



# Gransågspån som odlingssubstrat för tall-, gran- och björkplantor

*Sawdust from spruce as growing media for pine,  
spruce and birch seedlings*

**RICKARD BODELL**

**EMANUEL VESTLUND**



**Examensarbete i skogshushållning, 15 hp**

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2023:18

SLU-Skogsmästarskolan

Box 43

739 21 SKINNSKATTEBERG

Tel: 0222-349 50

# Gransågspån som odlingssubstrat för tall-, gran- och björkplantor

Sawdust from spruce as growing media for pine, spruce and birch seedlings.

Rickard Bodell

Emanuel Vestlund

**Handledare:** Daniel Gräns, Elisabeth Wallin, SLU Skogsmästarskolan

**Examinator:** Eric Sundstedt, SLU Skogsmästarskolan

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** Självständigt arbete (examensarbete) med nivå och fördjupning G2E med möjlighet att erhålla kandidat- och yrkesexamen

**Kurstitel:** Kandidatarbete i Skogshushållning

**Kursansvarig institution:** Skogsmästarskolan

**Kurskod:** EX0938

**Program/utbildning:** Skogsmästarprogrammet

**Utgivningsort:** Skinnskatteberg

**Utgivningsår:** 2023

**Omslagsbild:** Björkplantor odlade i 50 % torv, 50 % sågspån. Foto: Rickard Bodell.

**Elektronisk publicering:** <https://stud.epsilon.slu.se>

**Serietitel:** Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

**Delnummer i serien:** 2023:18

**Nyckelord:** Substrat, Sågspån, Torv, Plantor



Sveriges lantbruksuniversitet  
Skogsvetenskapliga fakulteten  
Skogsmästarskolan

## Sammanfattning

Torv är idag i många sammanhang klassad som ett fossilt bränsle och utdikade torvmarker släpper ut koldioxid. Även lämpligheten med att i samma utsträckning som idag fortsätta använda torv i odlingsammanhang ifrågasätts.

Syftet med denna studie var att undersöka huruvida det var möjligt att odla skogsplantor i ren gransågspån eller i en blandning av gransågspån och torv. Skillnader mellan de olika substraten gällande plantors tillväxt registrerades kontinuerligt och under odlingsperioden följdes även pH-värdena för de olika substraten.

Odlingsförsöket genomfördes i Skogsmästarskolans försöksväxthus där tall-, gran- och björkfrön såddes för vidare odling under 11 veckor. Plantorna gödslades regelbundet enligt rekommendationer för odling i torv. Höjdtillväxten var generellt störst för kontrollplantorna som odlats på konventionellt sätt i torv och lägst tillväxt registrerades för plantor odlade i enbart spån. Skillnaderna i höjdtillväxt var för barrträdsplantorna relativt små vid jämförelser mellan konventionellt torvsubstrat och substrat som bestod av 50 % spån och 50 % torv.

Björkplantor odlade i torv hade störst rothalsdiameter medan tallplantor odlade i sågspån hade lägst rothalsdiameter. För försöksplantorna som odlats i en blandning av 50 procent sågspån och 50 procent torv hade gran den lägsta rothalsdiametern. Rot/skott-kvoten var högst (46 procent) för både granplantor (46 %) och björkplantor (39 %) odlade i sågspån medan skillnaderna var små mellan olika substrat när det gällde tall. Gran odlad i torv hade den lägsta en rot/skott-kvoten (21 %) av alla försöksled. För tall var kväveinnehållet högst (3,61 %) efter odling i 100 % spån. För övriga trädslag var motsvarande skillnader mindre. Skillnader förekom även mellan substrat när det gällde plantornas innehåll av fosfor, kalium, mangan och järn.

Resultaten visar lovande möjligheter för ökad användning av alternativa odlingssubstrat. Dock verkar en viss inblandning av torv behövas för att få en acceptabel tillväxt i gransågspån vid konventionella gödslingsnivåer. Nya försök bör utvärdera fler blandningar med varierande proportioner av sågspån och torv och effekterna av en större kvävegiva till plantor odlade i sågspån bör även undersökas.

*Nyckelord:* substrat, sågspån, torv, plantor

## Abstract

Today, peat is classified as a fossil fuel in many contexts and drained peatlands emit carbon dioxide. The appropriateness of continuing to use peat as growing media to the same extent as today is also questioned.

The purpose of this study was to investigate whether it was possible to grow forest tree seedlings in pure spruce sawdust or in a mixture of sawdust and peat. Differences between the substrates regarding plant growth were continuously measured and during the growing period, pH levels for the different substrates were monitored.

The experiment was carried out in the laboratory at the School for Forest Management, where pine, spruce and birch seeds were sown and cultivated for 11 weeks. The seedlings were fertilized according to a standard protocol originally intended for cultivation in regular peat. Height growth was generally higher for control seedlings grown in peat and lower for seedlings grown in sawdust only. However, when comparing height growth in conventional peat with the mix of 50% sawdust and 50% peat, differences were generally small for the conifer seedlings. Birch seedlings grew well in all substrates. At the end of the trial, birch seedlings grown in peat had developed the largest root neck diameter while pine seedlings grown in sawdust had the smallest root neck diameter. In the mixed substrates of 50% peat and 50% sawdust, spruce had the lowest root neck diameter. The highest value for the root/shoot ratio was found for cultivation in sawdust both for spruce (46%) and birch seedlings (39%) while differences between substrates were small for pine in terms of root/shoot ratio. Spruce grown in peat had the lowest root/shoot ratio in the trial. For Scots pine, the highest nitrogen content levels (3.61%) were found after cultivation in 100% sawdust. These differences were less pronounced for the spruce and birch seedlings. Some differences could also be observed between substrates in terms of the seedlings' phosphorus, potassium, manganese and iron content.

The results show promising opportunities for increased use of the studied alternative substrate. However, at least a limited proportion of peat mixed with sawdust seems to be required to achieve acceptable growth when using standard levels of fertilizer intended for conventional cultivation in peat. Additional mixtures consisting of varying proportions of sawdust and peat should be evaluated and the possibilities of an increased nitrogen supply to seedlings grown in sawdust should be investigated.

*Keywords:* peat, plants, fossil fuels, wood chips

## Förord

Vi vill rikta ett stort tack till våra handledare, Daniel Gräns och Elisabeth Wallin som har givit oss mycket hjälp med rådgivning och vägledning, vilket har varit av stor betydelse för vår undersökning.

Vi vill även utbringa ett stort tack till Anders Håkansson på Scanpeat som har försett oss med kalk och företagets egenproducerade torv, samt även givit oss goda råd gällande vårt arbete.

Tack till Åke Törnqvist på Älgsjö såg AB som har bidragit med gransågspån till vår undersökning samt till Björn Holmer på Skadoms Plantskola som försåg oss med lämpligt björkfrö till odlingsförsöket.



# Innehåll

<b>1. INLEDNING</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 ALLMÄNT OM TORV</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 TIDIGARE GENOMFÖRDA STUDIER</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 FÖRUTSÄTTNINGAR</b> .....	<b>2</b>
1.3.1 STABILT PH-VÄRDE.....	2
1.3.2 TILLGÅNG PÅ NÄRING .....	2
<b>1.4 TORVENS EGENSKAPER</b> .....	<b>3</b>
<b>1.5 SÅGSPÅNETS EGENSKAPER</b> .....	<b>3</b>
<b>1.6 SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNING</b> .....	<b>3</b>
<b>2. MATERIAL OCH METODER</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1 FRAMSTÄLLNING AV SUBSTRAT</b> .....	<b>4</b>
2.1.1 TORV .....	4
2.1.2 GRANSÅGSPÅN .....	4
2.1.3 BLANDNING AV GRANSÅGSPÅN OCH TORV.....	4
<b>2.2 PLANTKASSETTER</b> .....	<b>5</b>
<b>2.3 FRÖSÅDD</b> .....	<b>5</b>
<b>2.4 INVÄGNING</b> .....	<b>5</b>
<b>2.5 LJUS OCH TEMPERATUR</b> .....	<b>6</b>
<b>2.7 GÖDSLING OCH BEVATTNING</b> .....	<b>7</b>
<b>2.8 DATAINSAMLING</b> .....	<b>8</b>
2.8.1 VATTENFÖRHÅLLANDE FÖRMÅGA .....	8
2.8.2 HÖJDTILLVÄXT .....	8
2.8.3 BARR- OCH ROTANALYS.....	8
2.8.4 STAMDIAMETER .....	8
<b>2.9 HYPOTESPRÖVNING</b> .....	<b>8</b>
<b>3. RESULTAT</b> .....	<b>10</b>
<b>3.1 PLANTÖVERLEVAD OCH HÖJDTILLVÄXT</b> .....	<b>10</b>
<b>3.8 NÄRINGSANALYS</b> .....	<b>15</b>
<b>4. DISKUSSION</b> .....	<b>17</b>
<b>4.1 DUBBELBARR</b> .....	<b>18</b>
<b>4.2 NÄRINGSANALYS</b> .....	<b>18</b>
<b>4.3 FELKÄLLOR OCH OSÄKERHET I RESULTATEN</b> .....	<b>19</b>
<b>4.4 SLUTSATSER OCH VIDARE FORSKNING</b> .....	<b>19</b>
<b>REFERENSER</b> .....	<b>21</b>

<b>BILAGOR .....</b>	<b>23</b>
<b>BILAGA 1. ....</b>	<b>23</b>
<b>BILAGA 2. ....</b>	<b>24</b>
<b>BILAGA 3. ....</b>	<b>25</b>
<b>BILAGA 4. ....</b>	<b>26</b>
<b>BILAGA 5. ....</b>	<b>27</b>
<b>BILAGA 6. ....</b>	<b>28</b>
<b>BILAGA 7. INNEHÅLLSFÖRTECKNING LITHOKALK. ....</b>	<b>29</b>
<b>BILAGA 8. BILDER IFRÅN FÖRSÖKET.....</b>	<b>30</b>



# 1. Inledning

## 1.1 Allmänt om torv

Torv är en organisk jordart, där växtmaterial ansamlas i ett område med hög vattennivå. För att möjliggöra nedbrytning av materialet krävs syre, men på grund av den höga vattennivån uppstår syrebrist. Nytt växtmaterial tillförs snabbare än nedbrytningen, vilket ger en ackumulering av halvt nedbrutet material (Topcuoğlu & Turan 2018; Lindsay & Andersen 2016).

I Sverige är 15 procent av landarealen klassad som torvmark (SGU 2021). Torv är idag i många sammanhang klassad som ett fossilt bränsle (Naturvårdsverket u.å; SGU 2021). Under en lång tid har man skapat torvtäcker i syfte att använda torven för energiproduktion. Torv är även populärt att använda som odlingsmaterial för skogsplantor och grönsaker tack vare dess unika egenskaper (Johansson 2008).

Idag sker torvbrytning endast i områden som inte anses ha höga naturvärden. Verksamheter som finns inom torvindustrin måste söka tillstånd och visa hänsyn till miljöbalken som reglerar torvbrytningen (SGU 2021).

Enligt Naturvårdsverket (2021) påverkar torvbrytning klimat och miljö negativt. De orörda torvmarkerna som finns i världen idag är viktiga för att motverka klimatförändringarna eftersom de utgör en kolsänka som både lagrar och tar upp ytterligare kol från atmosfären. Torvbrytning gör att klimatnyttan som torvmarkerna bidrar med minskar och de kan då istället förvandlas till en kolkälla som läcker ut växthusgaser, där dikade torvmarker släpper ut stora mängder koldioxid. Enligt Naturvårdsverket (2021) bidrar utdikade torvmarker med 20 procent av koldioxidutsläppen i Sverige.

Idag sker torvbrytning i en relativt liten skala jämfört med 1980- och 1990-talet. Under den perioden bröts torv i stora mängder eftersom behovet av energitorv var större. Idag är torv som bränsle inte lika populärt. Odlingstorven har däremot ökat, med en större produktion än energitorv för det senaste redovisade året (2019) (SGU 2020).

Flera aktörer inom skogssektorn arbetar för att utveckla nya alternativa substrat som skulle kunna ersätta odlingstorven. Om man i skogsplantskolor helt eller delvis skulle kunna ersätta torven med alternativa odlingssubstrat som var lika effektiva skulle möjligheterna att kunna uppfylla de svenska miljö kvalitetsmålen öka. Målsättningen är att detta i sin tur skulle kunna bidra till ett mer ekologiskt hållbart samhälle. Exempelvis barkmull är en restprodukt från skogsindustrin som idag används till odling. Barkmull är finfördelat material från bark och kan blandas ut med torv för att ge substratet en mer jordförbättrande förmåga med luftigare och grövre struktur (Joeris 2022).

## 1.2 Tidigare genomförda studier

En studie genomförd av Mattson (1996) syftade till att undersöka alternativa odlingssubstrat med potential att ersätta torv. I odlingsförsöket jämfördes tallplantors tillväxt i restprodukter från sågverksindustrin med plantor odlade i konventionell lågförmultnad torv. Spån jämfördes med torv under den fyra månader långa testodlingen. Resultaten från Mattsons (1996) undersökning visade att granspån fungerade för odling av tallplantor men att torven gav det bästa resultatet. Både tall- och björkspån ansågs vara olämpliga som odlingssubstrat baserat på de skillnader i tillväxt som uppmättes.

Studier med blandningar av substrat har även gjorts i exempelvis Finland, där mediet bestod av blandningar mellan torv, perlite och sand. I denna studie konstaterades att substraten med hög andel torv gynnade björkplantorna, medan tallplantorna växte bäst i en blandning med perlite och torv. Sandstrukturen gjorde det svårt för plantorna att rota sig ordentligt (Heiskanen & Rikala 1998). Det har även genomförts liknande studier med bland annat kokosfiber som alternativt substrat, dock främst för odling av livsmedel och grönsaker (Ortiz-Delvasto et al. 2023).

## 1.3 Förutsättningar

Vid odling vill man att odlingssubstratet ska uppfylla plantans behov av näring syre och vatten. Det som är önskvärt hos ett odlingssubstrat är att det inte innehåller bakterier som kan sprida sjukdom som kan påverka plantans överlevnad. Man vill heller inte att det ska innehålla frön från ogräs eller andra oönskade växter (Mattson 1996).

### 1.3.1 Stabilt pH-värde

pH (potentia Hydrogenii) är en måttenhet som mäter vätejonernas kraft i jorden. pH-värdet påverkar plantans förmåga till näringsupptag. Ett stabilt pH-värde frambringar ett högt näringsupptag för plantan. För jord i trädgårdar är det mest optimala pH-värdet mellan 6 och 7. Vid odling av barrplantor bör pH-värdet vara mellan 5–6 (Johansson 2008).

### 1.3.2 Tillgång på näring

Substratet ska innehålla näring som plantan behöver för sin utveckling och tillväxt. Näring som plantan behöver i stor omfattning (makronäringsämnen) är kväve, fosfor, kalium, kalcium, magnesium och svavel. Plantan behöver även andra näringsämnen men i mindre omfattning (mikronäringsämnen) som järn, mangan, bor, zink, koppar, klor och molybden. Finns dessa näringsämnen tillgängliga för plantan så har den potential att få en god tillväxt (Rytter 2007).

## 1.4 Torvens egenskaper

Torvens egenskaper karaktäriseras av en låg näringshalt, samt god vattenhållande förmåga. Torven har även en hög katjonbyteskapacitet (CEC) som innebär att substratet kan lagra och binda näringsämnen under en lång tid och att näringsämnena inte urlakas lika lätt vid bevattning eller när substratet blir utsatt för regn. Den höga vattenhållande förmågan innebär att torven lätt kan uppta stora mängder vatten. Dessa egenskaper gör att torven är ett perfekt substrat i odlingssammanhang (Johansson 2008).

## 1.5 Sågspånets egenskaper

Sågspån kan också uppta vatten beroende på vilken fraktionsstorlek den har. Är den av stor fraktionsstorlek så blir den storporig som innebär att sågspånet binder mer syre än vatten. Ett problem som kan uppstå med sågspån vid användning i odling är förmultning i samband med upptag av näring. Sågspån kan även innehålla en hög andel tanniner vilket är skadligt för plantan (Johansson 2008).

## 1.6 Syfte och frågeställning

Syftet med detta arbete var att undersöka om gransågspån är ett lämpligt alternativt substrat som kan ersätta torven helt eller delvis. Detta gjordes genom att jämföra plantors tillväxt i rena respektive i en blandning av substrat. De trädslag som testodlades var tall, gran och björk. Inom odlingssammanhang har man tidigare använt sågspån till ogräsbekämpning och till isolering av växter under vintern, men det finns mycket få studier om sågspån som odlingssubstrat.

Arbetet är utformat efter frågeställningarna nedan:

- Hur skiljer sig plantorna i stamdiameter, höjdtillväxt samt rot- och skotttillväxt efter odling i olika substrat och blandningar av substrat?
- Finns skillnader mellan tall, gran och björk när det gäller förmågan att växa i de olika substraten?
- Finns skillnader i barrens/lövens näringsinnehåll mellan plantor odlade i olika substrat och kombinationer av substrat?

## 2. Material och metoder

### 2.1 Framställning av substrat

Till undersökningen användes gransågspån från Älgsjö Såg AB samt torv från torvproducenten Scanpeat och s.k. lithokalk. Torven var av typen blocktorv med en blandning av fraktion 3–10 mm och 3–18 mm som skördats i block och alltså inte frästs. Enligt leverantören är blocktorv generellt renare än frästtorv och har bättre vattenupptagningsförmåga vilket resulterar i bättre förutsättningar för plantorna än frästtorv (Scanpeat 2023).

#### 2.1.1 Torv

Som ett första steg grundkalkades torven med 1,7 gram lithokalk per liter torv enligt rekommendation från leverantören (Håkansson<sup>1</sup>) för att uppnå lämpligt pH-värde. För detta användes en cementblandare där först torv och vatten hälldes i blandaren i syfte att minska risken för damm från den torra torven och därefter tillsattes kalken. Efter sex minuters blandande tömdes substratet ner i en plastlåda. En trädgårdsspade användes för att få ut all torv ur cementblandaren, och den kvarvarande kalkbeläggningen skrapades ut för att minimera förlusten.

#### 2.1.2 Gransågspån

Gransågspånet levererades färskt i två olika lådor, uppdelade ifrån sågverket i spån innehållande högre andel splintved samt spån med högre andel kärnved. Totalt 12 liter av kärnvedssågspånet hälldes ned i cementblandaren tillsammans med 12 liter av splintvedssågspån. Sågspånet blandades i cementblandaren under fem minuter och kranvatten tillsattes i syfte att fukta spånblandningen. Den färdiga spånblandningen tömdes ned i en plastlåda.

#### 2.1.3 Blandning av gransågspån och torv

Substratet som skulle blandas till 50 procent sågspån och 50 procent torv skapades genom att tillsätta åtta liter färdigkalkad torv i cementblandaren tillsammans med fyra liter kärnvedssågspån samt fyra liter av splintvedssågspån. Substratet blandades under fem minuter i cementblandaren med tillsättning av två liter kranvatten för att fukta substratet tillräckligt. Den färdiga blandningen tömdes ned i en separat plastlåda.

---

<sup>1</sup> Anders Håkansson, Scanpeat, E-postkonversation 2023-05-21.

## 2.2 Plantkassetter

I undersökningen användes totalt 36 kassetter som gjorts iordning genom att nio plantkassetter av typen Plantek 121F, med en behållarvolym på 50 ml, sågats i fyra mindre enheter med plats för 25 plantor i varje enhet. Fyra sådana 25-plantors enheter per försöksled användes sedan, vilket innebär att 100 behållare per försöksled, totalt 900 behållare fylldes med något av de tre olika substraten. För att undvika förluster av substrat via kassetternas öppna botten fylldes de först med en liten mängd substrat som därefter komprimerades manuellt i syfte att skapa en bottenplugg. Sedan fylldes kassetterna med substrat upp till behållarkanten på ett varsamt sätt för att undvika komprimering. Totalt fylldes 12 enheter för varje av följande tre substratvarianter: 100 % torv, en blandning av 50 % torv och 50 % spån, samt 100 % spån.

## 2.3 Frösådd

Innan sådden genomfördes lades de substratfyllda kassetterna i ett vattenbad i 15 minuter för att substratet skulle dra till sig vatten. Vattenbadet bestod av en plastlåda som var fylld med vatten som nådde upp till halva plantkassetternas höjd.

Frösådden inleddes med att placera plantkassetterna på ett bord, en penna användes sedan för att göra groningshål i substraten i varje plantkassett. För tall och gran användes enkorssådd och för björk tillämpades trekorssådd. Totalt såddes fyra kassetter för varje substrat och trädslagskombination. Proveniensen var för tall Hade, för gran Öhn samt för björk Hausjärvi. Efter sådd delades plantkassetterna in i nio olika försöksled, med fyra upprepningar, var och en innehållande 25 odlingsbehållare, totalt 100 odlingsbehållare för varje försöksled. Varje kassettenhet märktes upp med etiketter enligt följande:

- Försöksled 1: Tall i 100 procent torv
- Försöksled 2: Tall i 50 procent torv + 50 procent spån
- Försöksled 3: Tall i 100 procent spån
- Försöksled 4: Gran i 100 procent torv
- Försöksled 5: Gran i 50 procent torv + 50 procent spån
- Försöksled 6: Gran i 100 procent spån
- Försöksled 7: Björk i 100 procent torv
- Försöksled 8: Björk i 50 procent torv + 50 procent spån
- Försöksled 9: Björk i 100 procent spån

## 2.4 Invägning

Efter sådd vägdes varje plantkassett och vikten noterades i ett Excel-dokument i syfte att undersöka skillnader mellan den vattenhållande förmågan mellan de olika substraten. Efter avslutad invägning placerades plantkassetterna på en odlingsram som var utrustad med en tunn befuktningssduk som placerades på botten av odlingsramen i syfte att bibehålla en god fuktighet för plantorna under odlingen.

## 2.5 Ljus och temperatur

Odlingsramen kompletterades med två LED-odlingslamparmaturer, av typen Valoya med en effekt på 655 Watt. Lamporna placerades 52 centimeter ovanför odlingsramen. Fotosyntetiskt aktivt ljus (PAR) mättes i enheten mikromol. Ljusstyrkan från lamporna justerades så att mitten av odlingsramen hade en ljusstyrka på cirka 350 mikromol och kanten på odlingsramen fick en ljusstyrka på cirka 150 mikromol.

Temperaturen i odlingsutrymmet justerades till cirka +20 grader Celsius. För att alla plantkassetter skulle få samma tillgång på ljus omplacerades kassetterna två gånger i veckan i syfte att minimera risken för att kassetterna längst ut på odlingsramen inte fick tillräckligt med ljus.

Under odlingsvecka fyra ökades ljusstyrkan. Ljusstyrkan mättes med hjälp av en spektrometer som placerades i mitten av odlingsramen och registrerade en ljusstyrka på cirka 600 mikromol och kanternas ljusstyrka mättes till cirka 200 mikromol.

Under den sjunde odlingsveckan flyttades odlingen till försöksväxthuset och kassetterna placerades på en större odlingsram. Odlingsramens botten var utrustad med ett hönsnät och det fanns ett mellanrum under ramen ner till växthusets betonggolv. Syftet med att flytta odlingen till växthuset var att ge plantorna dagligt solljus och mer utrymme.

Taket ovanför odlingsramen utrustades med två LED-armaturer av typen Parus med en effekt på 240 Watt i syfte att förlänga antalet ljusa timmar per dygn. Lamporna placerades 139,5 centimeter ovanför odlingsramen. Ljusstyrkan justerades till 300 mikromol och kontrollmättes med en spektrometer som placerades i mitten av odlingsramen. Ljusstyrkan kontrollerades vid kanterna på odlingsramen och uppgick till 100 mikromol. Mätningen genomfördes 18:00 på kvällen i syfte att inte låta solinstrålningen från glastaket påverka mätningen av ljusstyrkan från lamporna. Lamporna var utrustade med en timer som justerades så att lamporna lyste från klockan 18:00 till 24:00. Resterande tid under dygnet var lamporna avstängda.

## 2.6 Siktskakning av sågspån

Totalt 50,19 gram torkat sågspån lades in i siktbehållarna på en skakmaskin av märket Retsch as200 och skakades sedan. Efter utförd skakning så fördelades sågspånet i sikt och vägdes på en digitalvåg. Störst andel hade fraktionsstorleken 2 mm eller mindre (74 procent) medan resten av spånet (26 procent) var av storleken 2 mm eller större (tabell 1).

**Tabell 1.** Fördelningen av fraktionsstorleken i det gransågspånsprov som karaktäriserades genom skaktest. Andelen är angivet i procent.

Fraktionsstorlek, mm	Vikt, g	Andel, %
4	1,68	3%
2	11,64	23%
1	24,45	49%
1 >	12,42	25%
Total:	50,19	100%

## 2.7 Gödsling och bevattning

Varje dag bevattnades odlingarna manuellt morgon och kväll så att substratet hölls fuktigt och risken för uttorkning kunde undvikas.

Före utspädning hade det gödselmedel (Wallco) som användes följande innehåll per liter: 100 g kväve, 13 g fosfor, 65 g kalium, 9 g svavel, 0,3 g järn, 0,1 g mangan, 0,06 g koppar, 0,14 g zink, 0,11 g bor, samt 0,007 g molybden. Efter två veckors odlingstid gödslades samtliga björkplantor. Plantkassetternas totala yta uppgick till 0,36 kvadratmeter. För att nå den önskade kvävemängden på 2 g/m<sup>2</sup> användes 0,48 L kväveblandning med en koncentration på 1,5 gram/L. Den totala kvävemängden uppgick då till 0,72 g för samtliga plantor. Plantorna gödslades med växtnäringsmedel utspätt med kranvatten till en koncentration motsvarande 1,5 gram kväve per liter. Totalt nyttjades 0,48 liter för att nå en önskad kvävemängd på 0,72 gram. Kranvatten mättes upp i en behållare, varefter en pipett användes för att tillsätta gödseln. Innehållet blandades en gång och tömdes ner i en sprayflaska. Kväveblandningen applicerades jämnt fördelat över samtliga björkkassetter. Efter 15 min bevattnades plantorna lätt med kranvatten från en sprayflaska för att undvika brännskador på bladen. Plantkassetterna ställdes tillbaka på odlingsramen på samma positioner som tidigare.

Efter tre veckors odlingstid påbörjades gödsling av tall- och granplantor. Plantkassetterna med tall och gran motsvarade tillsammans en yta på 0,72 m<sup>2</sup>. För att få den önskade kvävemängden på 3 g/m<sup>2</sup> blandades 11 ml kväve med 720 ml kranvatten i en tillbringare, lösningen hälldes ned i en sprejflaska. Barrplantorna sprayades med en jämn fördelning över alla kassetter. Kassetterna fick sedan stå och dra till sig kvävelösningen i 15 minuter. Plantorna duschades därefter med kranvatten för att undvika risken för brännskador på barren. Kassetterna ställdes sedan tillbaka på samma position i odlingsramen som tidigare.

## 2.8 Datainsamling

### 2.8.1 Vattenförhållande förmåga

Under pågående odling vägdes plantkassetterna en gång i veckan. Kassetterna vikt registrerades först före vattning och sedan bevattnades kassetterna och vägdes åter efter 15 minuter.

### 2.8.2 Höjdtillväxt

I samband med vägning av kassetterna mättes höjdtillväxten på plantorna i mm och noterades i ett Excel-dokument. Mätningen av höjdtillväxten startades vid odlingsvecka tre. Vid mättillfället användes en linjal för att mäta höjden på plantan från plantkassetterns topp till brytningen mellan plantans stam och första toppskottet. Höjdtillväxten mättes på de plantor som var i de mittersta raderna i kassetten, totalt mättes två rader per kassett som motsvarade tio plantor.

### 2.8.3 Barr- och rotanalys

Efter 11 veckors odling avslutades försöket. Slumpmässigt valdes plantor ut för beräkning av rot/skott-kvot. Antalet provplantor som behövdes för detta var 20 stycken per försöksled. Plantornas skott och rot separerades vid substratets yta, rötterna och skotten tvättades noggrant innan de lades in i två separata kuvert för varje planta. Ett kuvert innehöll rot delen, och ett innehöll skott delen. Ytterligare en omgång provmaterial samlades in per försöksled för torkning. Detta material bestående av barr och stamdel för tall och gran samt enbart blad för björk användes därefter för bestämning av kväveinnehåll och innehåll av andra makro- respektive mikronäringsämnen (fosfor, kalium, mangan samt järn). För detta samlades 20 gram färsk skottbiomassa per försöksled eftersom provet minst måste ha en torrsvikt på 5 g för att möjliggöra korrekta laboratorieanalyser.

Kuvertens innehåll torkades i en ugn i +105 grader C. Efter 24 timmar placerades kuverten i en exsikator med fuktfångande material för att svalna i syfte att minimera risken för påverkan av den omgivande luftens fuktighet.

### 2.8.4 Stamdiameter

Efter odlingstidens slut mättes stamdiameteren på samma plantor som höjdtillväxten mättes på. Diametern på plantornas stammar under de nedersta barren/löven mättes med hjälp av ett digitalt skjutmått. Värdena noterades i ett Excel-dokument.

## 2.9 Hypotesprövning

För att möjliggöra lämpliga statistiska analyser bestämdes vid utformningen av försöket att antalet plantor per försöksled skulle uppgå till 100 st. Eftersom antalet översteg 30, så användes nedanstående formel för beräkningarna (Figur 1).



$$Z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad (6.2.3)$$

Används om både  
 $n_1 \geq 30$  och  $n_2 \geq 30$ .

**Figur 1.** Formel som användes vid hypotesprövning (Stenhag 2020).

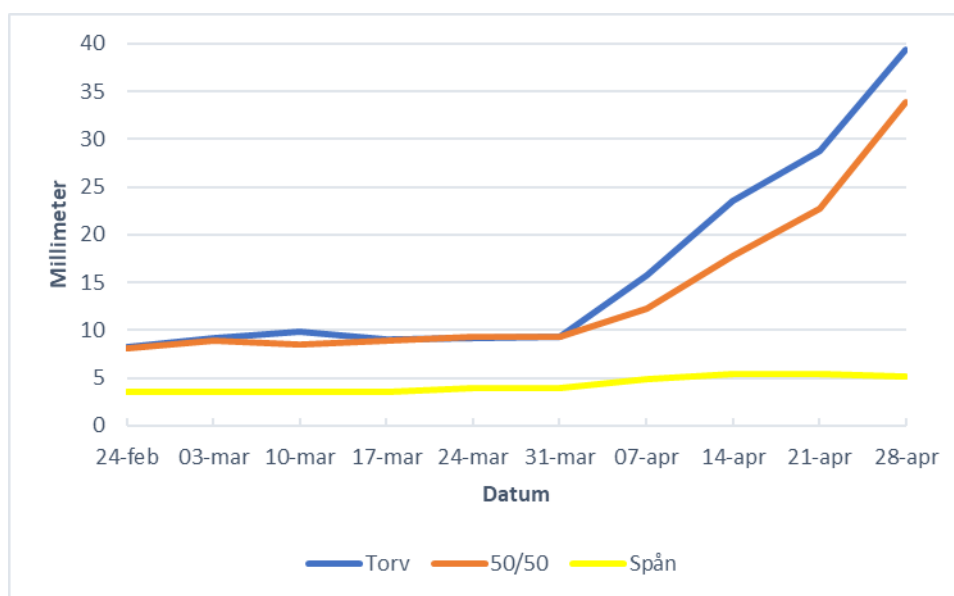
## 3. Resultat

### 3.1 Plantöverlevnad och höjdtillväxt

För tall odlad i torv beräknades överlevnaden till 92,5 procent för de 40 provplantor som följdes under odlingen. Den totala höjdtillväxten under odlingsperioden var för dessa plantor i genomsnitt 39,4 millimeter (Figur 2).

Överlevnaden för tall som odlats i 50 procent torv och 50 procent spån (50/50) var 95 % och medeltillväxten vid slutet av odlingsperioden var 33,8 millimeter baserat på de 40 provplantorna (Figur 2).

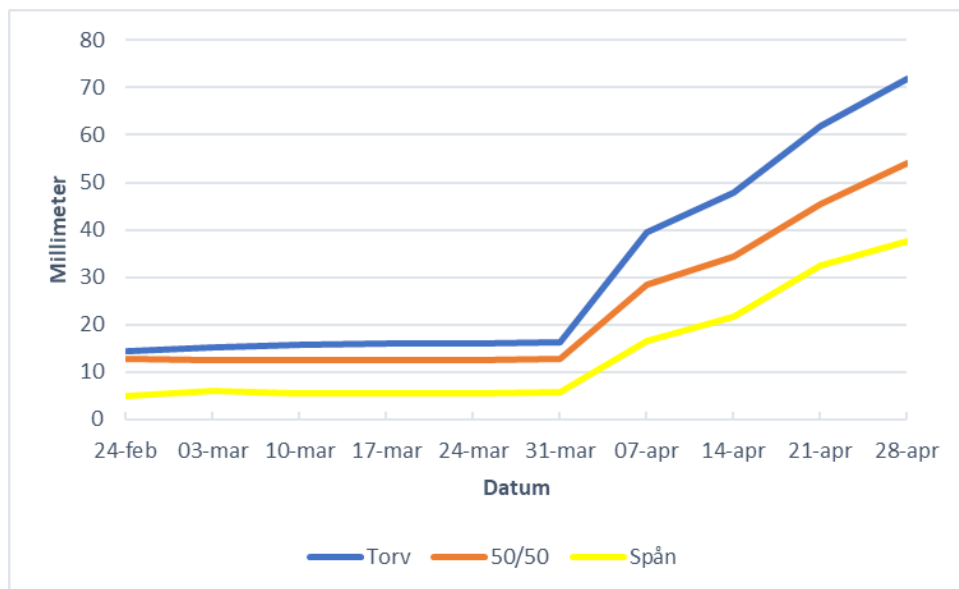
Tall odlad i gransågspån hade en något lägre överlevnad än i de andra substraten motsvarande 82,5 procent. Även den genomsnittliga totala höjdtillväxten på 5,7 mm för de 40 provplantorna i slutet av odlingstestet var betydligt lägre jämfört med de övriga substraten (Figur 2).



**Figur 2.** Höjdtillväxt (mm) under odlingsperioden för tall odlad i 100 % torv, en blandning av 50 % torv och 50 % spån samt i 100 % spån vid tio olika mättillfällen under elva veckors odling. Totalt 40 provplantor per försöksled mättes.

För gran odlad i torv beräknades överlevnaden till 92,5 procent för de 40 provplantor som mättes. Den totala höjdtillväxten under odlingsperioden var i genomsnitt 71,8 millimeter (Figur 3). Överlevnaden för gran odlad i 50 procent spån och 50 procent torv var 92,5 procent och i genomsnitt hade tillväxten i slutet av odlingsperioden varit 54 millimeter (Figur 3).

Granens överlevnad på 75 procent för plantor odlade i 100 procent sågspån var lägre än i de andra två substraten. Även den genomsnittliga höjdtillväxten på 37,7 millimeter hade varit lägre än i de övriga substraten (Figur 3).

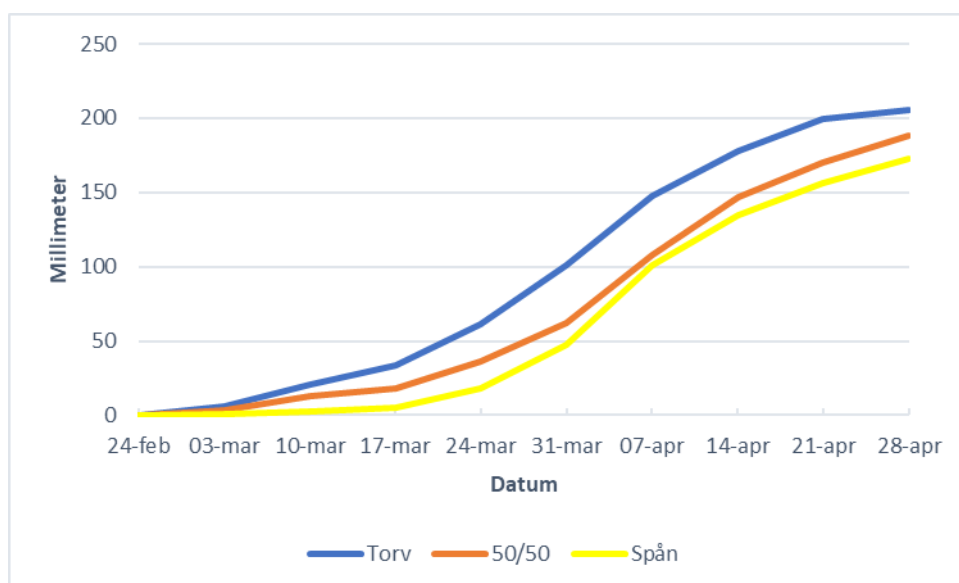


**Figur 3.** Höjdtillväxt (mm) under odlingsperioden för gran odlad i 100 procent torv, en blandning av 50 procent torv och 50 procent spån samt i 100 procent spån vid tio olika mättillfällen under elva veckors odling. Totalt 40 provplantor per försöksled mättes.

För björk odlad i torv beräknades överlevnaden till 92,5 procent för de 40 provplantor som följdes under odlingen. Den totala höjdtillväxten under odlingsperioden var för dessa plantor i genomsnitt 205,9 millimeter (Figur 4).

Överlevnaden för björk som odlats i 50 procent torv och 50 procent spån (50/50) var 95 % och den totala tillväxten vid slutet av odlingsperioden var 188 millimeter baserat på de 40 provplantorna (Figur 4).

Björk odlad i gransågspån hade högst överlevnad av samtliga försöksled motsvarande 100 procent. Den genomsnittliga höjdtillväxten på 172,9 mm för de 40 provplantorna i slutet av odlingstestet var lägre än för övriga substrat (Figur 4).



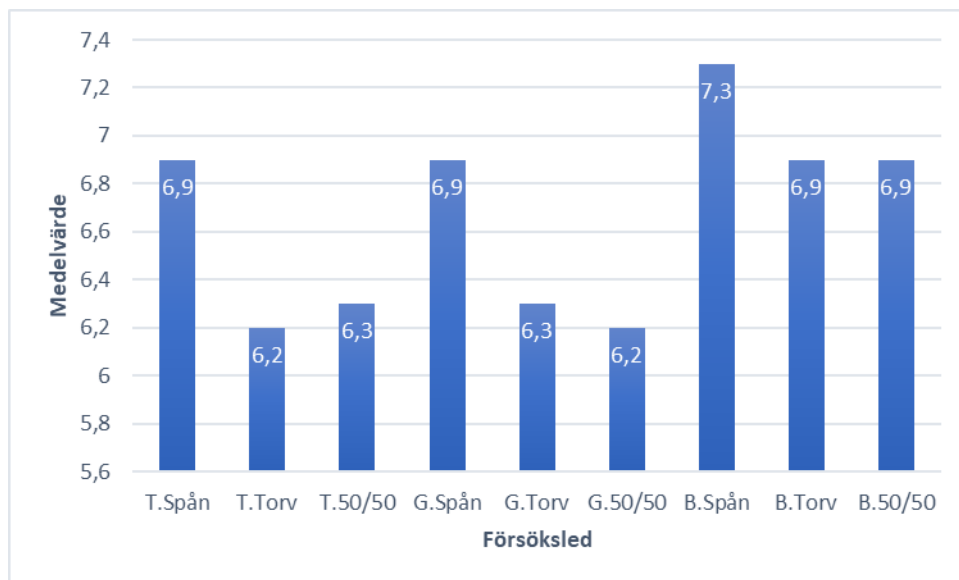
**Figur 4.** Höjdtillväxt (mm) under odlingsperioden för björk odlad i 100 % torv, en blandning av 50 % torv och 50 % spån samt i 100 % spån vid tio olika mättillfällen under elva veckors odling. Totalt 40 provplantor per försöksled mättes.

### 3.4 Substratens pH-värde

pH-värde i pressvattnet från substraten mättes under odlingsvecka 9, 10 och 11. För försöksleden med tall var det substratet innehållandes enbart sågspån som hade det högsta medelvärdet med ett pH på 6,9. Det lägsta pH-värdet på 6,2 uppmättes där tallplantorna hade odlats i 100 procent torv men skillnaden jämfört med substratblandningen 50 procent torv och 50 procent spån var 0,1. (Figur 5).

Även för försöksleden med gran var det i substratet innehållandes sågspån som det högsta medelvärdet registrerades med ett pH på 6,9. Det lägsta pH-värdet hade försöksledet med gran odlad i 50 procent torv och 50 procent sågspån som hade ett pH på 6,2 Även här var skillnaden 0,1 jämfört med torv (Figur 5).

Samma mönster kunde observeras för försöksleden med björk och även i detta fall hade substratet innehållandes enbart sågspån det högsta medelvärdet med ett pH på 7,3 medan ett pH-värde på 6,9 uppmättes både för björk odlad i torv och björk odlad i 50 procent torv och 50 procent sågspån (Figur 5).

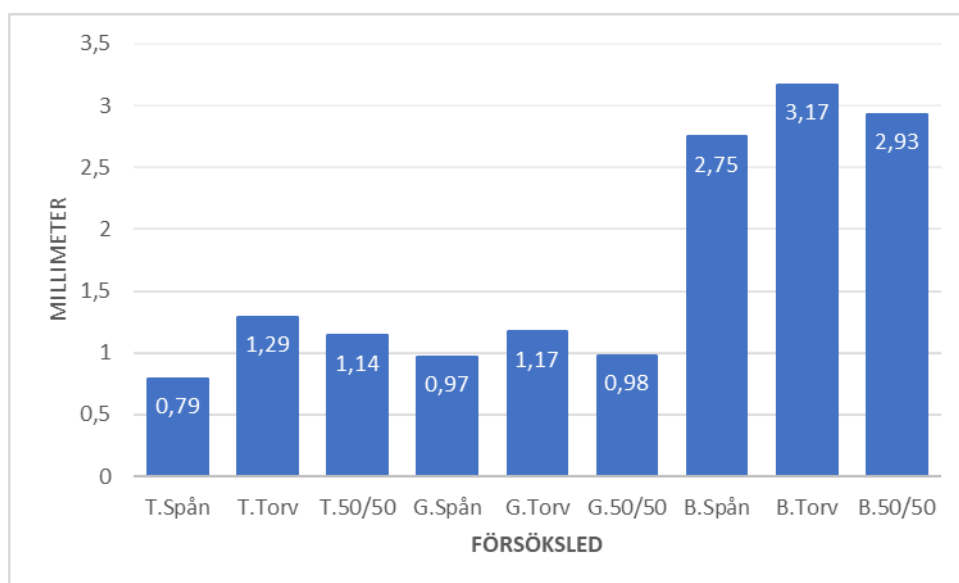


**Figur 5.** Medelvärde för pH i pressvatten från substrat där tall- gran-, och björkplantor odlats i 100 procent torv, en blandning av 50 procent torv och 50 procent spån samt i 100 procent spån. Medelvärdet baseras på pH-värde från tre mättillfällen.

### 3.5 Diametertillväxt

Skillnaden i diametertillväxt var stor mellan barr- och björkplantor (Figur 6). Diametertillväxten hade för alla trädslag varit störst vid odling i torv och lägst vid odling i sågspån. Odling i blandningen av torv och spån gav den näst högsta diametertillväxten men skillnaden mellan spån och 50/50-blandningen var för gran endast 0,01 mm. Björk i torv hade haft en betydande diametertillväxt på 3,17 millimeter medan tall i torv endast hade haft en diametertillväxt under odlingsperioden motsvarande 1,29 millimeter i medelvärde. Gran i torv hade också en lägre diametertillväxt på 1,17 millimeter.

Tall odlad i spån fick den lägsta diametertillväxten av alla försöksled med ett medelvärde på 0,79 millimeter. Gran odlad i spån hade ett medelvärde på 0,97 millimeter i diametertillväxt och björk odlad i spån hade ett medelvärde på 2,75 millimeter i diametertillväxt (Figur 6).



**Figur 6.** Total diametertillväxt efter 11 veckors odling av tall- gran-, och björkplantor i 100 procent torv, en blandning av 50 procent torv och 50 procent spån samt i 100 procent spån. Medelvärdena baseras på 40 inmätta provplantor per försöksled.

### 3.6 Rot/skott-kvot

Plantor odlade i gransågspånssubstratet visade en stor variation i rot/skott-kvot. Standardavvikelsen för medelvärdet hos tall var 0,004 g för rot respektive 0,003 g för skott. Rot/skott-kvot för tall i gransågsspån hade ett medelvärde på 31 procent (Tabell 2). Gran och björk som odlades i gransågsspån hade mycket högre värden, rot/skott-kvoten för gran beräknades till 46 procent (Tabell 2). Standardavvikelsen för försöksleden var 0,007 g och 0,120 g för gran i spån, samt 0,020 g och 0,070 g för björk.

Rot/skott-kvoten för barrplantorna odlade i torvssubstratet beräknades till 30 procent för björk, 32 procent för tall och 21 procent för gran (Tabell 2). Det beräknade standardavvikelseerna för plantornas medelvärde var 0,009 g, 0,03 g för tall, 0,08 g, 0,03 g för gran och 0,030 g, 0,129 g för björk.

De övriga plantorna som odlades i en blandning mellan gransågspån och torv (50/50) hade en mindre spridning kring medelvärdet. Tallplantorna hade ett värde på 31 procent. Björkens rot/skott-kvot var 30 procent och granen fick ett värde på 25 procent (Tabell 2). Standardavvikelsen hos rot och skott var 0,070 g, 0,019 g för tall, 0,054 g, 0,012 g för gran respektive 0,078 g och 0,280 g för björk.

**Tabell 2.** Medelvikt för försöksledens skott, rot och totala vikt, tabellen beskriver även rot/skott-kvot i medelvärde.

Försöksled	Skott (g)	Rot (g)	Total vikt (g)	Rot/skott-kvot
T. Spån	0,052	0,016	0,068	31%
T. Torv	0,206	0,061	0,267	30%
T. 50/50	0,178	0,056	0,234	31%
G. Spån	0,09	0,041	0,131	46%
G. Torv	0,155	0,033	0,188	21%
G. 50/50	0,103	0,026	0,129	25%
B. Spån	0,42	0,164	0,584	39%
B. Torv	0,68	0,215	0,895	32%
B. 50/50	0,558	0,168	0,726	30%

### 3.7 Dubbelbarr

I slutet av odlingsperioden upptäcktes dubbelbarr i försöksleden med tall odlad i torv och i 50/50-blandningen. För båda försöksleden registrerades 62 av 100 provplantor med dubbelbarr.

### 3.8 Näringsanalys

Plantor odlade i 100 procent spån hade för alla trädslagen det lägsta järninnehållet medan plantor odlade i torv generellt hade högre värden för järninnehåll (Tabell 3). Det högsta kväveinnehållet hade provplantor från försöksledet med tall i 100 procent spån, med ett värde på 3,61 procent. Innehållet av fosfor var för barrplantorna lägst i substraten med 100 procent spån. Björkplantor odlade i 50 procent spån och 50 procent torv hade lägre kväve- och fosforinnehåll per kg än plantor som vuxit i 100 procent spån respektive 100 procent torv (Tabell 3).

Innehållet av kalium var för alla tre trädslagen som lägst i substraten med 100 procent torv. Substraten med 50 procent torv, 50 procent spån resulterade i plantor med betydligt högre halter av mangan jämfört med plantor odlade i de två övriga substraten (Tabell 3).

**Tabell 3.** Näringsinnehåll i barr och stamdel (gran, tall) samt blad (björk) angivet i procent för kväve (N) och mg/kg för Fosfor (P), Kalium (K), Mangan (Mn) och Järn (Fe). Försöksleden T. Spån, T. Torv samt T. 50/50 bestod av tallplantor odlade i substraten 100 procent granspån, 100 procent torv respektive i en blandning av 50 procent torv och 50 procent granspån. Försöksleden G. Spån, G. Torv samt G. 50/50 bestod av granplantor odlade i substraten 100 procent granspån, 100 procent torv respektive i en blandning av 50 procent torv och 50 procent granspån. Försöksleden B. Spån, B. Torv samt B. 50/50 bestod av björkplantor odlade i substraten 100 procent granspån, 100 procent torv respektive i en blandning av 50 procent torv och 50 procent granspån.

Försöksled	Kväve (%)	Fosfor (mg/kg)	Kalium (mg/kg)	Mangan (mg/kg)	Järn (mg/kg)
T. Spån	3,61	2 712,60	19 869,15	228,90	29,11
T. Torv	2,67	3 288,83	12 399,07	266,40	57,31
T. 50/50	2,64	3 106,64	14 076,48	409,14	51,33
G. Spån	2,15	2 979,43	17 994,15	236,94	49,68
G. Torv	2,26	3 225,14	13 395,52	198,72	54,83
G. 50/50	2,13	3 226,44	14 039,80	431,48	54,00
B. Spån	2,36	2 005,50	21 008,61	152,06	69,03
B. Torv	2,35	2 064,72	20 374,00	115,67	98,85
B. 50/50	2,15	1 706,42	20 892,16	283,08	89,01

### 3.9 Utfall av hypotesprövning för höjdtillväxt

Hypotesprövning genomfördes i syfte att undersöka huruvida plantor odlade i 100 procent spån hade växt lika bra eller bättre än plantor som odlats i 100 procent torv.

I jämförelserna av höjdtillväxt mellan spånsubstrat och torvsubstrat kunde vi med 99 procent sannolikhet påvisa att plantor i torv växt bättre oavsett trädslag.

När det gällde jämförelsen av höjdtillväxt för tall odlad i 100 procent torv och tall odlad i 50/50-blandningen kunde inga statistiskt signifikanta skillnader påvisas mellan substraten (Bilaga 2).

Våra hypoteser bedöms genom korrelationen mellan det beräknade z-värdet och z-värdet enligt tabell. Ju närmare tabellvärdet vi är desto säkrare blir vår hypotes. Den största skillnaden i z-värde kunde påvisas i tall med 100 procent spån (Bilaga 1).



## 4. Diskussion

Plantor odlade i 100 procent torv hade konsekvent störst höjdtillväxt och diametertillväxt medan plantor odlade i 100 procent sågspån hade den lägsta höjd- och diametertillväxten (Figur 2, 3, 4, 6). Det var uppenbart att torv som odlingssubstrat varit mycket effektivt. Möjliga orsaker till den långsammare höjdtillväxten hos plantorna i spånsubstraten var att spånplantorna hade satsat på rottillväxten (tabell 2) och mindre på skottillväxten. Detta eftersom spånplantorna haft en mer begränsad tillgång på näring på grund av en snabbare urlakning i substratet (Rytter & Ericsson 2000). Redan tidigt under odlingsfasen kunde en blekare barr/bladfärg observeras för plantor odlade i spån jämfört med övriga plantor. Det är tidigare känt att torven har en god katjonbyteskapacitet (CEC) (Johansson 2008) vilket innebär att torven har förmågan bibehålla viktiga näringsämnen under en längre tid och att de tillsatta näringsämnena inte urlakas lika snabbt som för gransågspånet.

Det var extra intressant att följa utvecklingen för 50/50-blandningen bestående av torv och sågspån, som jämfört med enbart torv hade en lägre höjdtillväxt, men där skillnaderna minskade i slutet av odlingstiden (Figur 2, 3, 4) Därför bör möjligheterna att använda denna typ av blandning för industriell odling vidare undersökas.

För de tre trädslag som inkluderats i detta försök, visade sig utmaningarna vara störst när det gällde tall. Flertalet faktorer spelade nog in i detta, varav några kan tänkas vara det höga pH-värdet i substraten (mellan 6,9 och 6,2), problematik med s.k. rotränning (rötterna får inte fäste i substratet och trycker upp plantan) i substraten innehållandes sågspån samt skillnader mellan trädslag gällande fröets storlek.

Substraten innehållandes sågspån sjönk ihop något under odlingstiden. Rotränning förekom i substrat innehållandes sågspån. Omplanteringsförsök gjordes för dessa groddplantor men utvecklingen av överlevnadsrotsystem hade i och med detta redan störts. Möjligtvis kan detta ha en framtida effekt på rotsystemet och plantans stabilitet i marken efter plantering.

Försöksleden innehållandes björk hade samtliga en stark tillväxt, en armering av rotklumpen hade hunnit ske i alla substrat. Under odlingstidens början, då plantorna odlades på en bevattningsduk var rötterna mycket vitala, med god utveckling. När plantorna senare flyttades ut på odlingsramen avtog rottillväxten. Detta gjordes bland annat för att undvika att rötterna skulle växa in i bevattningsduken. En annan anledning till att vi flyttade plantorna var att det var planerat från början att plantorna skulle odlas i växthuset på liknande sätt som i plantskolor, problemet var att det inte var tillräckligt hög temperatur i växthuset under februari-mars.

Under de tre sista veckorna av odlingstiden var det ett antal björkar odlade i torv som dog och detta kan ha berott på att björken hade en snabb höjdtillväxt vilket

resulterade i att plantorna skuggade och trängde undan varandra. Detta problem hade undvikits om björkplantorna haft mer växtutrymme och odlats i kassetter med större behållarvolym. Höjdtillväxten och diametertillväxten påverkades negativt av detta och tillväxtkurvan för björk odlad i torv planade ut i slutet av odlingsperioden (Figur 4).

Rot/skott-kvoten var generellt något högre för plantor odlade i 100 procent spån (Tabell 2). Den mer ogynnsamma miljön och lägre tillgången på näring i sågspånen kan ha resulterat i att plantorna där utvecklat större rotsystem i förhållande till ovanjorddelen jämfört med de andra substraten. Dessa resultat stämde överens med tidigare kunskap om att begränsad tillgång på mineralgödsel vid konventionell plantodling resulterade i förhållandevis större rotsystem i förhållande till skottdelen (Rytter 2007). Vid jämförelse av värdet 40 procent för rot/skott-kvot hos plantor med begränsad kvävetillgång som rapporterades av Rytter och Ericsson (2000) var våra resultat i samma storleksordning med 46 procent för gran odlad i 100 procent spån.

## 4.1 Dubbelbarr

Vid det sista inmätningstillfället efter 11 veckors odlingstid observerades att många av tallplantorna som växte i substraten med 100 % torv och i blandningen med 50 procent torv och 50 procent gransågspån hade bildat dubbelbarr. Detta var anmärkningsvärt då tallen normalt inte brukar få dubbelbarr så tidigt i utvecklingen. Det är normalt att tallen har enkelbarr under det första odlingsåret och dubbelbarr under det andra odlingsåret. Ofta manipuleras nattlängden i skogsplantaskolor i syfte att under en säsong odla fram ettåriga tallplantor med dubbelbarr (Karlsson & Örlander 2004). Dubbelbarr anses vara en positiv egenskap som innebär att plantan blir mer robust. I detta fall hade dagslängden dock förlängts via LED-lampor i växthus just för att undvika att plantorna skulle avsluta tillväxten och börja bilda en knopp. Vi kan endast spekulera kring anledningen till att plantorna bildat dubbelbarr i detta fall. Det kan eventuellt vara en stressreaktion som svar på den förändring i växtmiljön som skedde när plantorna flyttades från odlingsrum till växthus cirka sju veckor efter sådd.

## 4.2 Näringsanalys

Resultaten från näringsanalysen pekade på vissa skillnader i de olika substraten som var gemensamma oavsett trädslag (Tabell 3). Att kväveinnehållet var högre i försöksledet med tall i 100 procent sågspån var överraskande och kan bero på flera olika faktorer. För att uppnå tillförlitliga resultat behövdes minst 5 gram torkad biomassa från varje försöksled, och på grund av tallens begränsade tillväxt i detta försöksled behövdes fler plantor än i övriga försöksled för att uppnå minimivikten för ett prov och proportionen barr i förhållande till skottdel kan därför ha blivit en annan. Möjligtvis kan detta ha påverkat kväveinnehållet i högre utsträckning för detta försöksled. En annan möjlig orsak kan vara ojämn kvävegiva samt övriga externa faktorer.

Ett lågt innehåll av järn observerades för plantor som odlats i substraten innehållandes 100 procent sågspån. Det är ett viktigt mikronäringsämne, då järn behövs för att plantan skall kunna bilda klorofyll (Holmenlund 2023).

### 4.3 Felkällor och osäkerhet i resultaten

Under försökets gång har strävan varit att minska felkällor och ge ett så objektivt dataunderlag som möjligt. Dock finns viss osäkerhet i dataunderlaget, speciellt gällande höjdtillväxten. Mätningarna under vecka 4 samt 5 för tall- och granplantorna är ej genomförda på samma sätt som övriga mätningar, vilket resulterade i en viss underskattning av höjdtutvecklingen. Detta gav en skarpare vinkel på kurvan i Figur 2 och Figur 3 än vad annars skulle ha varit fallet för dessa veckor. Höjdtillväxten för björken mättes konsekvent på samma sätt under hela odlingstiden, vilket resulterade i ett mer korrekt utseende för tillväxtkurvan med en mer naturlig succesiv ökning av planthöjden.

Under försökets gång upptäcktes att det kranvatten som hade använts vid blandning av substraten hade något högre pH än normalt. Detta har påverkat pH-mätningarna för samtliga substrat som ligger något högre än önskvärt.

Den vattenhållande förmågan mättes kontinuerligt under försöket. Sammanställda data varierade dock så mycket att vi valde att inte redovisa detta. En möjlig förklaring till detta kan vara att substraten under vissa mätningar av torrsvikt fortfarande var mättade av vattningen.

Näringsanalyserna gjordes på ett begränsat material och utan upprepningar (endast ett generalprov per försöksled).

### 4.4 Slutsatser och vidare forskning

Möjligheten att i alla fall delvis ersätta torven med granspån är god, dock med en något sämre tillväxt som följd vid oförändrat gödslingsprogram i förhållande till vid odling i torv. Det är möjligt att en lägre inblandning än 50 procent av sågspån skulle kunna höja tillväxten till en liknande nivå som i torven och samtidigt minska användningen av torv. För framtida försök rekommenderas fler försöksled med olika blandningar.

Värt att tänka på är björkens snabba höjdtillväxt jämfört med barrplantornas. För att undvika risken för överskuggning bör kassetterna vara av en större storlek än det som användes under detta försök. Alternativt kan björkplantorna omskolas efter cirka fem veckors odlingstid.

Sågspånet har naturligt en större utlakning av näringsämnen än torven, och bör i framtida studier gödslas med en större mängd kväve på liknande sätt som Mattsons (1996) studie istället för som detta försök där gödslingsnivån låg på  $3\text{g/m}^2$  som ofta rekommenderas vid konventionell odling i torv.

Antalet plantor per försöksled som mättes uppgick till 40 st. Anledningen till detta var att säkerställa tillförlitligt dataunderlag att använda i statistiska analyser och för att undvika kanteffekter i odlingskasetterna. Detta var dock nära minimiantalet som krävdes för att kunna genomföra lämpliga statistiska analyser, och ett högre antal försöksplantor skulle kunna ge ännu mer tillförlitliga resultat i framtida försök.

## Referenser

- Heiskanen, J., & Rikala, R. (1998). *Influence of different nursery container media*. Suonenjoki: Finnish Forest Research Institute.
- Holmenlund, N., 2023. *Yara*. [Online]: <https://www.yara.se/vaxtnaring/vaxthusodling/mikronaring/> [2023-08-08].
- Joeris, T. (2022). *Plantskoleproduktion utan torv – En inblick i torvfria plantskolor i Storbritannien*. (Självständigt arbete) Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för Biosystem och teknologi/Trädgårdsingenjörsprogrammet. <https://stud.epsilon.slu.se/17666/3/joeris-t-20220413.pdf/> [2023-06-02]
- Johansson, K. (2008). *Plantskolan lektion 5. Odlingssubstrat*. Plantaktuellt nr 1, 2008:Skogforsk. [www.skogforsk.se/cd\\_20190114162157/contentassets/00244879a6ec42299b2f7dce96d79f2f/plantskolan-lektion5.pdf](http://www.skogforsk.se/cd_20190114162157/contentassets/00244879a6ec42299b2f7dce96d79f2f/plantskolan-lektion5.pdf) [2023-06-02]
- Karlsson, C., & Örlander, G. (2004). *Naturlig förnyring av tall*. Jönköping: skogsstyrelsen. [https://www.researchgate.net/publication/237116259\\_Naturlig\\_foryngning\\_av\\_tall/](https://www.researchgate.net/publication/237116259_Naturlig_foryngning_av_tall/)
- Lindsay, R., & Andersen, R. (2016). *Peat*. London: Springer Science + Business Media Dordrecht.
- Mattsson, A. (1996). *Spån från sågverksindustrin - ett framtida odlingssubstrat vid produktion av skogsplantor? Plantnytt*, (1996:2). [https://www.skogforsk.se/cd\\_20191104123650/contentassets/0f6fb0f6f1aa4ca0bf52a1c643702c13/plantnytt-1996-2.pdf/](https://www.skogforsk.se/cd_20191104123650/contentassets/0f6fb0f6f1aa4ca0bf52a1c643702c13/plantnytt-1996-2.pdf/) [2023-06-02]
- Naturvårdsverket. (u.å.). *Fossila bränslen*. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/omraden/klimatet-och-energin/fossila-branslen/> [2023-06-02]
- Naturvårdsverket. (2021). *Våtmarker och klimat*. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/vatmark/vatmarker-och-klimat/> [2023-06-02]
- Ortiz-Delvasto, N., Garcia-Ibañez, P., Olmos-Ruiz, R., & Bárzana, G. (2023). Substrate composition affects growth and physiological parameters. *Scientia Horticulturae*, 1–8.
- Rytter, L. (2007). *Plantskolan lektion 2. Gödsling av täckrotsplantor*. Plantaktuellt nr 2 2007: Skogforsk. [https://www.skogforsk.se/cd\\_20190114162218/contentassets/b7f5e9e88b644b85ac3173b0c711b868/plantskolan\\_lektion2.pdf/](https://www.skogforsk.se/cd_20190114162218/contentassets/b7f5e9e88b644b85ac3173b0c711b868/plantskolan_lektion2.pdf/) [2023-06-02]
- Rytter, L., & Ericsson, T. (2000). *Effektivare utnyttjande av gödselmedel i skogsplantskolor*. [https://www.skogforsk.se/cd\\_20191107090514/contentassets/efdbf29255e749fca46a5c960ae274bc/plantaktuellt-2000-1.pdf](https://www.skogforsk.se/cd_20191107090514/contentassets/efdbf29255e749fca46a5c960ae274bc/plantaktuellt-2000-1.pdf) [2023-06-02]
- Scanpeat. (2023). *Certifierad blocktorv-Giffri och ogräsfri!* <https://www.scanpeat.com/blocktorv/> [2023-06-02]
- SGU (Sveriges geologiska undersökning). (2020). *Energitorven i Sverige under 40 år - omställningen mot odlingsstorv*. <https://www.sgu.se/om->

[sgu/nyheter/2020/juni/energitorven-i-sverige-under-40-ar--omstallning-mot-odlingstorv/](https://www.sgu.se/nyheter/2020/juni/energitorven-i-sverige-under-40-ar--omstallning-mot-odlingstorv/) [2023-06-02].

- SGU (Sveriges geologiska undersökning). (2021). *Torvbruk*.  
<https://www.sgu.se/samhallsplanering/planering-och-markanvandning/markanvandning/torvbruk/> [2023-06-02].
- Stenhag, S. (2020). *Åt skogen med statistik*. Skinnskatteberg. Sveriges lantbruksuniversitet. Skogsmästarskolan.
- Topcuoğlu, B., & Turan, M. (2018). *Introduction to peat*. Topcuoğlu, B., & Turan. *Peat*. Türkiye: IntechOpen. (ss. 3–8). DOI: 10.5772/intechopen.69565.

# Bilagor

## Bilaga 1.

Hypotesprövning för tall i substraten 100 procent sågspån och 100 procent torv.

Om  $u_1$  betecknar medeltillväxten för tall i 100 procent sågspån och  $u_2$  betecknar medeltillväxten för tall i 100 procent torv.

Hypotes

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 \iff \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2 \iff \mu_1 - \mu_2 > 0$$

Försöksled	Antal plantor, n	Medeltillväxt, x	Standardavvikelse, s
F1: Tall i 100% spån	40	3,9	0,83
F2 Tall i 100% torv	40	9,55	10,80

Antal frihetsgrader =  $40 + 40 - 2 = 78$

$$z = \frac{(3,9 - 9,55) - (0)}{\sqrt{\frac{0,83^2}{40} + \frac{10,80^2}{40}}} = -3,30$$

Dubbelsidigt test, 10% nivå ger  $z = 1,64$  enligt tabell.  $H_0$  förkastas.

## Bilaga 2.

Hypotesprövning för tall i substraten 50 procent sågspån, 50 procent torv och 100 procent torv.

Om  $\mu_1$  betecknar medeltillväxten för tall i 50 procent sågspån, 50 procent torv och  $\mu_2$  betecknar medeltillväxten för tall i 100 procent torv.

Hypotes

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 \iff \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2 \iff \mu_1 - \mu_2 > 0$$

Försöksled	Antal plantor, n	Medeltillväxt, x	Standardavvikelse, s
F1: Tall i 50% spån, 50% torv	40	9,3	8,48
F2: Tall i 100% torv	40	9,55	10,80

Antal frihetsgrader =  $40 + 40 - 2 = 78$

$$z = \frac{(9,3 - 9,55) - (0)}{\sqrt{\frac{8,48^2}{40} + \frac{10,80^2}{40}}} = -0,12$$

Dubbelsidigt test, 10% nivå ger  $z = 1,64$  enligt tabell.  $H_0$  kan ej förkastas. Går ej att säkerställa skillnad i medeltillväxt mellan tall som vuxit i 100 procent torv och tall som vuxit i 50 procent spån, 50 procent torv.



### Bilaga 3.

Hypotesprövning för gran i substraten 100 procent sågspån och 100 procent torv.

Om  $u_1$  betecknar medeltillväxten för gran i 100 procent sågspån och  $u_2$  betecknar medeltillväxten för gran i 100 procent torv.

Hypotes

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 \iff \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2 \iff \mu_1 - \mu_2 > 0$$

Försöksled	Antal plantor, n	Medeltillväxt, x	Standardavvikelse, s
F1: Gran i 100% sågspån	40	5,8	12,86
F2: Gran i 100% torv	40	16,25	22,07

Antal frihetsgrader =  $40 + 40 - 2 = 78$

$$z = \frac{(5,8 - 16,25) - (0)}{\sqrt{\frac{12,86^2}{40} + \frac{22,07^2}{40}}} = -2,59$$

Dubbelsidigt test, 10% nivå ger  $z = 1,64$  enligt tabell.  $H_0$  förkastas.

## Bilaga 4.

Hypotesprövning för gran i substraten 50 procent sågspån, 50 procent torv och 100 procent torv.

Om  $\mu_1$  betecknar medeltillväxten för gran i 50 procent sågspån, 50 procent torv och  $\mu_2$  betecknar medeltillväxten för gran i 100 procent torv.

Hypotes

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 \iff \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2 \iff \mu_1 - \mu_2 > 0$$

Försöksled	Antal plantor, n	Medeltillväxt, x	Standardavvikelse, s
F1: Gran i 50% spån, 50% torv	40	12,75	15,83
F2: Gran i 100% torv	40	16,25	22,07

Antal frihetsgrader =  $40 + 40 - 2 = 78$

$$z = \frac{(12,75 - 16,25) - (0)}{\sqrt{\frac{15,83^2}{40} + \frac{22,07^2}{40}}} = -0,82$$

Dubbelsidigt test, 10% nivå ger  $z = 1,64$  enligt tabell.  $H_0$  förkastas.

## Bilaga 5.

Hypotesprövning för björk i substraten 100 procent sågspån och 100 procent torv.

Om  $u_1$  betecknar medeltillväxten för björk i 100 procent sågspån och  $u_2$  betecknar medeltillväxten för björk i 100 procent torv.

Hypotes

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 \iff \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2 \iff \mu_1 - \mu_2 > 0$$

Försöksled	Antal plantor, n	Medeltillväxt, x	Standardavvikelse, s
F1: Björk i 100% spån	40	32,9	70,16
F2: Björk i 100% torv	40	81,35	81,76

Antal frihetsgrader =  $40 + 40 - 2 = 78$

$$z = \frac{(32,9 - 81,35) - (0)}{\sqrt{\frac{70,16^2}{40} + \frac{81,76^2}{40}}} = -2,84$$

Dubbelsidigt test, 10% signifikansnivå ger  $z = 1,64$  enligt tabell.  $H_0$  förkastas.

## Bilaga 6.

Hypotesprövning för björk i substraten 50 procent sågspån, 50 procent torv och 100 procent torv.

Om  $u_1$  betecknar medeltillväxten för björk i 50 procent sågspån, 50 procent torv och  $u_2$  betecknar medeltillväxten för björk i 100 procent torv.

Hypotes

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 \iff \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2 \iff \mu_1 - \mu_2 > 0$$

Försöksled	Antal plantor, n	Medeltillväxt, x	Standardavvikelse, s
F1: Björk i 50% spån, 50% torv	40	49,2	72,63
F2: Björk i 100% torv	40	81,35	81,76

Antal frihetsgrader =  $40 + 40 - 2 = 78$

$$z = \frac{(49,2 - 81,35) - (0)}{\sqrt{\frac{72,63^2}{40} + \frac{81,76^2}{40}}} = -1,86$$

Dubbelsidigt test, 10% signifikansnivå ger  $z = 1,64$  enligt tabell.  $H_0$  förkastas.

## Bilaga 7. Innehållsförteckning Lithokalk.



AMENDEMENT AGRICOLE NFU 42004

### ALGUE CALCAIRE A BASE DE LITHOTHAMNIUM

#### COMPOSITION

60% de lithothamnium

#### ANALYSE MOYENNE

<b>Calcium (Ca)</b>	28%
<b>Oxyde de calcium (CaO)</b>	43%
<b>Carbonate de calcium (CaCo3)</b>	72%
<b>Magnésium (Mg)</b>	1,30%
<b>Oxyde de magnésium (MgO)</b>	2,10%
<b>Carbonate de magnésium (MgCo3)</b>	6%
<b>Insoluble</b>	10-15%
Sodium (Na)	0,25%
Phosphore (P)	0,05%
Fer (Fe)	0,30%
Chlore (Cl)	0,57%
Soufre (S)	0,40%
Cuivre (Cu)	28 ppm
Manganèse (Mn)	95 ppm
Zinc (Zn)	60 ppm
Iode (I)	200 ppm
Cobalt (Co)	1,5 ppm
Molybdène (Mo)	3,2 ppm
Chrome (Cro <sub>2</sub> )	0,04 ppm
Bore (B)	55 ppm
Selenium (Se)	0,16 ppm

Brome (Br)	18 ppm
Indium	110 ppm
Fluor	700 ppm
Plomb	< 5 ppm
Arsenic	< 5 ppm
Cadmium	0
Mercure	< 0,02 ppm

#### OLIGO-ELEMENTS NON DOSES

Scandium  
Lanthane  
Cerium  
Germanium  
Strontium  
Beryllium  
Yttrium  
Vanadium  
Argent

#### CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

<b>Apparence</b>	Corail blanc crème micronisé
<b>Granulométrie</b>	80% passent au tamis 250µm
<b>Masse volumique apparente</b>	0,8 g / cm <sup>3</sup> (non tassée) 1,2 g / cm <sup>3</sup> (tassée)
<b>Surface spécifique</b>	21m <sup>2</sup> / g
<b>Conditionnement</b>	sac 25kg palette 1000kg

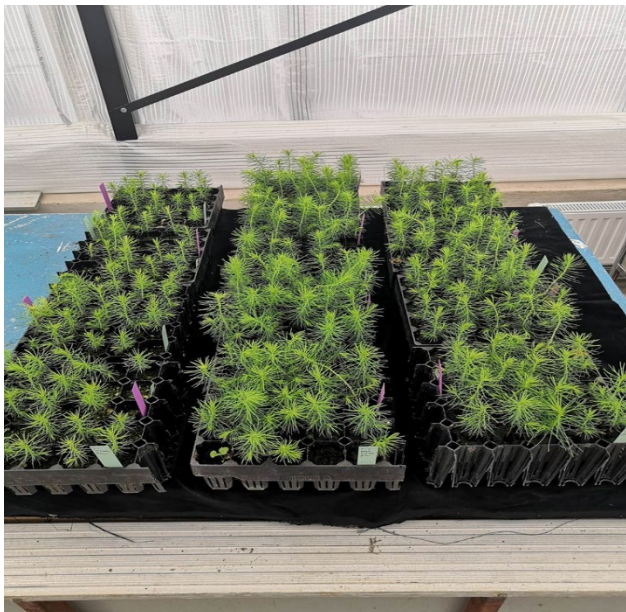
#### UTILISATIONS PREVUES : FERTILISATION AGRICOLE

Produit utilisable en agriculture biologique conformément au règlement européen n°834/2007.

## Bilaga 8. Bilder ifrån försöket



Figur 9. Från vänster till höger i bilden, Tall i 100 procent sågspån, Tall i 100 procent torv, Tall i 50 procent sågspån, 50 procent torv.



Figur 10. Från vänster till höger i bilden, Gran i 100 procent sågspån, Gran i 100 procent torv, Gran i 50 procent sågspån, 50 procent torv.



Figur 11. Från vänster till höger i bilden, Björk i 100 procent sågspån, Björk i 100 procent torv, Björk i 50 procent sågspån, 50 procent torv.

## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

<https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.