kosack, på fältet. Det gav en skörd på 86 dt/ha. Nedan följer en beskrivning av odlingsåtgärderna efter 1997 års skörd;

Halmhantering: Halmen avlägsnades.

Stubbearbetning: Utfördes två gånger under september månad. Kultivatoren var en Vibroflex från Kongskilde.

Plöjning: Utfördes i mitten av oktober. En egentillverkad lätt tiltpackare användes.

Höstharvning: Ingen höstharvning utfördes. Det slutade de med för 5 år sedan.

Såbäddsberedning: Fältet harvades två gånger, till ett djup av 5 till 7 cm, med en Vibromaster den 19:e april samt en gång den 20:e april, till ett djup av 3 till 4 cm, med en hundrapinne-harv. Vibromastern var utrustad med 96 harvpinnar med en pindelning på 5,5 cm, arbetsbredden var på 6 m. Hundrapinne-harven hade en arbetsbredd på 5,6 m och följdes av en vält samt en ogräsharv.

Sådden: Sådden utfördes den 21:a april, med en hastighet av 4 till 5 km/h. Utsädesmängden var 114500 frön per hektar, vilka såddes med ett radavstånd på 48 cm. Sorten var Loke, betad med Montur. Såmaskinen som var av märket Palm har modifierats, den sådde 9 rader per sådrag.

Fält 6

Odlaren heter Claes Jönsson och fältet finns i Stävie.

Odlingssäsongen 1997 odlades hybridråg, av sorten Esprit, på fältet. Det gav en skörd på 77 dt/ha. Nedan följer en beskrivning av odlingsåtgärderna efter 1997 års skörd;

Halmhantering: Halmen skars med låg stubb och hackades.

Stubbearbetning: Direkt efter tröskning bearbetades stubben med en Lilla Harrie kultivator. Därefter följde en bearbetning med ett tallriksredskap och en vält.

Plöjning: Utfördes den 20:e till 25:e september. Fältet återpackades med en Kongskilde tiltpackare, med 80 cm ringdiameter.

Höstharvning: Utfördes ej.

Såbäddsberedning: Fältet harvades två gånger den 21:a april med en Väderstad Concorde med en arbetsbredd på 6 m. Första överfarten var bearbetningsdjupet 5 cm, den andra överfarten myllades gödning och bearbetningsdjupet var 3 till 4 cm. Båda överfarterna var på diagonalen, den andra korsade den första. Vid den andra harvningen följdes harven av en Crosskillvält.

Sådden: Sådden utfördes den 22:a april, med en hastighet av 5,2 km/h. Utsädesmängden var 114500 frön per hektar, vilka såddes med ett radavstånd på 48 cm. Sorten var Loke betad med Marshal. Såmaskinen var av märket Monozentra och sådde 18 rader per sådrag.

Fält 7

Odlaren heter Håkan Olsson och fältet finns i Svalöv.

Odlingssäsongen 1997 odlades vårkorn, av sorten Kinnan, på fältet, då höstvetet utvintrat. Det gav en skörd på 70 dt/ha. Nedan följer en beskrivning av odlingsåtgärderna efter 1997 års skörd;

Halmhantering: Halmen bortfördes.

Stubbearbetning: Utfördes ej. Round Up behandling gavs istället sent på hösten.

Plöjning: Utfördes den 15:e till 20:e november.

Höstharvning: En vecka efter plöjningen harvades fältet med en Tume-harv.

Såbäddsberedning: Sammanlagt tre överfarter med harv. Den första utfördes den 20:e april med ett litet bearbetningsdjup, marken skalades endast av ytligt för att förbättra upptorkningen. Den andra och tredje överfarten utfördes samtidigt, den 21:a april, genom att harvdragen överlappade varandra till hälften. Bearbetningsdjupet vid överfart 2/3 var ungefär 3 cm, vid denna överfart hakades en slättharv på bakom Tume-harven.

Sådden: Sådden utfördes den 22:a april, med en hastighet av 3 km/h. Utsädesmängden var 104000 frön per hektar, vilka såddes med ett radavstånd på 48 cm. Sorten var Loke, betad med Montur. Såmaskinen var av märket Monodrill och sådde 9 rader per sådrag. Den 23:e april vältades fältet med en 5-meters Cambridge-vält.

Fält 8

Odlaren heter Göran Persson och fältet finns i Svalöv.

Odlingssäsongen 1997 odlades höstvetete, av sorten Hussar, på fältet. Det gav en skörd på endast 40 dt/ha, då fältet drabbats av utvintringsskador. Nedan följer en beskrivning av odlingsåtgärderna efter 1997 års skörd;

Halmhantering: Halmen bortfördes.

Stubbearbetning: Utfördes ej. Fältet behandlades istället med Round Up, 4 l/ha.

Plöjning: Utfördes den 15:e oktober. Fältet återpackades med en Kongskilde tiltpackare, med 90 cm ringdiameter.

Höstharvning: Utfördes ej.

Såbäddsberedning: Fältet harvades tre gånger den 23:e till 24:e april. Harven var en Väderstad NZF utrustad med "Agrilla Super"-pinnar med en pinndelning på 8 cm, arbetsbredden är 6,6 m. Bearbetningsdjupet var 2,5 till 3 cm, samma inställning användes vid alla överfarter. Den första överfarten gjordes i 90 grader mot plöjriktningen, den andra respektive den tredje överfarten utfördes på skrå i varsin riktning mot plöjriktningen.

Sådden: Sådden utfördes den 26:e april, med en hastighet av 5 till 6 km/h. Utsädesmängden var 114500 frön per hektar, vilka såddes med ett radavstånd på 48 cm. Sorten var Hanna, betad med Montur. Såmaskinen var av märket Monopill och såddes 18 rader per sådrag.

Fält 9

Odlaren heter Göran Andersson och fältet ligger öster om Vellinge.

Odlingssäsongen 1997 odlades höstvetete, av sorten Urban, på fältet. Det gav en skörd på 85 dt/ha. Nedan följer en beskrivning av odlingsåtgärderna efter 1997 års skörd;

Halmhantering: Halmen hackades.

Stubbearbetning: En överfart med Kongskilde Vibroflex utfördes direkt efter tröskning. Därefter en överfart med en Dynadrive två till tre veckor senare. Bearbetningsdjupet var vid den första överfarten 12 cm och 10 till 12 cm vid den andra överfarten.

Plöjning: Utfördes den 20:e oktober.

Höstharvning: Utfördes ej.

Såbäddsberedning: Fältet harvades en gång, den 21 april, med ett bearbetningsdjup på 2 cm. Harven var en Väderstad NZ, med en arbetsbredd på 5,8 m. Harvningen utfördes på skrå mot sårriktningen. Den 23:e myllades gödning med en Tive Kombijet 3304, med en arbetsbredd på 4 m, varefter fältet vältades med en 6,5-meters Rollex.

Sådden: Sådden utfördes den 23:e april, med en hastighet av 4,5 km/h. Utsädesmängden var 106500 frön per hektar, vilka såddes med ett radavstånd på 47 cm. Sorten var Loke betad med Montur. Såmaskinen var en Unicorn 1 som sådde 10 rader per sådrag.

Fält 10

Odlaren heter Per-Gunnar Borg och fältet ligger öster om Vellinge.

Odlingssäsongen 1997 odlades höstvetete, av sorten Bandit, på fältet. Det gav en skörd på 75 dt/ha. Nedan följer en beskrivning av odlingsåtgärderna efter 1997 års skörd;

Halmhantering: Halmen hackades. Stubben behandlades sedan med Round Up, 4 l/ha.

Stubbearbetning: I mitten av oktober bröts stubben med en Kongskilde Vibroflex. Bearbetningsdjupet är 15 till 20 cm.

Plöjning: Utfördes den 25:e oktober. Fältet återpackades med en Packomat tiltpackare.

Höstharvning: Utfördes ej.

Såbäddsberedning: Fältet harvades 2 gånger, den 20:e respektive den 23:e april, förutom försöksyta 1 som harvades ytterligare en gång den 23:e. Harven var en Väderstad utrustad med hydraulisk sladdplanka, med en arbetsbredd på 5,8 m. Bearbetningsdjupet var inställt på 3 till 4 cm. Första överfarten kördes längs plöjriktningen, vilket sammanfaller med sårriktningen. Andra överfarten gjordes på skrå mot den tidigare harvriktningen, den sista överfarten, över yta 1, kördes 90 grader mot sårriktningen.

Sådden: Sådden utfördes den 24:e april, med en hastighet av 3 till 4 km/h. Utsädesmängden var 106500 frön per hektar, vilka såddes med ett radavstånd på 47 cm. Sorten var Loke betad med Marshal. Såmaskinen var en Unicorn 1 som sådde 10 rader per sådrag.

Fält 11

Odlaren heter Sven Bramstorp och fältet finns i L Isie.

Odlingssäsongen 1997 odlades höstvetete, av sorten Mjölner, på fältet. Det gav en skörd på 92 dt/ha. Nedan följer en beskrivning av odlingsåtgärderna efter 1997 års skörd;

Halmhantering: Halmen hackades.

Stubbearbetning: Först utfördes en överfart med en hundrapinne-harv, för att jämna halmen. Därefter två överfarter med ett tallriksredskap i september månad, till ett bearbetningsdjup av 10 cm.

Plöjning: Utfördes den 30:e oktober.

Höstharvning: Utfördes ej, förutom slutfårer och vändtegar som bearbetades med en Kongskilde kultivator.

Såbäddsberedning: Två överfarter, den 20:e respektive den 22:a april. Första överfarten användes en sladd efter vilken en hundrapinne-harv kopplats, arbetsbredden var 7 m. Andra överfarten en 5-meters Kongskilde Germinator utrustad med extra spårlockrare. Den första överfarten, snett mot tiltorna, bearbetades jorden till ett djup av 1 till 2 cm, den andra överfarten, längs med plöjriktningen, var bearbetningsdjupet 4 cm.

Sådden: Sådden utfördes den 22:a april, med en hastighet av 4 till 5 km/h. Utsädesmängden var 106000 frön per hektar, vilka såddes med ett radavstånd på 48 cm. Sorten var Loke betad med Montur. Såmaskinen var en Monozentra 3 som sådde 12 rader per sådrag.

Fält 12

Odlaren heter Staffan Olsson och fältet finns i L Isie.

Odlingssäsongen 1997 odlades höstvetete, av sorten Ritmo, på fältet. Det gav en skörd på 98 dt/ha. Nedan följer en beskrivning av odlingsåtgärderna efter 1997 års skörd;

Halmhantering: Halmen hackades.

Stubbearbetning: Utfördes ej.

Plöjning: Utfördes den 3:e november.

Höstharvning: Utfördes ej.

Såbäddsberedning: Fältet harvades två gånger, den 23:e respektive den 24:e april. Harven var en Tume med 5 cm pindelning och en arbetsbredd på 5,6 m, vid det andra harvtillfället lades en 6-meters Dal-Bo Crosskillvält till ekipaget. Bearbetningsdjupet var vid den första överfarten 3 till 4 cm, vid den andra 4 till 5 cm. Den första harvningen kördes 90 grader mot plöjriktningen, den andra längs med.

Sådden: Sådden utfördes den 25:e april, med en hastighet av 4 till 4,5 km/h. Utsädesmängden var 100000 frön per hektar, vilka såddes med ett radavstånd på 48 cm. Sorten var Loke betad med Montur. Såmaskinen var en Tume 80, med flexgödning, den sådde 10 rader per sådrag.

Fält 13

Odlaren heter Göran Andersson och fältet finns i Brönnestad.

Odlingssäsongen 1997 odlades höstvetete, av sorten Konsul, på fältet. Det gav en skörd på 80 dt/ha. Nedan följer en beskrivning av odlingsåtgärderna efter 1997 års skörd;

Halmhantering: Halmen hackades.

Stubbearbetning: Först utfördes en överfart med Rögle-Robust kultivator. Därefter en överfart med en Dynadrive två till tre veckor senare. Bearbetningsdjupet var vid den första överfarten 12 cm och 10 till 12 cm vid den andra överfarten.

Plöjning: Utfördes den 29:e oktober.

Hösthävning: Utfördes ej.

Såbäddsberedning: Den 23:e april myllades gödning med en Tive Kombijet 3304, med en arbetsbredd på 4 m. Fältet vältades sedan den 25:e april med en 6,5-meters Rollex.

Sådden: Sådden utfördes den 25:e april, med en hastighet av 4,5 km/h. Utsädesmängden var 106500 frön per hektar, vilka såddes med ett radavstånd på 47 cm. Sorten var Hanna betad med Gaucho. Såmaskinen var en Unicorn 1 som sådde 10 rader per sådrag.

Fält 14

Fältet brukas av Jordberga gods och fältet finns i Jordberga.

Odlingssäsongen 1997 odlades höstvetete, av sorten Ritmo, på fältet. Det gav en skörd på 92 dt/ha. Nedan följer en beskrivning av odlingsåtgärderna efter 1997 års skörd;

Halmhantering: Halmen avlägsnades.

Stubbearbetning: Utfördes en gång den 1:a oktober med en Väderstad Cultus. Bearbetningsdjupet var 10 cm.

Plöjning: Utfördes den 10:e oktober.

Hösthävning: Utfördes ej.

Såbäddsberedning: Den 30:e april myllades gödningen med en 8-meters Väderstad Rapid. Fältet harvades sedan en gång den 1:a maj. Harven var en Väderstad NZF med en arbetsbredd på 8 m, följt av en 8-meters Crosskillvält. Bearbetningsdjupet var inställt på 5 till 6 cm.

Sådden: Sådden utfördes den 1:a maj, med en hastighet av 6 till 7 km/h. Utsädesmängden var 120000 frön per hektar, vilka såddes med ett radavstånd på 50 cm. Sorten var Loke betad med Montur. Såmaskinen var av märket Monopill och sådde 16 rader per sådrag.

Såbäddsundersökningar

Tre såbäddsundersökningar, enligt Kritz (1983), per försöksyta gjordes så snart som möjligt efter sådden. Där ingår bestämningar av markytan respektive bearbetningsbottens ojämnheter, såbäddens djup, aggregatstorleksfördelning och vattenhalt, samt temperatur, vattenhalt och skrymdensitet i såbotten.

Uppdelningen av såbädden i skikt, för bestämning av aggregatstorleksfördelning och vattenhalt, gjordes i två lager, istället för tre lager enligt Kritzs rekommendationer. Anledningen till detta var att de grunda såbäddarna, avsedda för sockerbetor, gjorde uppdelning i fler lager alltför besvärlig och inexact. Bestämningen av sådjup, uträknat med ledning av antalet frön funna i varje ur såbädden uttaget lager samt lagrens tjocklek, gjordes ej heller. Detta då antalet frön per meter sårad är så få (5-6) att den metoden ej torde kunna ge tillräcklig statistisk säkerhet hos denna gröda. Istället bestämdes sådjupet genom att plantan efter uppkomst skars av vid markytan, varefter hypokotylen grävdes fram ner till det pellets ur vilket betan kommit och avståndet mättes. Denna procedur upprepades på 20 plantor på varje försöksyta, och utfördes i slutet av maj på alla fält.

Skrymdensiteten i såbotten bestämdes genom uttagning av cylindrar, en per såbäddsundersökning. Cylindrarna hade en innerdiameter på 70 mm och en höjd på 50 mm. Jorden i cylindern användes sedan för bestämning av specifik vikt, så att porositeten i såbotten kunde avgöras.

Uppkomst och etablering

Uppkomst hastigheten mättes genom planräkning i två skördeytor per försöksyta. Planräkningar genomfördes så ofta som möjligt, vilket resulterade i planräkningar varannan till var tredje dag. Efter att marktäckningen började mätas avslutades planräkningen succesivt. En sista räkning utfördes i anslutning till månadsskiftet juni-juli, då det slutliga plantantalet bestämdes.

Beståndsutveckling

Samma skördeytor, där planräkningarna tidigare utförts, fotograferades sedan med jämna mellanrum för att mäta tillväxt via marktäckningen. Fotograferingen skedde en till två gånger i veckan, även här var tiden i kombination med undersökningens omfattning den begränsande faktorn för mätfrekvensen.

Fotograferingen utfördes med en digital kamera som monterades i ett stativ så att den fotograferade betorna med 90 graders vinkel mot markytan, det vill säga rakt ovanifrån. Stativet placerades över skörderutorna och flyttades efter varje foto så att hela skörderutan kunde fotograferas med fem bilder (à 2,0 x 1,5 m). Bildanalysen utfördes med hjälp av ett dataprogram som avgör hur stor andel av de pixel som bygger upp bilden som är gröna (Engqvist, 1996). Denna andel kan jämföras med marktäckningen, eftersom bilderna beskars i analysprogrammet så att endast de delarna av bilden som tillhör skörderutorna ingick i analysen. Denna marktäckning kan, enligt B Andrieu et al. (1997), med god överensstämmelse användas till att uppskatta bladyteindex (LAI) hos sockerbetor upp till 85 % marktäckning. På detta vis kunde den enligt Martine Guerif så viktiga tidiga bladytan

följas. Då sex skördeytor om vardera fem bilder per fält fotograferas, kunde också den av Keith Jaggard nämnda inomfältsvariationen förväntas visa sig i den statistiska behandlingen av resultatet. De nämnda skördeytorna skördades sedan för att relatering till slutskörd också skulle kunna göras.

Rotskörd

Rotskördar har tagits vid två tillfällen under växstsäsongen. Rötterna togs upp för hand, tvättades, nackades och vägdes därefter. Efter det har en slutskörd tagits när tillväxten bedömts vara avslutad. Slutskörden har tagits upp från de skördeytor där planträkningarna och registreringen av marktäckningen utförts.

Hjärtbladsmätningar

Hjärtbladsmätningarna på plantorna har gjorts av SLU i Alnarp. Från varje fält plockades 10 hjärtblad från förlängningen av varje skördeytas rader. Sammanlagt skulle då 60 groddplantor plockas från varje fält. Proverna från fälten togs ut i så nära anslutning som möjligt till det datum då proverna togs på respektive pargård.

Hjärtbladen lades ut på ett vitt papper, varefter de tejpades fast med hjälp av en genomskinlig plastfilm. Av detta montage togs sedan fotostatkopior, på detta vis avbildades bladen såsom svarta på ett vitt papper. Då vissa blad inte blev helt svarta i kopieringsmaskinen kontrollerades och justerades detta manuellt. Kopian videofilmades sedan och bilden analyserades för att ge oss bladens yta.

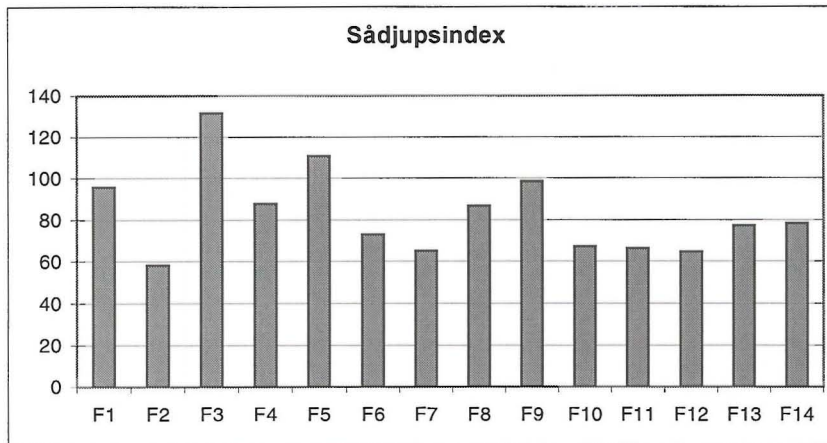
Resultat

Såbäddsundersökningar

Några generella skillnader mellan plus- och medelgårdar, vad gäller ojämnheter på markytan och harvbotten, kunde inte ses. Signifikanta skillnader mellan fälten finns dock mellan några av de i undersökningen ingående paren. Följande fält hade större ojämnheter på markytan än sin pargård: fält 1, $p < 0,01$, fält 6, $p < 0,005$, fält 7, $p < 0,005$. Följande fält hade större ojämnheter på harvbotten än sin pargård; fält 6, $p < 0,10$, fält 1, $p < 0,05$.

Aggregatstorleksfördelningen var förhållandevis lika fälten emellan. Inte heller här kunde några generella skillnader skönjas.

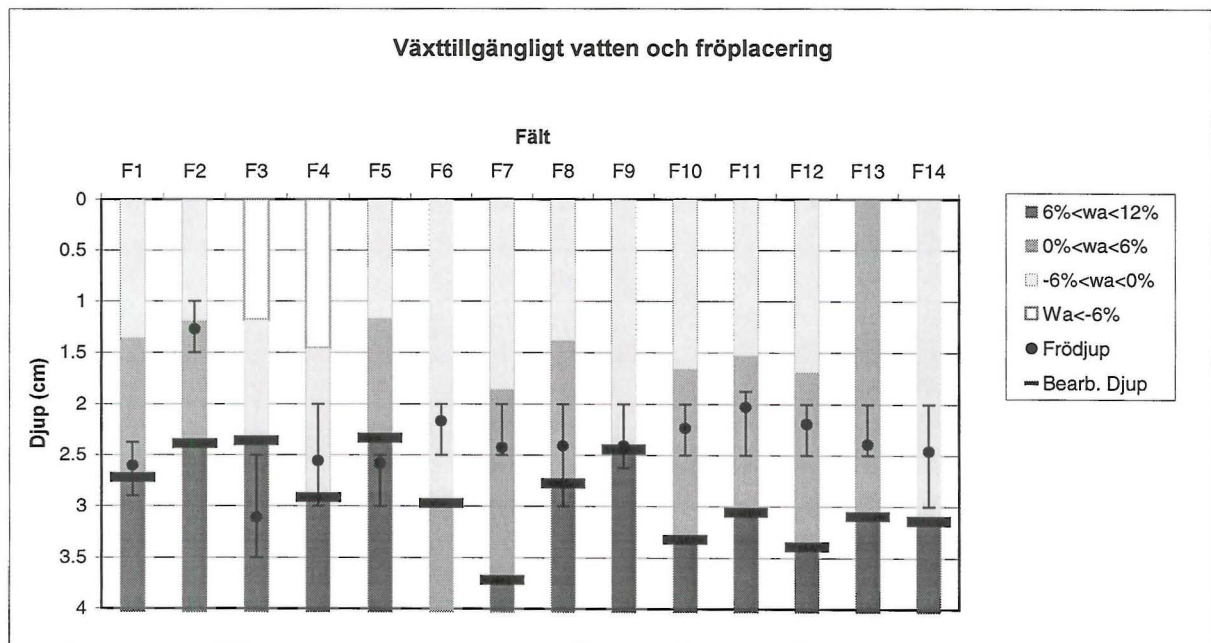
Bearbetningsdjupet tenderade vara lägre hos plusgårdarna, men någon statistisk signifikans för detta gick ej att erhålla. Frötäckningen skiljde sig i fem fall av sju signifikant inom paren. Frötäckningen var i medeltal större hos fem av plusgårdarna. Genom att dividera frötäckning och bearbetningsdjup, enligt Kritz (1983), erhöll jag ett sådjupsindex, se fig. 1. En analys av detta index (ensidigt t-test med parade sampel) gav vid handen att sådjupsindex skiljde sig signifikant mellan gårdarna, sannolikheten var mindre än 0,0025 för att detta inte skulle vara fallet.



Figur 1. Sådjupsindex för fält 1-14. Sådjupsindex är kvoten av frötäckningen och såbäddens djup multiplicerat med 100. Sådjupsindex 100 betyder därmed att fröet placerats direkt på harvbotten, sådjupsindex 80 visar att fröna i medeltal placerats på 80 % av såbäddens djup.

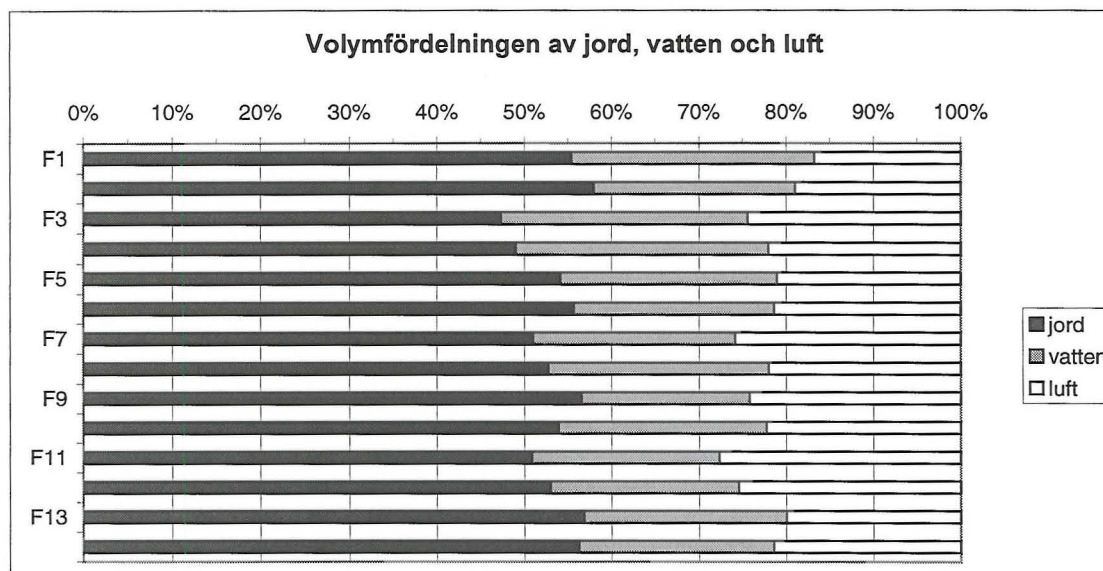
En tendens, som gäller såväl de två ur såbädden tagna lagren som harvbotten, var att det är plusvarianterna som hade högst vattenhalt, se fig. 9 i figurappendix. Vattenhalten i de två såbäddslagren skiljde sig generellt sett inte signifikant mellan plus- respektive medelvarianten i gårdsparen. Vad gäller vattenhalten i harvbotten var dock skillnaderna signifikanta, $p < 0,1$. Det fanns en stark korrelation mellan vattenhalt och uppkomst, $p < 0,025$.

Männen växttillgängligt vatten i fröets omedelbara närhet varierade mellan plus- och medelgårdarna. Fröets djupplacering i förhållande till harvbotten och andelen växttillgängligt visas i fig. 2.



Figur 2. Viktprocenten växttillgängligt vatten i harvbotten samt i två lager ur såbädden som funktion av djupet för respektive fält redovisas i figuren tillsammans med fröplacering och bearbningsdjup. Staplarna på punkten för frödjupet markerar djupet för 1:a respektive 3:e kvartilen.

Skrymdensiteten skiljde sig inte signifikant mellan de enskilda paren i mer än två fall. I de flesta fall visade ändå medelvärdena på en lägre skrymdensitet hos plusgårdarna, se tabell 3 i tabellappendix. Att medelvärdena skiljde sig kunde också visas med en parad jämförelse (Eason et al., 1992), där t-testet gav att $p < 0,1$. Skrymdensiteten visade en positiv korrelation till uppkomsten, $p < 0,025$. Figur 3 nedan visar volymfördelningen av jord, vatten respektive luft i harvbotten och speglar därmed indirekt skrymdensiteten samt porositeten.



Figur 3. Volymfördelningen av jord, vatten och luft i harvbotten för fält 1-14.

Såbäddsdata från de enskilda fälten redovisas i tabellform i tabell 3 i tabellappendix.

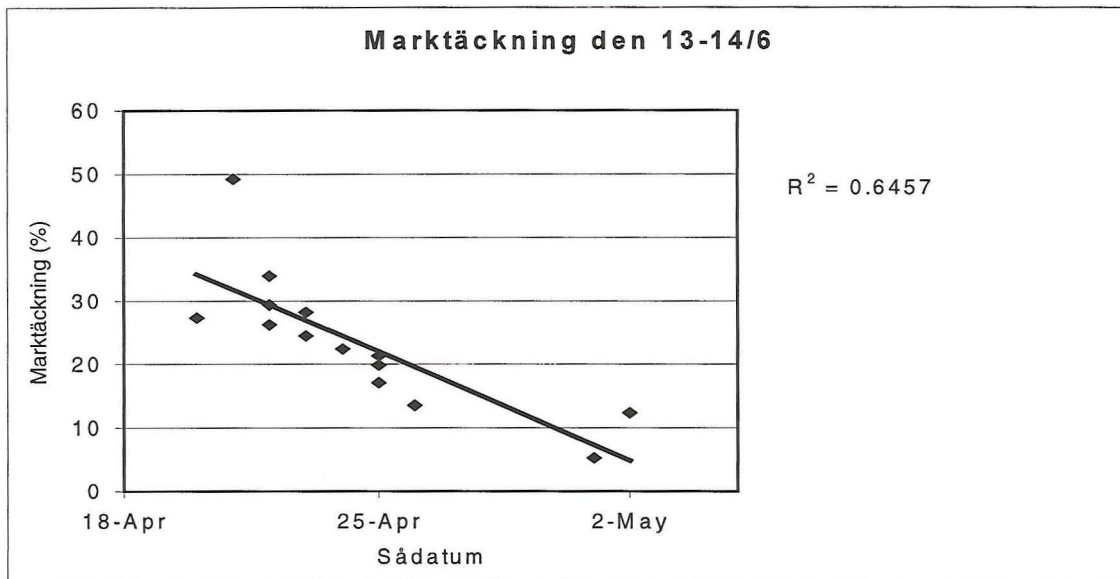
Uppkomst och etablering

Det slutgiltiga plantantalet var i fyra fall av sju störst hos plusgårdarna. I alla paren utfördes sådden tidigare på plusgårdarna. Tiden från sådd till 75 000 plantor per hektar skiljde sig inte mycket fälten emellan, som regel tog det 12 till 15 dagar. Fält 4 nådde dock aldrig upp till det plantantalet medan fält 5 och 6 stördes kraftigt av ett regn strax efter uppkomst, varför resultatet där får betraktas med försiktighet. Uppkomsten redovisas par för par i fig. 10 i figurappendix. För att påvisa en eventuell påverkan av missgynnsam temperatur jämförde jag grafer där uppkomsten ritats mot tid respektive temperatursumma enligt Gummerson (1989). Temperaturen svarade för en av skillnaderna i uppkomsthastighet inom paren. Men de största skillnaderna orsakades av andra faktorer. Uppkomsten redovisas par för par som en funktion av tid från sådd och temperatursumma i fig. 11 respektive 12, i figurappendix.

Beståndsutveckling

Marktäckningen var större och specifika marktäckningar uppnåddes tidigare på plusgårdarna än på tillhörande medelgård, förutom i fallet fält 5 och 6 där skillnaderna var små och F 6 med tiden fick ett litet övertag. Marktäckningen redovisas i form av en serie grafer i fig. 13 i figurappendix.

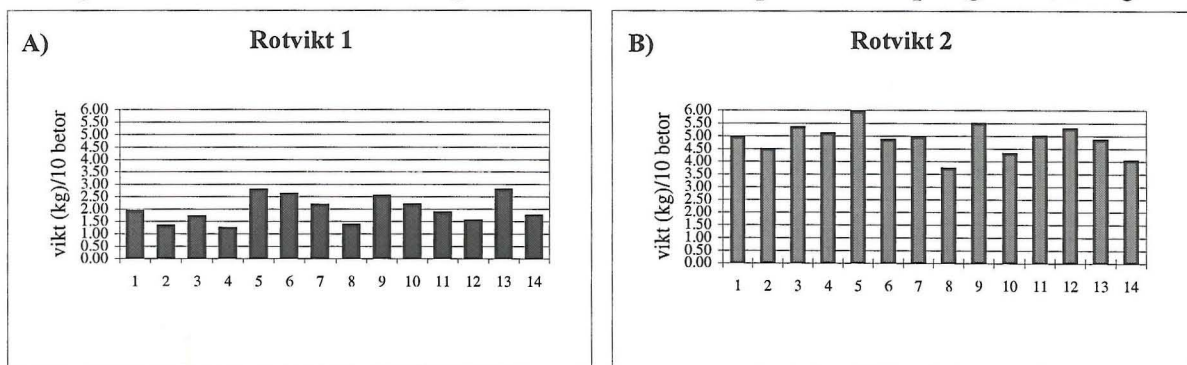
Ritar man marktäckningen för fält 1-14 vid 13-14/6, som en funktion av sådatum för respektive fält, erhålls grafen som visas i fig. 4. Där ser man ett starkt samband mellan sådatum och marktäckning, ett tidigt sådatum manifesteras i en stor marktäckning. Sambandet ger ett R^2 -värde på 0,65 vid en linjär regression.



Figur 4. Marktäckningens beroende av sådatum. Värdena för marktäckningen är de som de olika fälten hade den 13-14/6.

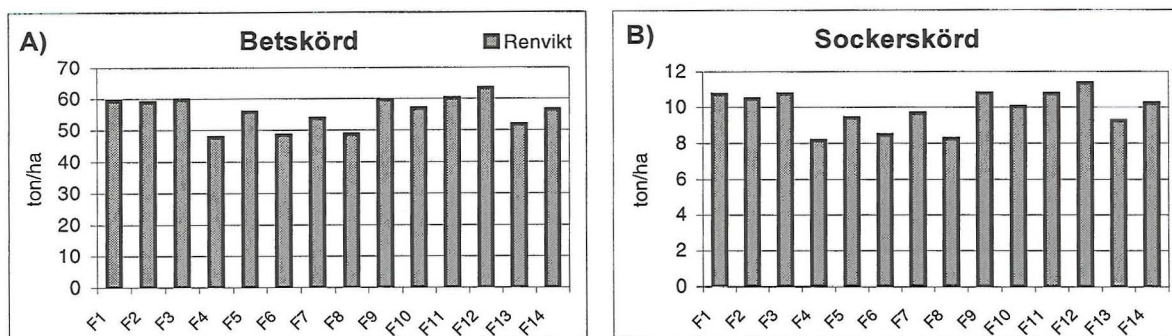
Rotskörd

Vid det första skördetillfället gav alla plusgårdarna högre rotskörd. En viss förändring skedde under tiden fram till det andra skördetillfället då fält 12 gick om fält 11 medan övriga medelgårdar fortfarande hade en lägre skörd än sina korresponderande plusgårdar, se fig. 5.



Figur 5. Den sammanlagda vikten av 10 betor, ett medelvärde, från fält 1-14. A) Skördetillfälle 1. B) skördetillfälle 2.

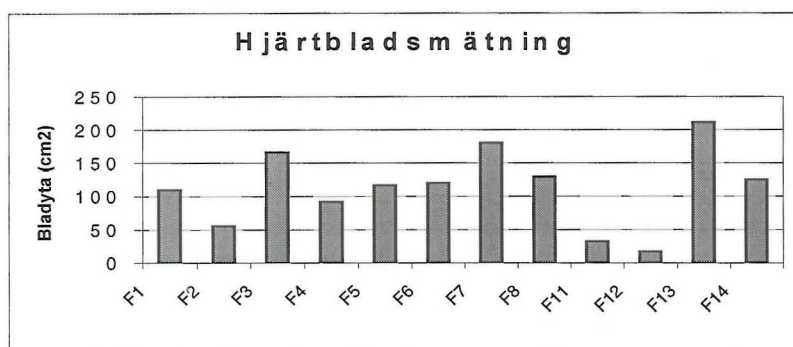
När slutskörden togs i skörderutorna hade läget förändrat sig ytterligare. Nu var det inte längre bara 12 som hade gått förbi sin plusgård, också fält 14 hade nu en högre skörd än sin plusgård (fält 13), se fig. 6.



Figur 6. Slutskörden för fält 1-14. A) Betskörd tvättade betor. B) Sockerskörd.

Hjärtbladsmätning

Hjärtbladsmätningarna visade på klart större hjärtblad hos plusgårdarna, se fig. 7. Det omvända förhållandet för fält 5 och 6 får ses på med en viss försiktighet då ovädret den 2/5 orsakade större skador på fält 5 där uppkomsten hunnit betydligt längre vid det tillfället. På fält 1 och 2 utfördes provtagningen den 11/5, på fält 3 och 4 den 18/5, på fält 5 och 6 den 13/5, på fält 7 och 8 den 21/5, på fält 11 den 6/5, på fält 12 den 8/5, på fält 13 den 25/5 och på fält 14 den 26/5, på fält 9 och 10 togs inga prover.



Figur 7. Diagrammet visar den sammanlagda bladytan hos 60 hjärtblad från varje fält. Mätningarna utfördes på samma dag inom varje gårdspår.

Diskussion

Mätningarna av marktäckningen visade på en skillnad mellan plus- och medelgårdarna som snarare förstärktes än minskade under säsongen. Detta stämmer väl överens med observationerna av Bouffin et al. (1992), som togs upp i litteraturdelen av detta arbete. Istället för att, som de gjorde, gradera de uppkomna plantorna efter hjärtbladens längd mätte vi deras yta. Även här var överensstämmelsen med deras resultat god. Skillnader i plantstorlek kunde observeras redan i hjärtbladsstadiet och bestod ända fram emot slutet av juni. Våra resultat styrker alltså deras slutsats, att en stor del av skillnaden i tillväxt i slutet av juni är nedärvda från mycket tidiga tillväxtstadiet.

En avvikelse från detta observerade jag för fält 5 och 6, där fält 5, från att ha haft en högre marktäckning fram till mitten av juni, sedan passerades av fält 6 som därefter hade den större marktäckningen fram till dess att mätningarna avslutades i slutet av juni. Skillnaderna i marktäckning mellan dessa gårdar var dock liten och det är ovisst hur små skillnader i

marktäckningen som kan anses vara säkert fastställda, med avseende på mätmetoden ifråga. Framförallt i slutet av mätperioden, då marktäckningen steg upp över 60 %, skuggades de lägre bladen och marken var på skillnaderna i färg mellan blad och mark minskade. Detta försvårade kalibreringen av diagnosprogrammet och resulterade i en sämre noggrannhet. Här spelade också väderleken in, bästa resultaten erhöles då det var mulet och kontrasterna var små. Andrieu et al. (1997) visade dock att metoden fungerar med tillfredsställande noggrannhet fram till en marktäckning på 85 %.

När den första rotvikten togs hade plusgårdarna i alla paren den största rotvikten. Detta förhållande bestod med undantag för fält 11 och 12, där medelgården hade en högre rotvikt vid såväl det andra provtillfället som vid slutsörden. Denna förändring, som skedde någon gång i slutet av sommaren, kan inte förklaras av några skillnader i den tidiga tillväxten, en rimligare förklaring står möjligen att finna bland de markfysikaliska parametrar som undersöktes av Svantesson (1999). Det får inte glömmas bort att alla plusgårdar sådde tidigare än sin pargård. Korrelationen mellan marktäckning och sådatum är relativt god och med endast två undantag, fält 12 och 14, har plusgårdarna erhållit den högre betskörden.

Uppkomsthastigheten skiljer sig inte mycket mellan plus- och medelgårdarna. Om man bortser från fält 4, som aldrig uppnådde en 50 % uppkomst, samt fält 6, som inte hann dit innan det drabbades av ett våldsamt oväder (> 50 mm regn den 2/5), varierar tiden från sådd till 50 % uppkomst endast från 10 till 13 dagar, för hela parjämförelsen. Om man tittar på uppkomstdiagrammen kan man se att variationerna troligtvis är mindre än så, snarare 10 till 12 dagar. Anledningen till att detta inte säkert kan fastställas är att det inte fanns tid att räkna plantorna tillräckligt ofta för att besvara den frågan. Antalet dagar fram till 50 % uppkomst, som redovisas i tabell 3 i tabellappendix, svarar mot det datum då närmaste lägre respektive högre plantantal erhöles vid planträkningen.

Temperaturskillnaderna mellan fälten, inom paren, var inte stora och förklarar ensamt inte skillnaderna i uppkomsthastighet. Om man som Gummerson (1986) ritar uppkomsten inte endast mot kalendertid utan också mot temperatursumman och sedan jämför formen på dessa kurvor ser man ifall avvikelserna från idealformen på kurvan försvinner sedan man kompenserat för temperaturen (i och med nyttjandet av temperatursumman). När jag gjorde denna jämförelse fann jag att avvikelserna i stort sett bestod, således är det inte bara temperaturen som orsakat de, i uppkomstkurvorna, markerade perioderna av låg uppkomsthastighet, hos de enskilda fälten. Medelgårdarna sådde i alla paren senare än sin plusgård. Temperaturen hade då hunnit stiga något under dagarna som gått. Detta resulterade i en jämförelsevis något högre uppkomsthastighet, än vad som skulle varit fallet om de sått vid samma tillfälle som sin pargård. Men då våren var kall och marktemperaturen endast steg med cirka 0,1 grad per dag, i medeltal från slutet av april till slutet av juni, gav detta endast en snabbare uppkomst på medelgårdarna i två fall av sju (fält 12 och 14).

Det var inte bara på fält 5 och 6 som regnet ställde till med bekymmer de första veckorna. Både fält 1 och 2 fick nästan 30 mm regn den 2/5 och på båda fälten resulterade detta i en lägre uppkomsthastighet de närmaste dagarna efteråt. Ytan på dessa fält slammade igen rätt kraftigt, sannolikt ökade detta penetrationsmotståndet i såbädden avsevärt (Hegarty & Royle, 1978). Torrare väder därefter bidrog till att en skorpa började bildas på fälten, denna var dock mycket porös och sprack upp ganska rejält allt eftersom den torkade. Fält 8 visade också på en relativt låg uppkomsthastighet under tiden 5-8/5, även här hade en skorpa bildats. Skorpan styrka varierade mellan allt ifrån hård till porös och fint uppsprickande. Sprickbildningen

tilltog med tiden och gav hypocotylerna fria vägar till markytan, resultatet blev dock en betydligt grövre såbädd än vad såbäddsundersökningen antyder.

Det slutliga plantantalet, det vill säga antalet etablerade plantor, bestämdes de sista dagarna i juni. Plantantalet hade då minskat, jämfört med max antal uppkomna plantor, för fält 4, 5, 6, 7, 10, 12 och 13. Den största minskningen fanns på fält 7 och 10. Orsakerna till denna minskning kan vara många. Sjukdomar och andra skador inte kan uteslutas, dessutom har både harar och fasaner har rumsterat på fälten. Det högst uppnådda plantantalet nåddes av plusgårdarna förutom i paren 9 och 10 respektive 13 och 14, där medelgårdarna presterade det högsta plantantalet.

Något som helt avgör den potentiella uppkomsten är ju antalet sådda frön. Denna faktor skiljer sig en hel del mellan gårdarna och svarar med stor säkerhet för en del av skillnaderna i slutlig uppkomst. Detta rymmer dock inte hela svaret. För att förklara skillnaderna i antal uppkomna plantor finns det anledning att gå igenom de fyra markfysikaliska faktorerna som jag gick igenom i litteraturstudien. Temperaturen påverkar som sagt snarare uppkomsthastigheten än det slutliga antalet uppkomna plantor, varför jag inte tar upp den här.

Det är inte troligt att det mekaniska motståndet ensamt var den avgörande faktorn för plantantalet på något av fälten. Den stora nederbörds mängd som kom under våren bidrog dock till att kompaktera såbäddarna kraftigt på flera håll. Skorpbildningen orsakade ingen hård och homogen yta på något av fälten, men orsakade i flera fall en grövre struktur med större aggregat för hypokotylen att ta sig runt. Det mekaniska motståndet hade därför en större inverkan på uppkomsthastigheten än vad det hade på plantantalet. Tyvärr hade vi ingen metod att mäta det mekaniska motståndet i såbädden med, varför inga bestämda svar på frågor relaterat till detta kan ges här. Jag får nöja mig med att jämföra mina subjektiva observationer med vad andra kommit fram till i sina undersökningar.

Luftväxlingen i såbädden bör inte ha inneburit några bekymmer för groningen på något av fälten. Den luftfyllda porositeten i harvbotten i samband med sådden var för alla fälten över 15 %, vilket med ledning av de gränsvärden Aura (1975) framlade inte skall kunna orsaka syrebrist. Dessutom är ju större delen av fröna, på en stor andel av fälten, inte nedtryckta i harvbotten, utan placerade i den nedre delen av såbädden där den luftfyllda porositeten rimligtvis är betydligt större. De regnväder som kom efter sådd kan möjligtvis ha inneburit korta perioder av syrebrist, men nederbörds mängderna var i regel små och det torkade snabbt upp.

Vattenhalten i fröets närhet har däremot med stor sannolikhet spelat en viktig roll för uppkomsten. Denna undersökning visar på en större mängd växttillgängligt vatten i harvbotten hos plusgårdarna. Det högre sådjupsindexet hos dessa med undantag för fält 7 och 13 tyder också på en bättre fröplacering, i fuktig jord. Fält 13 har ju också en lägre uppkomst än sin pargård. Metoden att bestämma sådjupsindexet innebär dock vissa förenklingar då den appliceras på sockerbetsodlingen. Frötäckningen är ett relevant mått på sådjupet, bearbetningsdjupet som bestäms i samband med såbäddsundersökningen, däremot, visar inte avståndet mellan harvbotten och markyta på platsen där fröet placerats. Förploget på såmaskinen för undan överflödig jord och större aggregat från såraden så att såbäddens mäktighet där blir en annan än mellan raderna. Bearbetningsdjupet enligt Kritz (1983) stämmer därför mindre överens med verkligheten i sockerbetsodlingen än i spannmålsodlingen, där sådana systematiska skillnader i markytans topografi inte är vanliga. Således blir sådjupsindexet lägre än det ska där förploget fört undan jord.

För att åskådliggöra groningsförhållandena i de olika fältens såbäddar, och kunna påvisa skillnaderna mellan dem, förde jag in fröplacering och mängden växttillgängligt vatten och bearbetningsdjup i samma diagram. Detta visade hur förhållandena i fälten med god uppkomst skiljde sig från dem med klen uppkomst. Fälten med dålig uppkomst hade i regel en lägre mängd växttillgängligt vatten i såbädden, detta i kombination med en stor spridning av frödjupet kan leda till en mycket dålig uppkomst. Det bör även här påpekas att det bearbetningsdjup, över vilket frötäckningen mätts, inte stämmer överens med vad bilden visar. Storleken på variationerna i frötäckning är dem verkliga men i de fall där förploget fört undan material från såraderna var fröna i verkligheten placerade närmare harvbotten än vad bilden ger sken av.

I år räddades bönder med en dålig fröplacering av nederbörden som kom rikligt under våren. Frön som var täckta med jord och som lockats att gro av regnet klarade sig väl, då vattentillskott i form av regn kom tillräckligt ofta och rikligt. Fält 7 hade en dålig fröplacering, men då det vältades efter sådden och sedan också fick regn klarade det sig betydligt bättre än väntat. Ett torrare år hade kortare skurar efter sådden troligtvis lett till förluster av grodda men ej uppkomna plantor, då dessa förmodligen skulle ha dött av uttorkning, sedan de av regn lockats att gro i en alltför torr miljö. I år var detta ett faktum endast på fält fyra där såbädden var så grov att även relativt välplacerade frön på harvbotten i vissa fall kunde skymtas mellan de grova aggregaten i såbädden. Vidare hade inte heller såmaskinen lyckats särskilt väl med fröplaceringen där, vilket inte är så konstigt med tanke på markytans ojämnhet på detta fält.

Den lägre skrymdensitet i harvbotten som uppmättes på plusgårdarnas fält, i fem fall av sju, kan ha bidragit till det högre sådjupsindex som plusgårdarna uppvisar. Gummerson (1986) visade på en stark negativ korrelation mellan skrymdensitet i såbädden och sådjup, r-värdet var -0,98. Då målet är att placera fröet i eller på harvbotten torde skrymdensiteten i harvbotten också kunna påverka sådjupet i viss mån.

Jag har inte funnit något samband mellan antalet harvningar samt vältningar på våren och skrymdensiteten i harvbotten. Av informationen som erhållits genom intervjuer med brukarna, som delvis redovisas i gårdsbeskrivningarna, har jag sett en antydning till ett större harvdjup på gårdarna med lägre skrymdensitet i harvbotten. Detta skulle i så fall innebära att de harvade till ett större djup än vad de avser placera fröet på för att sedan låta de sista bearbetningarna återpacka marken till en något lägre skrymdensitet än innan. Vilket i sin tur också skulle kunna innebära ett mindre motstånd för groddplantans rötter under den första, mycket känsliga, delen av tillväxten och skydda plantan för uttorkning under torra förhållanden.

Slutsatser

Liksom Sperlingsson (1981) finner jag att betydelsen av mängden växttillgängligt vatten i fröets omgivning är mycket stor. Vikten av en så tidig sådd som klimat och jordmån ger möjligheter till får heller inte glömmas bort.

Såbädden måste få vara så djup att tillräckligt med vatten erbjuds fröet, och senare groddplantan. Det krävs då mer energi för uppkomsten och risken att groddplantan fångas under en ytskorpa ökar. Dessa risker synes vara oundvikliga, riskerna minimeras dock med en finbrukad såbädd samt nyttjandet av en förploget som för undan överflödigt material ovanför

fröet. Inställningen och framförandet av såmaskinen är också betydelsefull, spridningen av fröna såväl i höjddled som i horisontell riktning måste minimeras. Detta för att fröet skall placeras där fukten finns samt för att få en jämn och samtidig uppkomst, som därmed minskar beståndets mest sårbara tid.

Fortsättningen av dessa undersökningar skulle kunna ge ett klarare resultat om man förändrar en del av mätmetoderna. Metoden för bestämmandet av bearbetningsdjupet passar, som jag tidigare påpekat, inte så väl för sockerbetsodlingen. En alternativ mätmetod att bestämma markytans mikrotopografi finns beskriven av Kritz (1983). Med hjälp av ramen med mätstavar som beskrivs där skulle man kunna räkna fram bearbetningsdjupet i såraden. Ytterligare en möjlighet vore att bygga en ny, smalare, stålram som skulle få rum i den fåra som såmaskinens förplog ger. Den lösa jorden innanför stålramens gränser skulle sedan kunna överföras till en mätcylinder. Mätcylindern, av samma typ som också nu används i såbäddsundersökningarna, skulle sedan bara behöva få skalan anpassad till den nya ramens yta för att ge bearbetningsdjupet.

Noggranna kontroller av harvdjup och förändring av såbäddens mäktighet under vårbrukets gång skulle kunna ge intressanta uppgifter om skillnaderna i skrymdensitet i harvbotten. Denna skiljer ju sig som sagt signifikant mellan plus- och medelgårdarna, vilket medför ett intresse för dess härkomst.

Ytterligare undersökningar, som skulle kunna ge oss viktig kunskap om såbäddens betydelse för sockerbetans tidiga tillväxt och uppkomst, borde också inkludera någon form av bestämning av det mekaniska motstånd som groddplantan får erfara i såbädden. I år gjordes endast subjektiva okulära bedömningar av denna faktor. Vi provade visserligen också en mikropenetrometer men den fungerade inte särskilt väl, varför försöket avbröts i ett tidigt stadium.

Lantbrukarna har på alla fält lyckats etablera en såbädd med tillräckligt mycket fina aggregat och med tillräckligt med växttillgängligt vatten i såbotten. Utförandet av sådden har däremot skett med varierande resultat. Även här får jag stämma in i den önskan Sperlingsson (1981) gav uttryck för då han efterlyste precisionssåmaskiner som optimerar miljön för uppkomst och groning, och fungerar under förhållanden som avviker från det perfekta.

Referenser

- Andrieu, B., Allirand, J.M., Jaggard, K. 1997. Ground cover and leaf area index of maize and sugar beet crops. *Agronomie* 17, 315-321.
- Aura, E. (1975). Effects of soil moisture on the germination and emergence of sugar beet (*Beta Vulgaris* L.). *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland* 47, 1-70.
- Backer, J. W. and Hidding, A. P. 1970. The influence of soil structure and air content on gas diffusion in soils. *Neth. J. Agric. Sci.* 18: 37-48.
- Blomquist, J. 1998. Skördarna varierar stort. *Betodlaren*, nr 1.
- Bouffin, J., C. Durr, A. Fleury, A. Marin-Laflèche, I. Maillat, "Analysis of the variability of sugar beet (*Beta Vulgaris* L) growth during the early stages. I. Influence of various crop establishment.", *Agronomie*, Vol. 12, 515-525, 1992.
- Brouwer, R., Kleinendorst, A. and Locher, J. T. 1973. Growth response of maize plants to temperature. In: *Plant Response to Climatic Factors. Proc Uppsala Symp UNESCO.* 169-174.
- Chetram, R. S. & Heydecker, W. 1967. Moisture sensitivity, mechanical injury and gibberellin treatment of *Beta Vulgaris* seeds. *Nature* 215: 210-211.
- Collis-George, N. & Melville, M. D. 1969. Comments on article by A. Hadas. – *Agron. J.* 61, 971-972.
- Currie, J. A. 1961. Gaseous diffusion in porous media. Part 3 – Wet granular materials. *Brit. J. Appl. Phys.* 12: 275-281.
- Dasberg, S. 1971. Soil water movement to germinating seeds. - *J. Exp. Bot.* 22:73, 999-1008.
- Dasberg, S., Enoch, H. & Hillel, D. 1966. Effect of oxygen and carbon dioxide concentration on the germination of range grasses. *Agron. J.* 58: 206-208.
- Durr, C., J. Bouffin, A. Fleury, I. Coulomb, "Analysis of the variability of sugar beet (*Beta Vulgaris* L) growth during the early stages. II Factors influencing seedling size in field conditions.", *Agronomie*, Vol. 12, 527-535, 1992.
- Durrant, M. J., R. A. Dunning, K. W. Jaggard, R. B. Bugg and R. K. Scott, 1988. A census of seedling establishment in sugar-beet crops. *Ann. appl. Biol.*, 327-345.
- Eason, G., C. W. Coles, and G. Gettingby. 1992. *Mathematics and statistics for the bio-sciences.* Ellis Horwood.
- Engqvist, A. 1996. Weed detection with image analysis. In: *Suomen geodeettisen laitoksen tiedonantoja. Reports of the finnish geodetic institute.* 96:4 Remote sensing in agriculture (Risto Kuittinen, ed.).
- Fick, G. W., Loomis, R. S. and Williams, W. A. 1975. Sugar beet. In: *Crop Physiology* (Evans, L. T., ed). Cambridge University Press. Cambridge. 259-295.
- Gardner, W. R. & Fireman, M. 1958. Laboratory studies of evaporation from soil columns in the presence of a water table. *Soil Sci.* 85, 244-249.
- Guerif, M., C. L. Duke, C. Durr, "Spatial calibration of a crop model using optical remote sensing data. A case study on sugar beet emergence and early growth." *ERIM Conference Geospatial Information in Agriculture and Forestry*, 1-3 june 1998, Lake Buena Vista, Florida, USA.
- Gummerson, R. J. 1986. The effect of constant temperatures and osmotic potentials on the germination of sugar beet. *Journal of Experimental Botany* 37, 729-741.

- Gummerson, R. J. 1989. Seed-bed cultivations and sugar-beet seedling emergence. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 112, 159-169.
- Håkansson, I. & von Polgar, J. 1979. Effects on seedling emergence of soil slaking and crusting. The 8th conference of the International Soil Tillage Research Organization, Bundesrepublik Deutschland.
- Hegarty, T. W. & Royle, S. M. (1978). Soil impedance as a factor reducing crop seedling emergence and its relation to soil conditions at sowing and to applied water. *Journal of Applied Ecology* 15, 903-910.
- Heinonen, R. 1965. Markens vattenhushållning och jordbearbetning. *Aktuellt från Lantbrukshögskolan* 69: 1-40.
- Heinonen, R. 1985. Soil management and crop water supply, 4th ed.- Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. 105pp.
- Henriksson, L. and I. Håkansson, 1993. Soil management and crop establishment. *The Sugar Beet Crop: Science into practice*. Edited by D. A. Cooke and R. K. Scott. Chapman & Hall.
- Heydecker, W., Chetram, R. S. & Heydecker, J. C. 1971. Water relations of beetroot seed germination. II Effect of the ovary cap and of endogenous inhibitors. *Ann. Bot.* 35: 31-42.
- Hummel-Gumaelius, T. 1996. Svensk betodling halkar efter. *Betodlaren*, nr 4.
- Jaggard, K. W. (1979). The effect of plant distribution on yield of sugar beet. Ph. D. Thesis. University of Nottingham.
- Kaufmann, M. R. & Ross, K. J. 1970. Waterpotential, temperature, and kinetin effects on seed germination in soil and solute systems. *Amer. J. Bot.* 57: 413-419.
- Kritz, G. 1983. Såbäddar för vårstråsäd. En stickprovsundersökning. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala, Rapporter från jordbearbetningsavdelningen, Nr 65, 187 pp.
- Kuipers, H. 1970. The role of soil structural homogeneity in sugarbeet growing. 33e Congés d'hiver de l'Institut International de Recherches Betteravières, Bruxelles 1970.
- Lax, E. 1967. Taschenbuch für Chemiker und Physiker. Band I. 1522 pp. Berlin.
- Loman, G. 1986. The Climate of a Sugar Beet Stand. Royal University of Lund, Sweden, Department of Geography, Dissertations, C1, 182 pp.
- Mayer, A. M. & Poljakoff-Mayer, A. 1963. The germination of seeds. 236 pp. Oxford.
- Mc Adam, J. H. and Hayes, P. 1981. The effect of shoot-zone and root-zone temperature on the early growth and development of *Zea mays* Maris Carmine. *Rec. Agric. Res.* 29, 39-45.
- Milford, G. F., Pocock, T. O. and Riley, J. 1985. An analysis of leaf growth in sugar beet. I. Leaf appearance and expansion in relation to temperature under controlled conditions. *Ann. Appl. Biol.* 106, 163-172.
- Owers, A. C. & Clare, R. W. 1975. Problems of seedbed preparation. *British Sugar Beet Review*, 42, 9-11.
- Richard, G., and Geurif, J. (1988). Influence of aeration conditions in the seedbed on sugar beet germination: experimental study and model. Proceedings of the 11th Conference of International Soil Tillage Research Organization. Penicuik, Scotland, pp. 103-08.
- Scott, R. K. and Jaggard, K. W. 1993. "An analysis of the efficiency of the sugar beet crop in exploiting the environment." In: Biennial Meeting of the American Society of Sugar Beet Technologists, Anaheim (USA), 37-56.

- Sperlingsson, C. (1981). The influence of the seed bed soil physical environment on seedling growth and establishment. Proceedings of the 44th Winter Congress of the International Institute for Sugar Beet Research, pp. 59-77.
- Spitters, C. J. T., van Keulen, H., van Kraalingen, D. W. G. 1989. "A simple and universal crop growth simulator : SUCROS87." In Simulation and systems management in crop protection, Rabbinge, R., Ward, S.A., van Laar, H.H. (Eds.), Simulation Monographs 32, PUDOC, Wageningen, 434 pp.
- Swain, R. 1983. Soil management and cultivation. British Sugar Beet Review 51 (1), 49.
- Svantesson, U. 1999. Markfysikaliska undersökningar på sockerbetsodlande gårdar, 1998. Examensarbete. Meddelande från jordbearbetningsavdelningen nr 27. Sveriges lantbruksuniversitet.
- Weast, R. C. 1969. Handbook of chemistry and physics. 2356 pp. Cleveland.
- Wildt Persson, T. 1998. Markfysikaliska undersökningar på sockerbetsodlande gårdar. Examensarbete. Meddelande från jordbearbetningsavdelningen nr 24. Sveriges lantbruksuniversitet.
- Yonts, C. D., Fornstrom, K. J., Edling, R. J. (1979). Effect of soil moisture and temperature on sugar beet emergence. Paper No. 79-1017. Rep. American Soc. Agric. Engineers / Canadian Soc. Agric. Engineering Summer Meeting. Univ. of Manitoba, Winnipeg, Canada.

Tabellappendix

Tabell 1. Resultatet av markkarteringen för fält 1-14 redovisas i tabellen. Här har endast karteringen av matjorden tagits med, för motsvarande undersökningar i alven se Svantesson (1999)

	Fält 1	Fält 2	Fält 3	Fält 4	Fält 5	Fält 6	Fält 7	Fält 8	Fält 9	Fält 10	Fält 11	Fält 12	Fält 13	Fält 14
Jordart	nmh mo LL	nmh I Mo	mmh ML	mmh ML	mmh mo LL	nmh mo LL	nmh mo LL	mmh mo LL	mf I Mo	mf mo LL	nmh mo LL	nmh sa LL	nmh mo LL	nmh mo LL
Mullh.	2,37	2,43	4,13	3,50	3,47	2,97	3,00	3,43	1,73	1,83	2,67	2,40	2,90	2,60
Ler <1	14,67	10,33	21,00	26,33	12,00	13,67	15,00	13,00	9,33	12,67	13,33	12,67	13,33	12,33
Ler tot	18,00	13,67	26,00	32,33	16,67	18,00	20,00	20,33	12,67	17,67	16,67	15,67	17,00	16,67
Sand + grovm	44,00	47,33	32,33	26,67	47,67	44,67	43,00	45,33	53,67	41,33	50,00	50,67	48,33	49,67
pH	7,77	6,75	7,78	7,50	6,95	7,63	7,02	7,30	6,68	6,55	7,63	7,08	7,32	7,50
P	35,87	35,33	6,02	4,80	7,32	4,78	5,13	4,43	4,97	3,65	6,73	11,27	6,65	12,38
K	12,22	25,67	11,18	11,78	11,28	6,97	8,52	7,90	7,42	8,30	7,00	12,30	5,98	7,78
Mg	18,82	7,90	12,50	22,67	7,50	6,53	8,30	6,30	5,20	9,77	10,77	10,80	9,35	8,52
Ca	2623,33	276,67	963,33	1068,33	251,67	406,67	293,33	305,00	188,33	240,00	525,00	266,67	1015,00	616,67
K-HCL	193,83	284,00	240,17	274,17	147,67	138,17	166,67	157,67	155,17	167,17	124,00	194,33	119,00	154,17
Cu	14,17	17,17	14,83	18,83	12,83	13,67	11,33	12,83	15,17	15,17	10,67	12,33	11,33	13,33
Bor	1,12	1,10	1,45	1,43	0,95	0,93	0,70	0,80	0,83	0,83	1,00	0,90	1,13	0,70

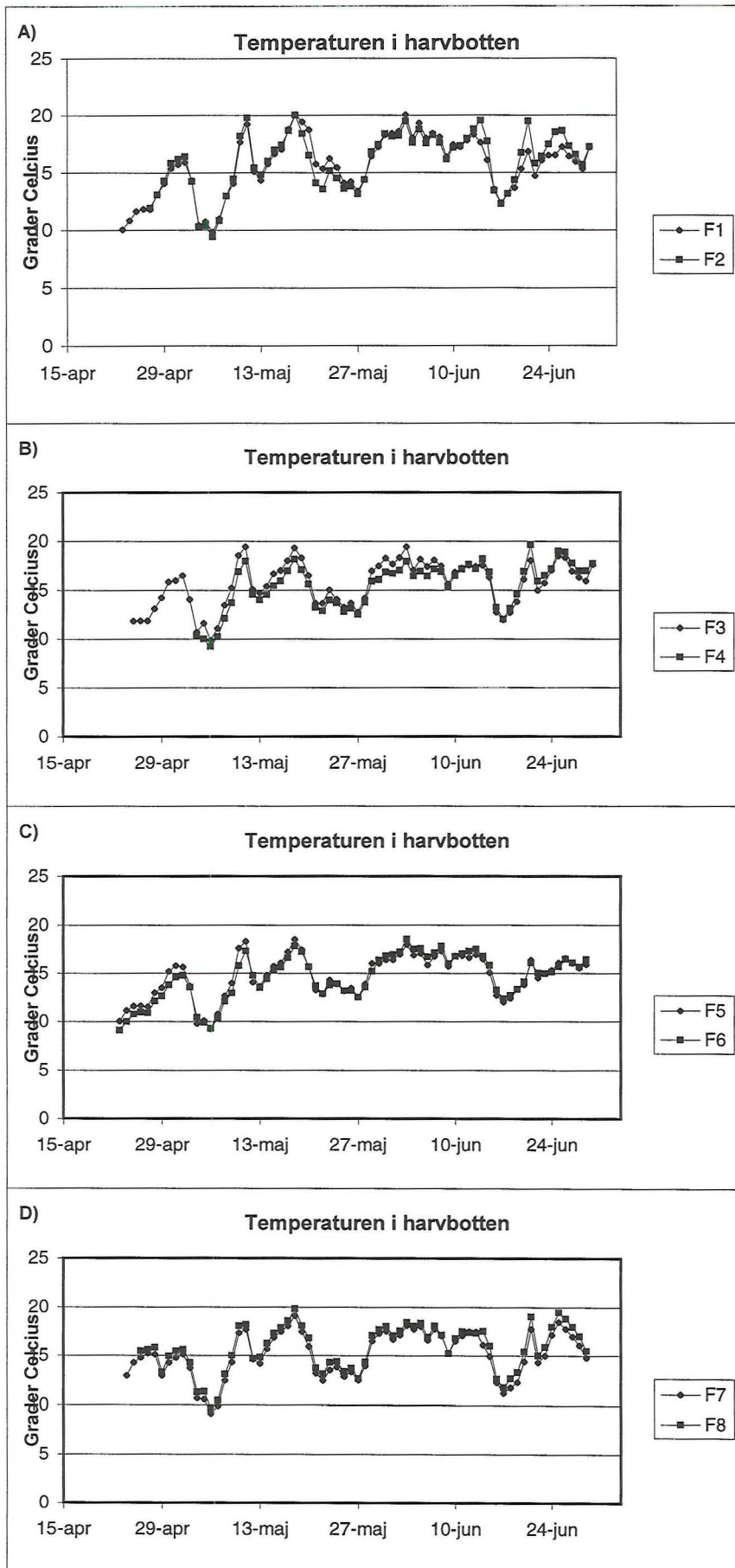
Tabell 2. Nederbörden under perioden maj till september 1998 redovisade som mm per månad

Nederbörd	Fält 1	Fält 2	Fält 3	Fält 4	Fält 5	Fält 6	Fält 7	Fält 8	Fält 9	Fält 10	Fält 11	Fält 12	Fält 13	Fält 14
maj	56,5	49,5	28	23	72	70	27,5	22	38	43	44	42	33	32
jun	52	45	31	48,5	61	55	82	68	20	23	80	52	39	36
jul	43	34	46	48	46	45	82	68	38	50	102	90	93	58
aug	52	45	50	52	76	67	74	66	30	27	80	51	45	39
sept	17	17	33	19	20	19	21	21	60	59	58	62	53	45

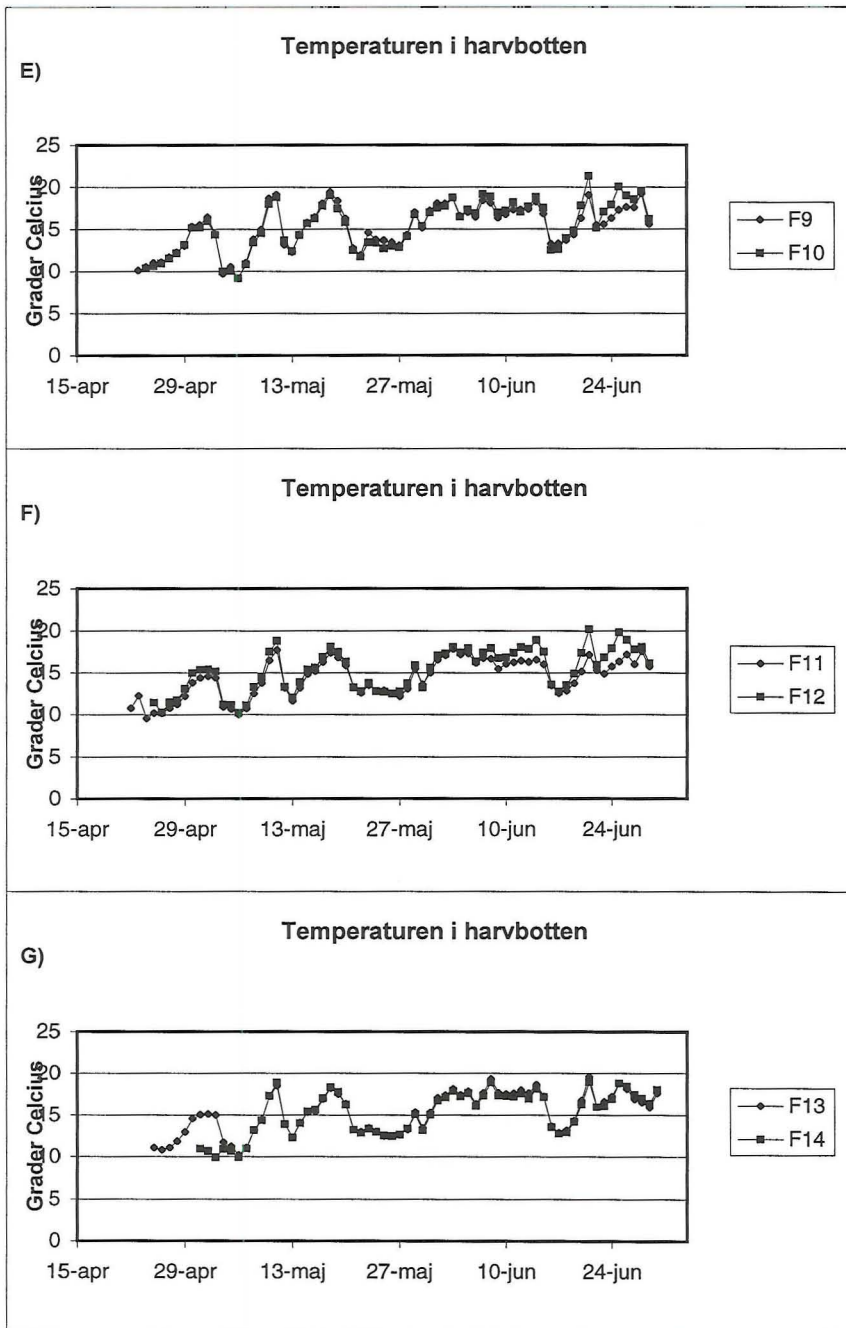
Tabell 3. En sammanställning av egenskaper uppmätta i såbädden och harvbotten samt uppkomstdata från fält 1-14

	Fält 1	Fält 2	Fält 3	Fält 4	Fält 5	Fält 6	Fält 7	Fält 8	Fält 9	Fält 10	Fält 11	Fält 12	Fält 13	Fält 14		
Höjdskillnad (cm)	medel	6,3	5,0	4,4	5,2	4,4	5,9	6,7	5,3	4,1	5,6	6,2	4,8	4,3		
Bearb. bot.	medel	2,0	1,8	2,3	2,2	1,4	2,2	1,7	2,1	2,4	2,3	2,0	2,1	2,2		
Bearb. Djup (cm)	medel	2,72	2,39	2,36	2,92	2,33	2,97	3,72	2,78	2,44	3,32	3,06	3,39	3,14		
Aggregat stlk. förd	> 5 mm (%)	medel	45	42	39	49	37	52	35	44	53	46	50	48	39	
	5 - 2 mm (%)	medel	19	21	20	21	23	19	20	18	19	18	21	19	24	
	< 2 mm (%)	medel	36	38	41	30	40	46	29	44	39	28	35	29	37	
lager 1	> 5 mm (%)	medel	23	17	17	21	15	18	25	17	21	22	25	18	19	
	5 - 2 mm (%)	medel	24	24	23	26	26	20	25	24	22	24	27	21	25	
	< 2 mm (%)	medel	53	59	60	53	59	61	50	59	57	49	54	60	57	
lager 2	lager 1	wa (%)	-3,9	-1,9	-7,6	-10,7	-4,1	-4,9	-2,2	-3,7	-3,3	-2,9	-3,7	-3,7	0,7	-6,0
	lager 2	wa (%)	3,1	1,3	-3,1	-4,5	2,4	-2,0	1,9	3,3	-1,0	0,8	0,5	0,9	0,8	-3,0
	Harvbotten	wa (%)	10,4	7,6	8,3	6,1	9,3	5,7	7,9	8,6	6,8	8,3	6,3	6,9	6,8	6,5
Skrymdensitet (g/cm ³)	medel	1,46	1,52	1,25	1,30	1,42	1,47	1,34	1,38	1,49	1,43	1,32	1,40	1,50	1,49	
Uppkomst	Uppnådd (%)	87	92	79	46	65	63	74	74	74	81	86	79	84	86	
	50 %	datum	1-2 maj	7-9 maj	3-5 maj	5 maj	5-7 maj	3 maj	8-9 maj	4-5 maj	5-6 maj	3-4 maj	5-6 maj	6-8 maj	11-13 maj	
		tid (dagar)	10-11	11-13	10-12		14	13-15	11	12-13	11-12	11-12	10-11	11-13	10-12	
	40 %	datum			3 maj	11-13 maj										
	tid (dagar)			10	11-13											

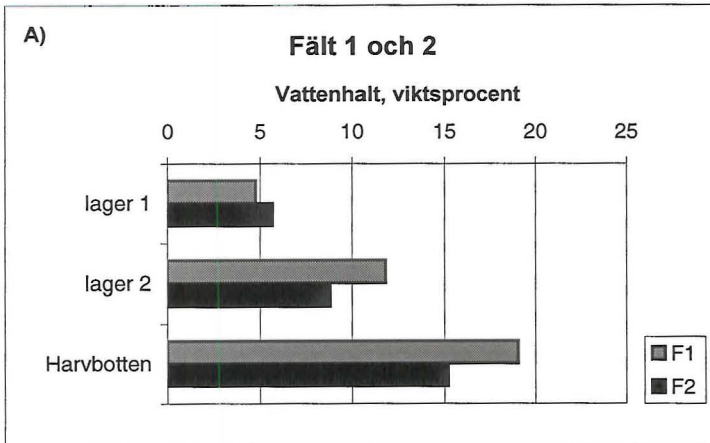
Figurappendix



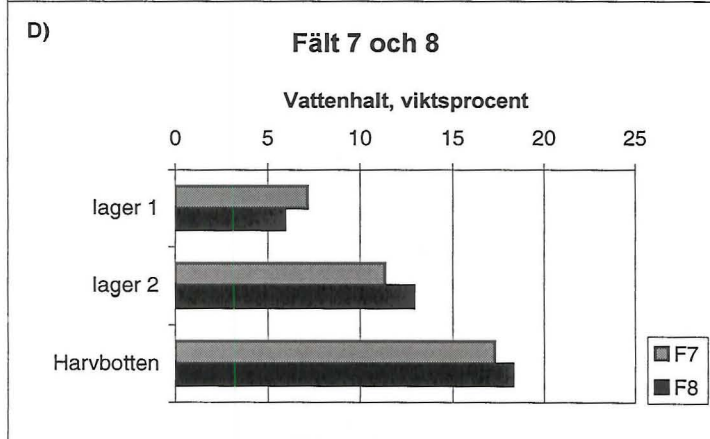
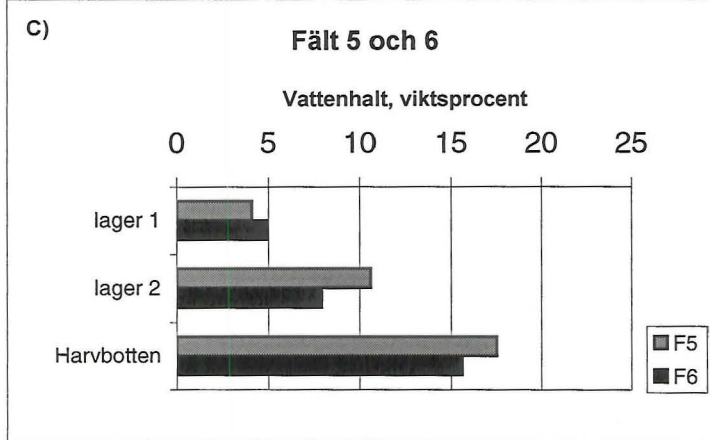
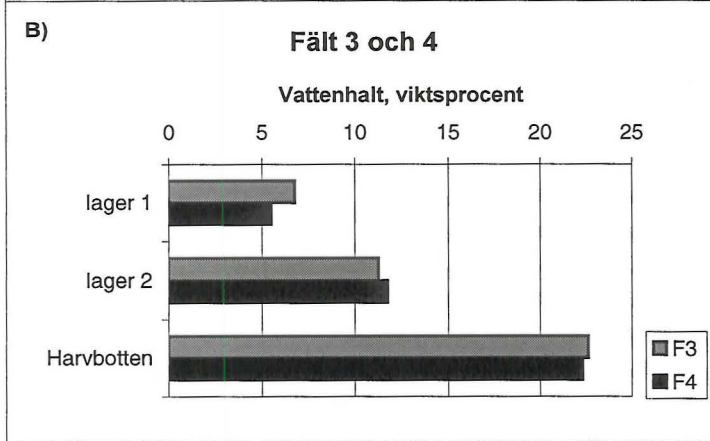
Figur 8. Diagrammen A - G visar temperaturen i harvbotten som en funktion av kalenderdatum. Fält 1-14 är inritade parvis och i nummerordning i diagrammen A - G.

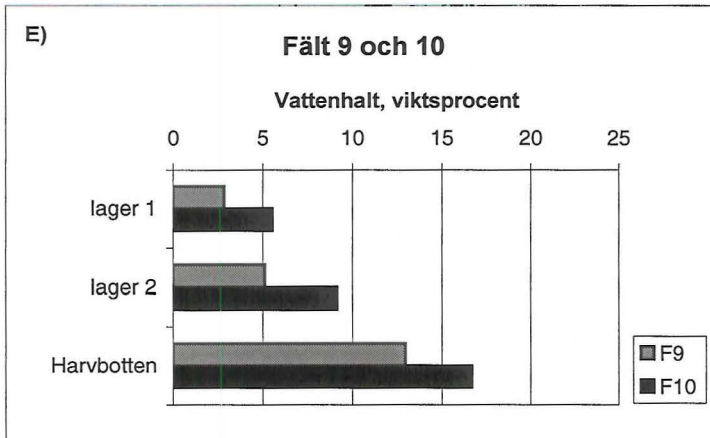


Figur 8. Diagrammen A - G visar temperaturen i harvbotten som en funktion av kalenderdatum. Fält 1-14 är inritade parvis och i nummerordning i diagrammen A - G.

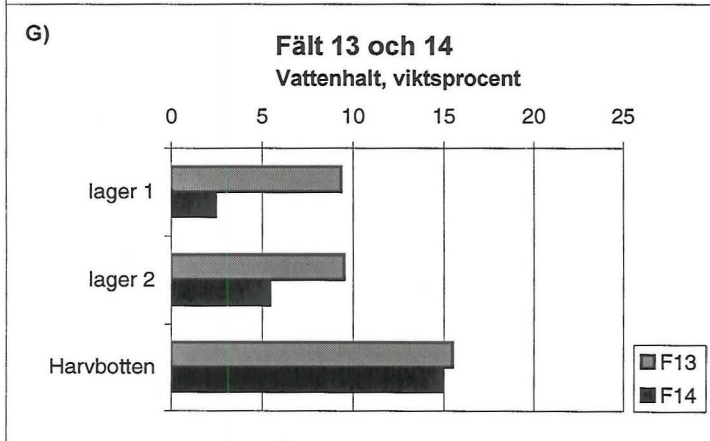
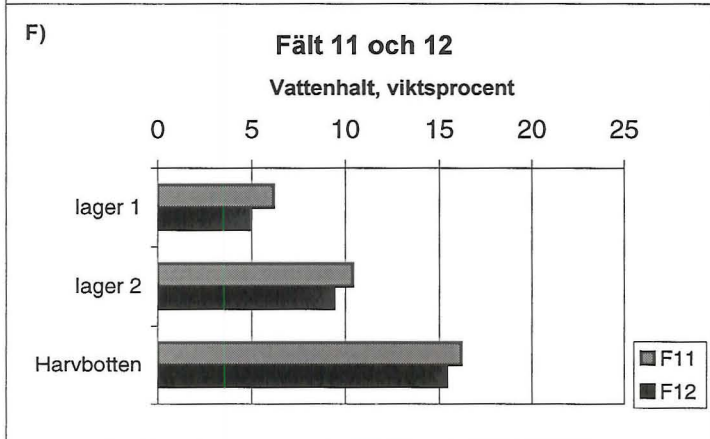


Figur 9. Diagrammen A - G visar vattenhalten i två lager ur såbädden samt i harvbotten. Fält 1-14 är inritade parvis och i nummerordning i diagrammen A - G.

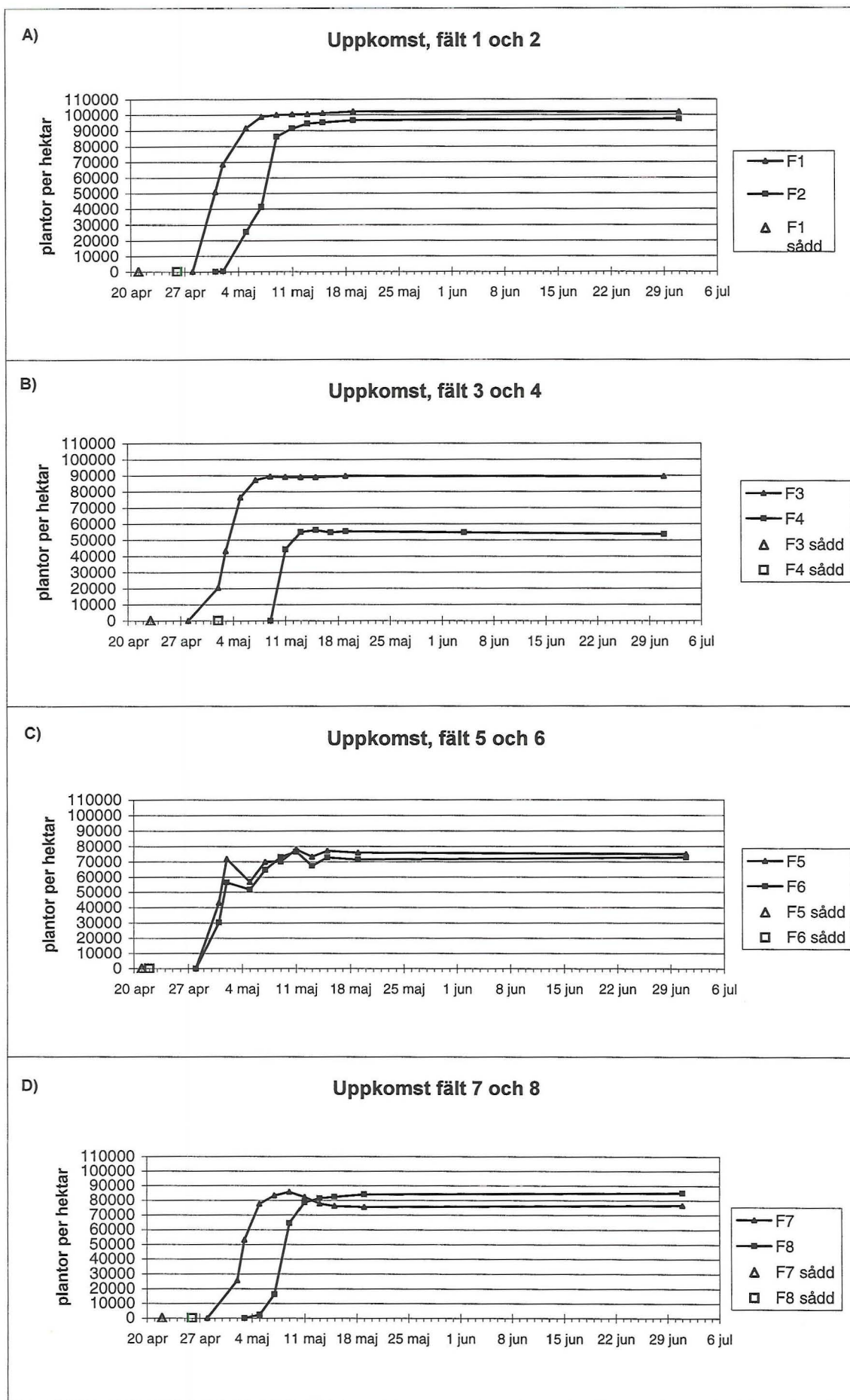




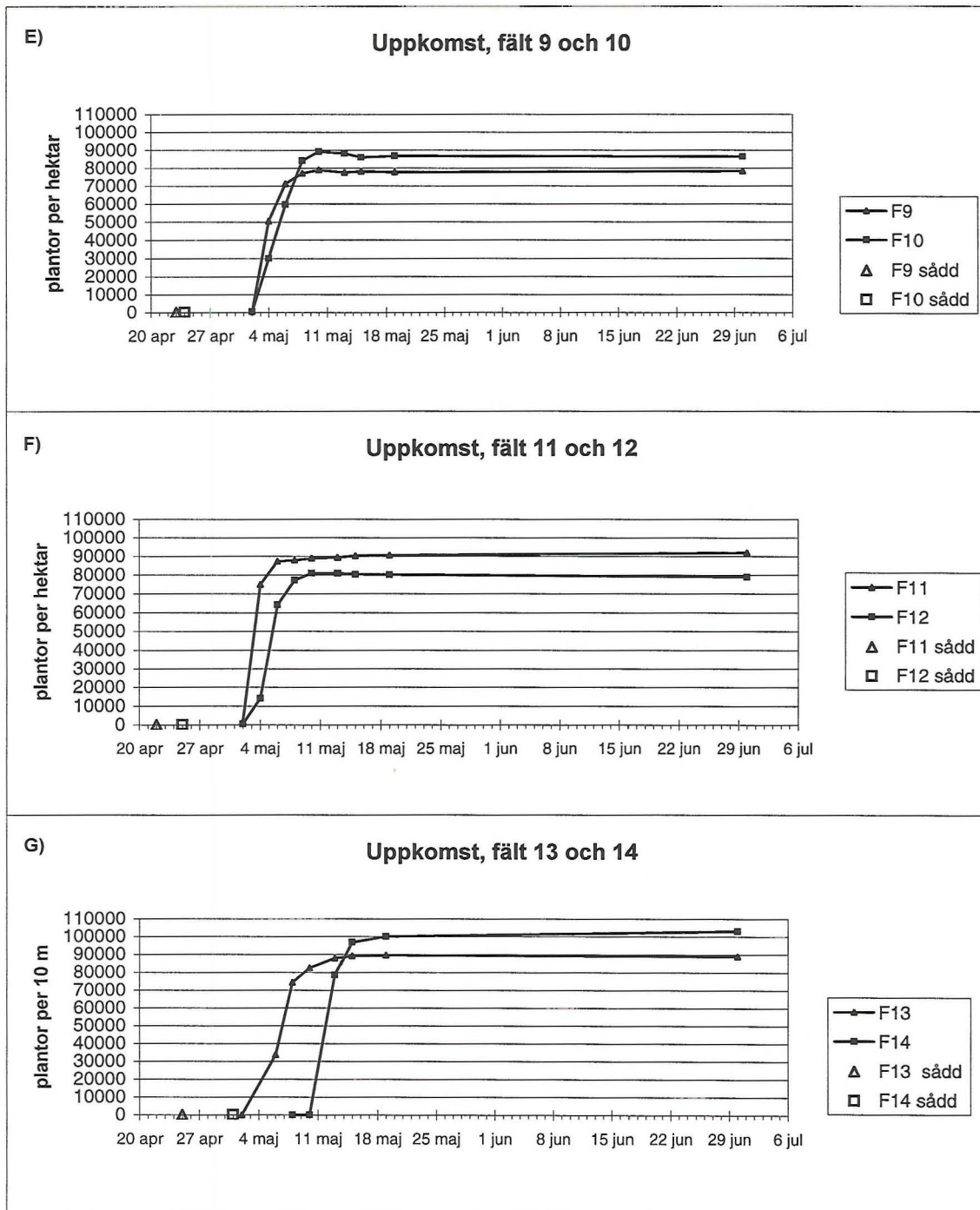
Figur 9. Diagrammen A - G visar vattenhalten i två lager ur såbädden samt i harvbotten. Fält 1-14 är inritade parvis och i nummerordning i diagrammen A - G.



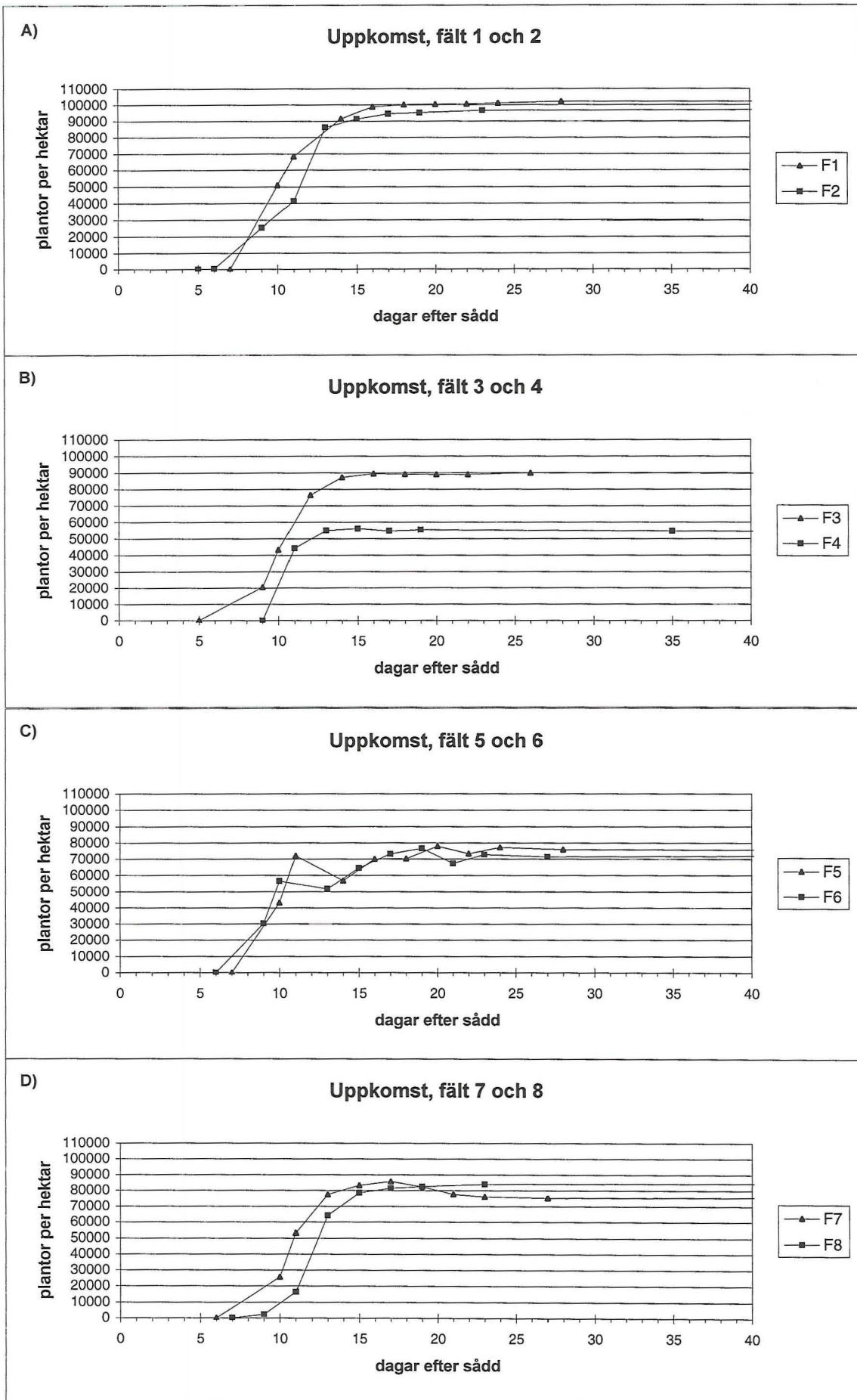
Figur 10. Uppkomsten som en funktion av tiden, för fält 1-14. Fält 1-14 är inritade parvis i nummerordning i diagrammen A - G.



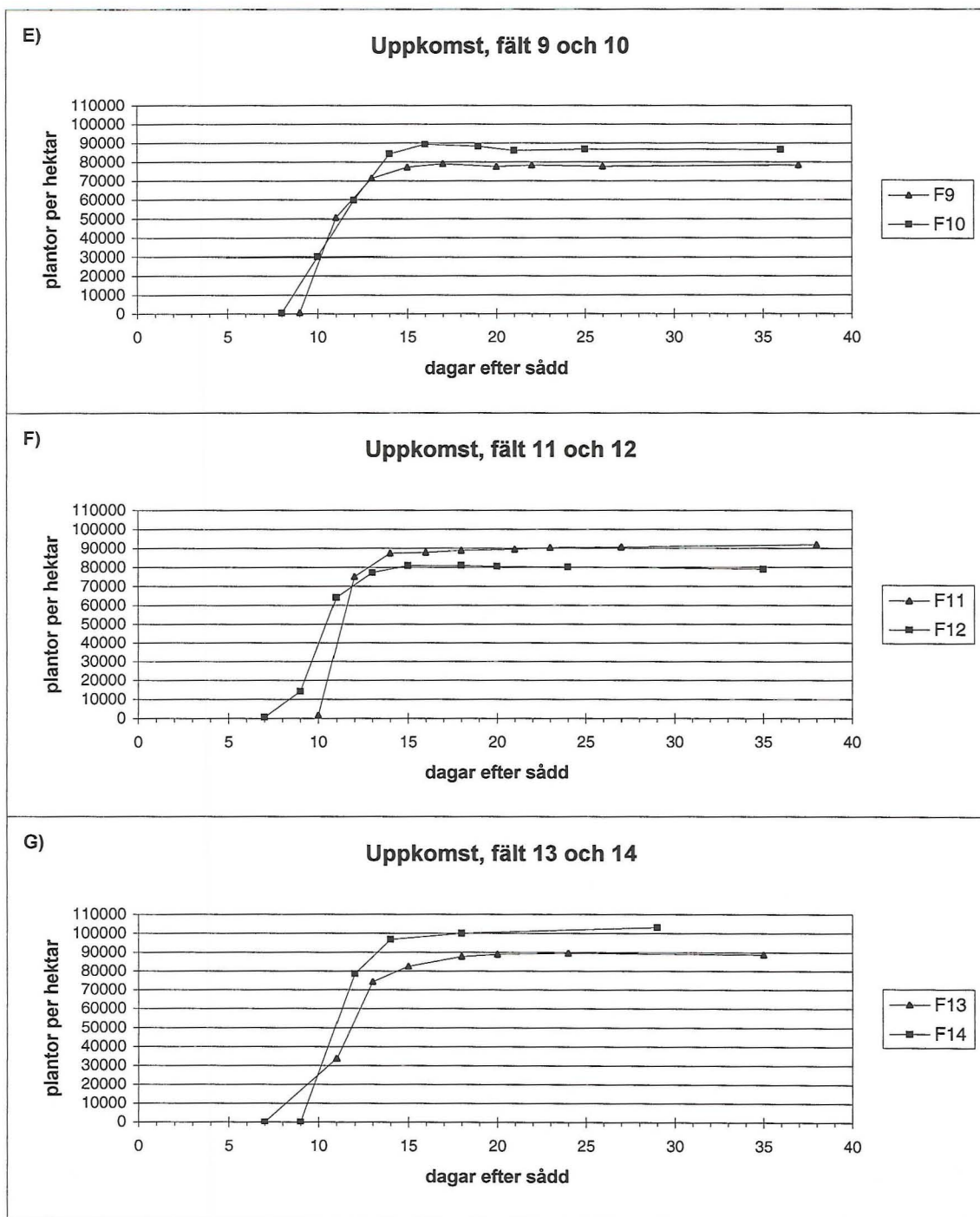
Figur 10. Uppkomsten som en funktion av tiden, för fält 1-14. Fält 1-14 är inritade parvis i nummerordning i diagrammen A - G.



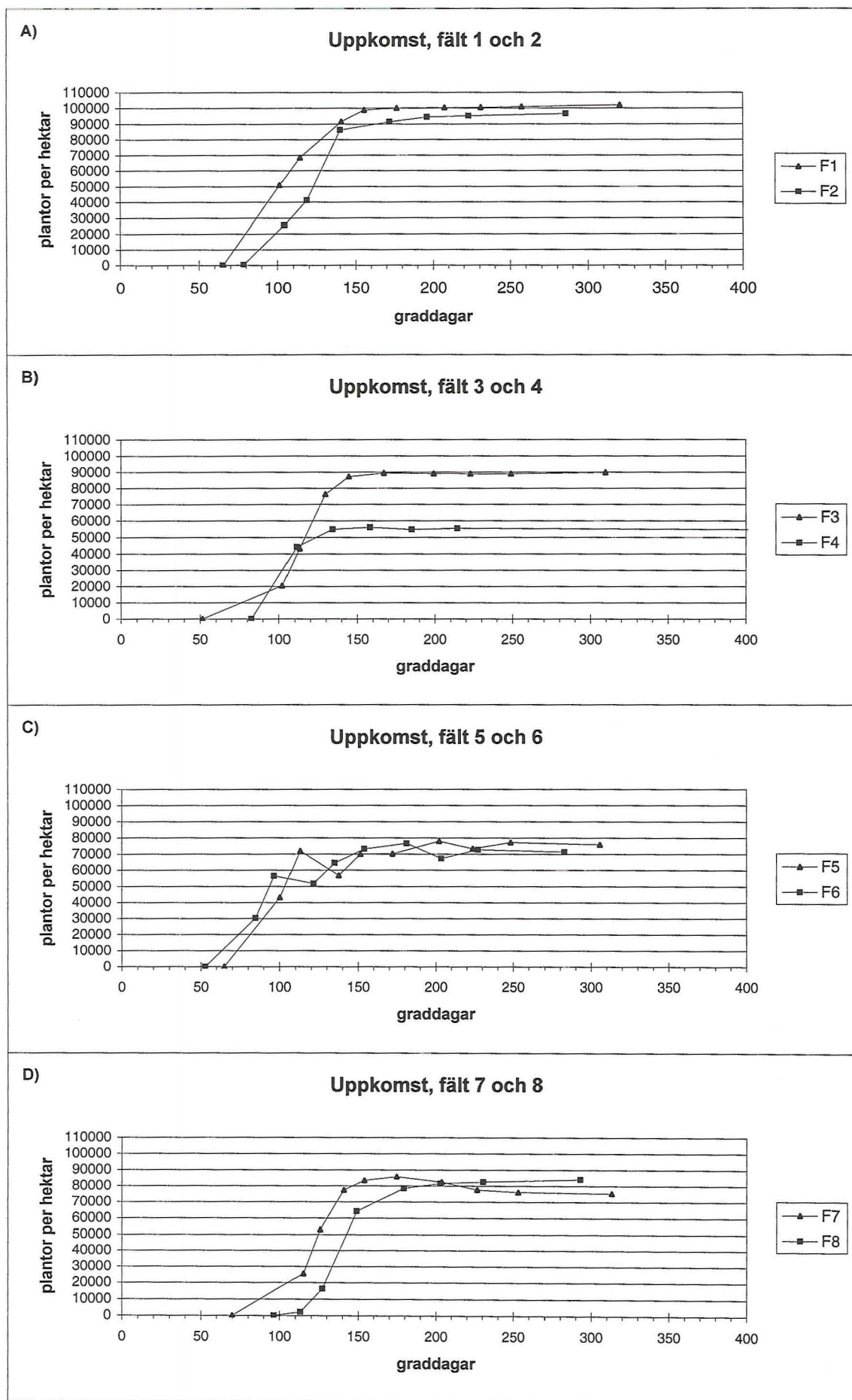
Figur 11. Uppkomsten som en funktion av tiden från sådd, för fält 1-14. Fält 1-14 är inritade parvis i nummerordning i diagrammen A - G.



Figur 11. Uppkomsten som en funktion av tiden från sådd, för fält 1-14. Fält 1-14 är inritade parvis i nummerordning i diagrammen A - G.



Figur 12. Uppkomsten som en funktion av temperatursumman från sådd, för fält 1-14. Fält 1-14 är inritade parvis i nummerordning i diagrammen A - G.



Figur 12. Uppkomsten som en funktion av temperatursumman från sådd, för fält 1-14. Fält 1-14 är inritade parvis i nummerordning i diagrammen A - G.

