



---

Swedish University of  
Agricultural Sciences

**KOMPOSTERING AV KÖKSAVFALL OCH  
ANVÄNDNING AV KOMPOST I KÖKSTRÄDGÅRD  
I CHAZUTA, PERU**

**Jordförbättring och/eller lösning på ett avfallsproblem?**

**Emma Larsson**

---

Sveriges Lantbruksuniversitet  
Institutionen för markvetenskap  
Avdelningen för växtnäringslära  
Box 7014  
750 07 Uppsala

Examensarbete 155, 2008

Handledare:  
Ylva Eklind och  
Gerd Johansson

---



# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>INNEHÅLLSFÖRTECKNING</b> .....	3
<b>REFERAT</b> .....	5
<b>ABSTRACT</b> .....	6
<b>1. INTRODUKTION</b> .....	7
1.1 Bakgrund.....	7
<i>Avfallshantering i tropiska utvecklingsländer</i> .....	7
<i>Avfallshantering i byn Chazuta, Peru</i> .....	7
1.2 Syfte och omfattning.....	8
1.3 Litteraturstudie.....	8
<i>Definition av komposteringsbegreppet samt faktorer som styr processen</i> .....	8
<i>Kompostering i tropiskt utvecklingsland</i> .....	10
<i>Tropiska jordar och effekt av komposttillförsel</i> .....	11
<i>Utarmning av tropiska jordar</i> .....	13
<b>2. MATERIAL OCH METODER</b> .....	14
2.1 Insamling av basfakta samt informationsarbete.....	14
2.2 Inventering.....	14
<i>Inventeringens upplägg</i> .....	14
<i>Analysmetoder för inventeringsmaterialet</i> .....	14
2.3 Komposteringsförsök.....	15
<i>Komposternas sammansättning</i> .....	15
<i>Temperatur och pH-mätning under kompostering</i> .....	15
<i>Solvitatest</i> .....	16
<i>Elektrisk konduktivitet, pH och slutvikt i färdigt kompostmaterial</i> .....	16
<i>Analysmetoder för slutprodukt</i> .....	16
<i>Massbalans för kol och kväve</i> .....	16
2.4 Odlingsförsök.....	17
<i>Tomatodling</i> .....	18
<i>Analysmetoder för substrat</i> .....	18
<b>3. RESULTAT</b> .....	18
3.1 Deltagarinformation.....	18
3.2 Inventering.....	19
<i>Avfallets sammansättning</i> .....	19
<i>Vikt, volym och densitet</i> .....	20
3.3 Kompostering.....	21
<i>Noteringar under komposteringsprocessen</i> .....	21
<i>Temperatur och pH-mätningar under komposteringsprocessen</i> .....	22
<i>Solvitatest</i> .....	25
<i>Analysresultat från kompostering och slutprodukt</i> .....	25
<i>Övriga analysresultat för slutprodukt</i> .....	27
<i>Resultat av substratanalys</i> .....	27
<i>Resultat av massbalansuträkningar för kol och kväve</i> .....	28
3.4 Odlingsförsök.....	28
<b>4. DISKUSSION OCH SLUTSATS</b> .....	29

4.1 Deltagarinformation.....	29
4.2 Inventering och kompostering.....	29
4.3 Analysresultat.....	30
4.4 Odlingsförsök.....	31
<b>SLUTORD</b> .....	33
<b>LITTERATURFÖRTECKNING</b> .....	34
Bilaga 1. Intervjuer Del 1 - Grundinformation om hushållen.....	37
Del 2 – Hushållens avfallshantering och uppfattning om problematiken.....	38
Del 3 - Hushållens nuvarande odling och önskemål om odling.....	39
Bilaga 2. Odlingsförsök.....	40

## REFERAT

Runt om i världen är avfall från samhället ett problem. Stora städer i utvecklingsländer förorenas av stora mängder sopor och människor är tvungna att leva mycket nära öppna deponier. Lima, Perus huvudstad, är inget undantag. Perus landsbygd står också inför en stor utmaning för att få bukt med avfallsfrågan. Framst barn men även vuxna drabbas av infektionssjukdomar och naturen förorenas.

Kompostering är ett alternativ för att lösa hanteringen av organiskt avfall. Att kompostera på hushållsnivå är en billig metod och relativt enkel att införa och hålla igång. Färdigkomposterat material är användbart som jordförbättrare och gödselmedel kan förbättra produktionen i köksträdgården, då kompostering sker på hushållsnivå. Att kompostera betyder att man låter organiskt avfall brytas ned inom ett visst temperaturintervall och under kontrollerade former.

Syftet med mitt examensarbete är att visa att kompostering är en lämplig metod för att hantera organiskt avfall och att metoden kan lösa ett avfallsproblem i byn Chazuta, i Perus höglanddjungel.

Arbetet innehåller en litteraturstudie men fokus ligger på en praktisk försöksstudie. Denna studie innehåller 4 etapper; intervjuer med bybor, inventering av avfall, kompostering av organiskt avfall samt ett odlingsförsök med substrat bestående av kompost, jord, och jord blandad med fågelspillning.

Under inventeringen samlades avfall in från 16 hushåll under 10 dagar. Detta sorterades och vägdes. Kemiska analyser gjordes på färskt organiskt avfall. Kompostering skedde i 4 komposter varav 2 innehöll brännaska. Under försökets gång mättes pH och temperatur. Materialet bedömdes visuellt och kemiska analyser utfördes på färdigkomposterat material. Solvitatest utfördes i två omgångar i slutet av komposteringen.

Odlingsförsöket bestod i att testodla en lokal tomatsort i olika blandningar av kompostsubstrat. Dessa resultat jämfördes med tomat odlad i vanlig jord samt jord blandad med Guano de Isla (fågelspillning från Perus kust).

Resultatet visade att tomatplantorna växte snabbare och utvecklade fler frukter och blommor då de växte i kompostsubstrat. Kompostmaterialet antas främst spela en stor roll som jordförbättrare.

## **ABSTRACT**

All over the world the waste from human society is causing problems. In developing countries, large cities are polluted through huge amounts of wastes and people are forced to live very close to open deposits. Lima, capital of Peru, is no exception. The countryside in Peru has also a great challenge to face concerning the waste issue. Children and adults suffer from infectious diseases and contamination of the nature occurs as well.

One solution to handle organic waste is to compost, which means a controlled decomposition of organic waste under aerobic conditions at certain temperatures. Composting at household level is a cheap method and relatively simple to implement and manage. The end product is a valuable soil conditioner and fertilizer and could easily improve the growth in kitchen gardens.

The main aim with my thesis is to show that composting is a suitable method to treat organic waste and that the method is able to solve problems related to the handling of human waste in Chazuta, a jungle village sited close to a tributary river of the Amazon River.

The thesis includes one literature study but focus is put on a practical investigation study. The investigation has 4 parts: 1) interviews with villagers; 2) waste inventory; 3) composting of organic waste; and 4) growth test with tomato in different substrates.

During the inventory waste where collected from 16 households during 10 days. The waste where classified into 6 groups, each group where weighed. Chemical analyses where done on the fresh material. Four composts were constructed of which two contained wood ash. Temperature and pH where measured during the process, visual estimations where done as well. At the end further chemical analyses where made with the end product. The Solvita test where used to check the maturity index at the end of the process. A growth test where done with a local tomato species to check the suitability of the compost substrate as growing media. The substrate where also compared with just soil and soil mixed with guano from the Peruvian coast.

The results showed that the seedlings of tomato grew faster and developed more fruits and flowers in the substrates with compost material than the other plants. I consider the compost material have most importance as a soil improver.

# 1. INTRODUKTION

## 1.1 BAKGRUND

### **Avfallshantering i tropiska utvecklingsländer**

Över hela världen växer städer och byar p.g.a. urban migration och naturlig befolkningstillväxt. I utvecklingsländer blir ofta vattenförsörjning samt avlopps- och avfallshantering eftersatt. Fattiga områden drabbas värst. Människor, framförallt i städer, påverkas mycket av livsstilen i väst vilket ökar avfallsproduktionen (Hart & Pluimers, 1996).

Då utvecklingsländer sällan prioriterar avfallshantering samtidigt som resurser ofta saknas hamnar hushållens sopor på öppna deponier. Fungerande eller heltäckande återvinningssystem saknas vanligtvis också. Storstädernas sopberg växer men även på bynivå är avfallsfrågan ofta olöst. Även här saknas intresse och resurser för att ta itu med problemen. Landsbygden har dock fördelar som ur vissa aspekter förenklar arbetet med att lösa avfallsfrågan.

Först och främst är den organiska delen av avfallet mycket stor på landsbygden i utvecklingsländer, vilket gör kompostering till en intressant åtgärd. På landsbygden finns dessutom ofta utrymme vilket betyder att kompostering kan ske på hushållsnivå. Vanligtvis är en stor del av befolkningen bönder vilket gör komposteringen intressant även ur ett produktionsperspektiv.

I tropiska utvecklingsländer utgör avfall en hälsofara då smittbärare som kackerlackor och flugor samt sjukdomsvektorer snabbt förökar sig i detta material (Wolff, 1982). Kackerlackor och flugor e.t.c. är effektiva spridare av patogener och de dras till lukten av avfall och förflyttar sig snabbt mellan avfall och kök (Albihn, 1999).

### **Avfallshantering i byn Chazuta, Peru**

Peru har, år 2005, en total befolkning på 27 947 000 människor varav ca 28 % bor på landsbygden och 72 % i städer. Under 40-talet var situationen den omvända. Perus tillväxt beräknas vara ca 1,5 % per år (INEI, 2006). Generellt sker migrationen inom landet till städer men betydelsefull är även migrationen till Amazonas. Amazonasområdet i Peru har sedan 50-talet utsatts för en migration från bergstrakterna i Peru där befolkningstrycket är högt och det är ont om ny jordbruksmark. Fram till dagens datum räknar man med att ca 9 miljoner hektar har koloniserats i Amazonas och används till jordbruk, bete och skogsavverkning. Fem miljoner hektar är övergivna p.g.a. utarmade jordar (Brack & Mendiola, 2006). Den okontrollerade invandringen till Amazonas är en trend som tilltar i styrka och bl.a. leder till komplicerade markkonflikter, illegal virkeshandel, illegal försäljning av mark samt utarmning av jorden (Angulo, 2007).

Chazuta är en by med ca 5000 urbana invånare i den peruanska höglandsdjungeln (INEI, 1993). Byn ligger vid floden Huallaga, biflod till Amazonas, som traditionellt är en viktig hamn för transporter till städer och byar längs Amazonasfloden. Avfallet består till största delen av organiskt avfall då konsumtionen till största delen består utav egna odlade grödor. Människorna här lever fortfarande till stor del som de alltid gjort och jakt, fiske och samlande är fortfarande viktiga aktiviteter för livsmedelsförsörjningen. Övrigt avfall består främst av plastpåsar, metallburkar och plastförpackningar m.m. Införda varor som läsk, godis och

matkonserver bidrar fortfarande i liten grad till avfallsmängden men konsumtionen av införda varor ökar. Hushållen slänger sina sopor i floden, bränner det i trädgården eller lägger det i högar alternativt i gropar i trädgården. Många är missnöjda med situationen eftersom trädgårdarna blir en plats för hushållssopor och ständigt en källa till problem. Generellt vill man att kommunen tar tag i problemet men här som på många andra ställen prioriteras inte denna fråga och ingen typ av organiserad eller kontrollerad hantering sker. Situationen är likadan i de flesta byar i Amazonasområdet (Moreno, 2006).

För Chazutas del skulle en fungerande avfallshantering av det organiska avfallet förbättra den hygieniska situationen avsevärt. Diarréer och infektionssjukdomar är vanligt förekommande, främst bland barn. I en by där odlandet för husbehov är stort skulle produktionen, åtminstone i köksträdgården, kunna öka med tillförsel av kompost i jorden. Jorden i byn är lerrik och på många ställen, speciellt under perioder utan regn, svårarbetad och svårödlad. En fungerande avfallshantering skulle för Chazuta även innebära en estetisk förbättring vilket är positivt då turister lockas till byn p.g.a. dess natur och historiska sevärdheter.

## **1.2 SYFTE OCH OMFATTNING**

Mitt examensarbete innehåller en litteraturstudie samt en praktisk försöksstudie. Litteraturstudien fungerar som kunskapsbas för arbetet och består av en beskrivning av komposteringsbegreppet samt de faktorer som styr processen. Vidare innehåller den information om tropiska jordar, effekt av komposttillförsel på växtproduktion och kompostering i tropiskt utvecklingsland.

Examensarbetets fokus ligger på en praktisk försöksstudie i kvarteret Vista Alegre i byn Chazuta och omfattar 4 etapper;

- Intervjuer med kvartersmedlemmar
- Inventering av avfallsmängden och sammansättningen i kvarteret
- Komposteringsförsök med det organiska avfallet blandat med strömaterial
- Odlingsförsök med tomat och olika substratblandningar

De intervjuer som utfördes syftade till att samla information om det aktuella läget angående avfallshanteringen i kvarteret samt att informera och få en idé om åsikter och inställningar till mitt projekt. Inventeringen gav information om andelen organiskt respektive oorganiskt material i avfallet. Komposteringsförsökets syfte var att kompostera avfall i fyra komposter varav två innehöll brännaska och under processens gång mäta pH och temperatur samt göra fysikaliska bedömningar och kemiska analyser av materialet. Odlingsförsöket syftade till att jämföra olika substrats lämplighet för odling. Substraten innehöll kompost blandad med jord, Guano de Isla (fågelspillning från Perus kust) blandad med jord och enbart jord.

Målet med examensarbetet som helhet var att utvärdera kompostering som en enkel, billig och produktiv metod för hanteringen av det organiska avfallet i byn Chazuta.

## **1.3 LITTERATURSTUDIE**

### **Definition av komposteringsbegreppet samt faktorer som styr processen**

I litteraturen definieras kompostering oftast som biologisk nedbrytning under kontrollerade aerobiska förhållanden (Epstein, 1998). Enligt andra källor lyder definitionen att kompostering är en kontrollerad biooxiderande process som: 1) innehåller ett heterogent



organiskt substrat i sin fasta form; 2) utvecklas genom att gå igenom en termofil fas och temporärt avge fytotoxiner; och 3) leder till produktion av koldioxid, vatten, mineraler och moget organiskt material. Kompost definieras som en mogen och ren produkt av kompostering, användbar som gödningsmedel och jordförbättrare för växter. Materialet befinner sig i en humifieringsprocess efter att ha gått igenom en initial och snabb nedbrytning (Bertoldi, 1987).

Flera faktorer styr komposteringsprocessen, främst temperatur, pH, partikelstorlek, fuktighet, lufttillgång och förhållandet mellan kol och kväve (Stoffella & Kahn, 2001).

Aerob nedbrytning av organiskt material börjar då syreinhåll och fuktighet gynnar tillväxt och reproduktion av mikroorganismer (bakterier, svampar och actinomyceter) som vanligtvis finns i organiskt material. I början av processen när temperaturen är lägre än 40 grader Celsius talar man om den *mesofila fasen*. Då aktiviteten ökar d.v.s. då den mikrobiella aktiviteten ökar p.g.a. ökat antal mikroorganismer, stiger temperaturen (Miller & Jones, 1987). Energi avges i form av värme då mikroorganismerna bryter ned organiskt material (Dalzell, 1987). Då temperaturen är över 40 grader Celsius talar man om den *termofila fasen*. Temperaturen brukar nå upp till 65-70 grader Celsius (Miller & Jones, 1987). I takt med att materialet bryts ned och födotillgången minskar för mikroorganismerna sjunker även temperaturen, d.v.s. aktiviteten minskar, och en återgång till den *mesofila fasen* sker. Då materialet till stor del är nedbrutet närmar sig temperaturen utomhustemperatur och planar ut. Denna fas kallas för *mognadsfasen* och kan pågå i flera månader. Att mäta temperatur under kompostering ger alltså en bild över den mikrobiella metabolismen (Jiménez & Garcia, 1987) och varje fas karaktäriseras av sin speciella mikrobiella fauna (Stoffella & Kahn, 2001). Förhållandet mellan respiration och temperatur visas ofta som funktion av komposteringens tid och kan användas som verktyg för att indikera mognadsgrad för kompost (Epstein, 1998).

Jordens pH påverkar näringsämnestillgången, speciellt mikronäringsämnen, och de flesta jordbruksgrödor växer bäst med ett pH på mellan 6 och 7 (Mc Connell & Shiralipour & Smith, 1994) Under kompostering ligger optimum på 6.5 till 8 i komposterna (Stoffella & Kahn, 2001). I början av processen sjunker pH p.g.a. av att organiska syror frigörs. Därefter stiger dock värdet igen och ett moget material har normalt ett pH på 7-8 (Jiménez & Garcia, 1987).

Partikelstorleken är ytterligare en viktig egenskap för det material som skall komposteras. Stora partiklar ger mycket luftutrymme och porositet men då nedbrytningen sker på partikelytor ökar aktiviteten då partikelyta i förhållande till partikelvolym ökar. Både stora och små partiklar är alltså nödvändiga. En blandning på mellan 3-50 mm har visat ge goda resultat (Stoffella & Kahn, 2001). I tropiska länder är det positivt då komposten innehåller många små svärnedbrytbara bitar eftersom de kan ta flera år på sig att brytas ned och hjälper till att binda vatten i jorden (Dalzell, 1987).

Kompostens fuktighet kan variera mellan 20 -80 % med optimum på 50-60 %. Vatten är nödvändigt eftersom näringsämnen måste lösas upp i vatten för att kunna assimileras av mikroorganismer. Överskott av vatten leder däremot till brist på luft och kan leda till att en anaerob miljö utvecklas (Stoffella & Kahn, 2001). Under kompostering är det viktigt att kontrollera fuktigheten för att kunna vidta eventuella åtgärder t.ex. tillföra vatten vid för torr kompost.

God syretillgång är betydelsefullt för kompostering då mikroorganismerna är beroende av syre för att kunna leva. Generellt visar mätningar på förhållandet mellan konsumerat syre och producerad koldioxid 1:1 (Stoffella & Kahn, 2001). Det är viktigt att se till kompostens struktur och inte låta den sjunka ihop, bli kompakt eller ha för hög vattenhalt, vilket leder till syrebrist.

Kol och kväve är de viktigaste näringsämnena för mikroorganismerna under komposteringsprocessen. Kol utgör den främsta energikällan och kväve är nödvändigt för protein vid cellbildningen. För att utveckla en effektiv nedbrytning bör C/N kvoten för kompostens startmaterial ligga på mellan 25-35. Det är viktigt att få en bra balans mellan kol och kväverika material i startmaterialet (Miller & Jones, 1995). En hög kvot betyder ett överskott på kol vilket leder till en långsam nedbrytning då bakterierna inte kan föröka sig tillräckligt. En låg kvot, kompost med hög kvävehalt, innebär å andra sidan att ammonium  $\text{NH}_3$  frigörs och går till spillo. C/N kvoten för den färdiga komposten är också viktig och ett värde på 10 anses idealt. En kvot över 20 anses dålig p.g.a. att det kan påverka tillväxt och grobarhet hos grödor. Det är dock kolets tillgänglighet som är av betydelse och ett värde på 20 kan vara acceptabelt då kolet ej är i tillgänglig form, d.v.s. ej nedbrutet ännu (Stoffella & Kahn, 2001). Tiden det tar att nå en kvot runt 10 beror på startkvoten för det komposterade materialet, partikelstorleken vid start, fuktighet och porositet under processen (Miller & Jones, 1987). C/N kvoten är viktig i jordens organiska material och för kompostmaterial som skall tillsättas jorden främst p.g.a.: (1) Konkurrensen om det tillgängliga kvävet blir stor bland mikroorganismerna då kvoten är hög. (2) Då kvoten är relativt konstant i jorden beror bevarandet av kol samt det organiska materialet på begränsningen av jordens kvävenivå (Brady, 1996).

Huvuddelen av kvävet i en kompost är i organisk form. Denna form är inte löslig och läcker inte nedåt i jorden. Den är heller inte tillgänglig för växter. Kvävet måste mineraliseras för att bli lösligt och växttillgängligt. Mikroorganismer behövs för att mineralisera kvävet till ammonium och nitrat. Om ammonium och nitrat tillsätts i högre halter än vad växterna klarar av att ta upp kommer resterna att läcka ut (Epstein, 1997).

För en optimal kompostering med små manuella komposter rekommenderas följande parametrar:

C/N kvot: 25-35

Partikelstorlek: upp till 50mm

Fuktighet: 50-60%

Syretillgång: 10-18%

Temperatur: 55-60 grader Celsius under 3 dagar

Vändning: periodiska vändningar (Dalzell, 1987).

### **Kompostering i tropiskt utvecklingsland**

På landsbygden i tropiska och fattiga länder är det ofta svårt att ta hand om och återvinna den oorganiska delen av avfallet. Däremot kan den organiska delen med fördel återanvändas och den totala mängden avfall kan minskas avsevärt.

På landsbygden har invånarna ofta eget utrymme på sin mark för en kompost vilket sänker kostnaderna för transport och slutlig deposition. En kompost är vidare lätt att konstruera i olika storlekar, den är billig i drift och lätt att starta. Okunskap över användningsområde för

slutprodukten, dålig kontroll under processen samt dålig kvalitet på slutprodukten är faktorer som kan försvåra införandet av kompostering (IDMA, 1992).

Avfallsproblemet är ett växande problem i världen men myndigheter i utvecklingsländer lägger sällan intresse eller resurser på avfallsfrågan. Däremot är det ett lockande arbetsområde för icke statliga organisationer, s.k. NGO:s (non governmental organisations).

Att starta eller sköta ett väl fungerande renhållningsprojekt kräver naturligtvis att man tänker på hälso- och miljöaspekten men det är även viktigt att se det i tekniska, sociala, ekonomiska och organisatoriska perspektiv (IDMA, 1992). Därför intresserar det också olika slags institutioner och organisationer som angriper renhållningsfrågan ur olika perspektiv. Då kommunen är med i projektet oroar de sig över mängden avfall som produceras i området och vill få bort soporna från allmänna platser. Hälsoarbetare ser på avfall som en potentiell källa till olika sjukdomar och vill ha en hygienisk hantering av avfallet. Bönder ser på avfall som en gödselkälla eller jordförbättrare och är ibland villiga att betala för slutprodukten. På landsbygden i utvecklingsländer hör ofta majoriteten av invånarna till jordbrukssektorn samtidigt som avkastningen ibland är otillräcklig. För ekologer och naturvänner kan avfallet återanvändas och bli ett intressant alternativ som spar energi och råmaterial (Schelhaas, 1982).

I tropiska områden utgör avfall en stor sjukdomskälla då olika smittbärare t.ex. kackerlackor och flugor lever och förökar sig mycket snabbt på avfall. Även moskiter kan föröka sig mycket fort och då dessa b.l.a kan sprida malaria och denguefeber utgör även de en allvarlig fara (Wolff, 1982). Patogener kallas de mikroorganismer som orsakar sjukdomar i människa, djur och växter. Flugor är t.ex. mycket effektiva att sprida patogener från avfall. De dras till lukten av avfall och förflyttar sig snabbt mellan avfallshögen och hushållet. Patogener kan transporteras på deras kroppar eller i magen och i det senare fallet även i deras avföring (Albihn, 1999).

Vad gäller patogena organismer som bakterier, svamp och parasiter dör de flesta vid en temperatur på 60°C. De flesta virus försvinner också vid kompostering och även om de inte dör så försvinner deras värd så att de inte kan föröka sig i slutmaterialet (Wolff, 1982). Sjukdomar har flera orsaker men personlig hygien och renlighet i hushållet beräknas kunna minska diarrésjukdomar med upp till 40 %. Flugor, kackerlackor och råttor ger upphov till en rad sjukdomar som kolera, dysenteri, råttpest, tyfoidfieber, salmonella samt vanligare diarréinfektioner (IDMA, 1992).

### **Tropiska jordar och effekt av komposttillförsel**

Kompost är ett organiskt gödselmedel och tillför jorden organiskt material samt mikro och makronäringsämnen som är nödvändiga för växtproduktion. Mineraliseringsprocessen i tropiska områden påskyndas p.g.a. att förutsättningarna för mikrobiell tillväxt är gynnsamma vad gäller temperatur, lufttillförsel, typ av växtlighet och regntillgång (Schelhaas, 1982).

Tillförsel av kompost påverkar jorden både fysikaliskt och kemiskt. Fysikaliska egenskaper som påverkas;

- Struktur (bulk densitet, porositet, luftgenomströmning och jordstyrka)
- Vattenförhållanden (vattenhållande förmåga, vattentillgänglighet, vattenhalt)
- Infiltration och permeabilitet
- Erosion och run off

Kemikaliska egenskaper som påverkas;

- katjonbyteskapacitet, CEC
- pH
- Elektrisk konduktivitet, EC
- Makro- och mikronäringsämnen

Kompost hänvisas oftast till som jordförbättrare, d.v.s. komposttillförsel påverkar jordens fysikaliska egenskaper mer än de kemiska. För detta ändamål används också oftast kompost. Eftersom så stora kvantiteter behövs för att förbättra de fysikaliska egenskaperna tillförs samtidigt betydande mängd näringsämnen, främst kväve och fosfor men även mikronäringsämnen.

Rörande jordens struktur leder komposttillförsel till att jord bildar aggregat med organiskt material och rotutvecklingen gynnas, jorden blir mer lättgenomtränglig för rötter. Detta i sin tur leder till förbättrat vatten och näringsupptag. Lerjordar påverkas tydligast av aggregering med organiskt material och porositeten i en lerjord förbättras också av komposttillförsel då lufttillgången ökar. Bulkdensiteten påverkar också lerjordar och andra täta jordar mest då tillförsel av organiskt material minskar bulkdensiteten och jorden blir luftigare (Epstein, 1997). God porositet är viktig då rotsystem "andas" d.v.s. byter syre och koldioxid i markens makroporer (Miller & Jones, 1987).

Organiskt material förbättrar den vattenhållande förmågan, ökar vattentillgängligheten för växtlighet samt luckrar upp jorden och förbättrar rötternas förmåga att utvecklas. I och med att porositeten ökar förbättras också vattengenomströmningen. En lerjord innehåller många små porer men vid tillsats av organiskt material blir porerna större och jorden mer genomsläpplig. Även infiltration och permeabilitet gynnas med mer organiskt material i jorden. En lerjord eller andra jordar med små porer gör det svårt för vatten att röra sig vertikalt, de har en låg permeabilitet och hydraulisk konduktivitet, vilket kan leda till avrinning. Organiskt material stoppar upp regndropparna och förhindrar vattnet att stanna på jordytan eller forsa därifrån.

Som näringskälla fungerar organiskt material genom att organismer bryter ner materialet och därmed konverterar mineralämnena från organisk form till växttillgänglig form. Organiskt material fungerar också som källa för den utbytesbara katjonskapaciteten då tillgängliga näringsämnen kan lagras i materialet och därmed skyddas från läckage. Det gynnar också mikronäringsämnestillgången då organiska molekyler kan bilda kelat med t.ex. zink och järn som annars skulle kunna bli otillgängliga för växter.

Katjonbytesskapaciteten (CEC) anger jordens kapacitet att hålla katjoner på kolloider vid ett specifikt pH. Positivt laddade joner som K och Ca attraheras utav de negativt laddade leryterna. Ett högt CEC betyder att näringsämnen lättare hålls kvar och gör dem tillgängliga för växter, samt förhindrar läckage av katjoner. Lera och organiskt material är de beståndsdelar i jorden som påverkar CEC mest.

Surheten i en jord påverkar metallernas löslighet, näringsupptag, planttillväxt och mikroorganismernas liv. Ett neutralt pH ger bäst tillväxt och mogen kompost har oftast ett pH på mellan 6.5-7.5. Organiskt material har en buffrande förmåga mot lågt pH i jorden.

Elektrisk konduktivitet är ett mått på salthalten i marklösningen. Salt påverkar grobarhet och tillväxt och växter tål salt olika. Växter med låg tolerans tål mellan 2-4 mmho/cm, växter som

tål mellanhöga halter tål mellan 4-10 mmho/cm och högtoleranta växter mellan 10-18 mmho/cm. Organiskt material kan påverka jorden olika beroende på materialets elektriska konduktivitet (Altieri, 1995).

### **Utarmning av tropiska jordar**

Karaktäristiska jordar i tropikerna är röda eller gula, gamla och ofta starkt vittrade. De är djupa, fina i texturen och har spår av vittrade mineraler och lågaktiv lera. Aluminiumförgiftning och fosforabsorption samt erosion är vanliga problem. I tropiska skogar bildas ett poröst ytmaterial vilket ger bra infiltration och skyddar marken. Avverkas skogen (för virke eller odling) försvinner det organiska materialet vilket kan leda till en rad problem och i värsta fall erosion. Att behålla ytlagret är viktigt och kan ske med gödseltillförsel och adekvat hantering av marken (Driessen & Dudal, 1991). Trots att organiskt material utgör en mycket liten andel utav den totala vikten på olika jordar påverkar det organiska materialet till stor del de egenskaper som ger bra jordkvalité. En typisk väl-dränerad mineraljord innehåller i ythorisonten mellan 1 % -6 % organiskt material, subhorisonter innehåller mindre (Brady, 1996).

Ett av huvudproblemen för odling i tropikerna är utarmning av jorden som ett led i en längre tids odling. Kväve är det näringsämne som förloras i störst mängd vid plantborttagning i samband med skörd. En utarmad jord drabbas lättare av erosionsproblem och då förloras till största del det ytmaterial som innehåller mest organiskt material och näring. Erosionshastigheten beror mycket på regndropparnas påverkan och infiltrationskapaciteten samt regnens intensitet och sluttningen på marken. För att förhindra erosion gäller det att minimera jordens utsatthet, inte odla på sluttningar samt förbättra infiltrationen vilket betyder att öka halten organiskt material (Epstein, 1997).

I naturliga tropiska ekosystem bekämpas låg fertilitet m.h.a. biologiska och icke-biologiska processer som fixerar kväve, förhindrar läckage, underlättar rotabsorption och främjar näringscirkulation. Nödvändiga element för dessa näringsbevarande processer är främst höga halter av organiskt material, välaggregerad struktur och välutvecklade rotsystem. Dessa egenskaper saknas i ett odlingsystem där grödor och de näringsämnena de innehåller tas bort från jorden (Altieri, 1995).

Jord har flera egenskaper som påverkar bördighet och i naturen medför detta normalt inga problem. Retention av katjoner, vattenhållande förmåga, jordstruktur och näringstillgång tillgodoses p.g.a. att växter hela tiden dör och bryts ner och tillför jorden organiskt material. I ett odlingslandskap bryts denna cirkel dock då skörd innebär att växter tas bort från platsen och inget nytt material tillförs jorden. Nästa odlingsperiod kommer därmed att ge lägre avkastning, om inte gödsel eller jordförbättrande medel tillförs. Att tillföra organiskt material till jorden och inte enbart kemiskt gödsel är viktigt eftersom en låg avkastning kan bero på jordens struktur.

För att bäst ta reda på helhetseffekten av komposttillförsel bör man göra fältförsök och detta är som regel en långsam process. Ofta tar det flera år innan man kan observera förändringar av jordens fysikaliska egenskaper (Epstein, 1997) och att mäta parametrar som t.ex. väder och klimatförhållanden behöver man också göra mätningar under en längre tidsperiod (Schelhaas, 1982).

## **2. MATERIAL OCH METODER**

### **2.1 INSAMLING AV BASFAKTA SAMT INFORMATIONSBETE**

Innan inventeringsarbetet startade hölls ett öppet informationsmöte för kvartersmedlemmarna. Där diskuterades komposteringsprocessen och projektets upplägg. Två assistenter valdes, för att hjälpa till med inventering och uppsamling av avfall. Sexton hushåll erbjöd att skänka sina sopor under inventeringsetappen. Innan projektet startade hölls personliga samtal och förutbestämda frågor ställdes till 22 hushåll i kvarteret. Syftet med samtalen och frågorna var att få en kunskapsbas om det aktuella läget vad gällde deltagarnas avfallssituation, att på ett lättförståeligt sätt förklara komposteringsbegreppet och mitt projekt samt att fånga upp frågor av byborna. Efter odlingsförsöket hölls ett öppet möte där resultaten presenterades och diskuterades med syfte att inspirera till kompostering på hushållsnivå.

### **2.2 INVENTERING**

#### **Inventeringens upplägg**

Under en 10 dagars period samlades dagligen samtligt avfall in från 16 hushåll i kvarteret. Arbetet utfördes manuellt av två kvartersmedlemmar m.h.a. sopsäckar och skottkärra. Avfallet separerades för hand i 6 olika grupper (organiskt avfall, papper, hårdplast, mjukplast, glas och metall) och vägdes på en hushållsvåg.

Under 3 olika dagar hackades den totala mängden organiskt material i bitar om 10-20 cm och volymen mättes genom att packa avfallet manuellt i en 50-liters behållare. Densiteten beräknades från denna information.

Som strömmaterial användes bagasso, restmaterial från sockerrör då dessa pressas på sockerrörssaft, och torra bananblad. Detta material samlades in och finfördelades för hand och pressades ner i en 10-liters behållare för att kunna uppskatta volym och beräkna densitet.

#### **Analysmetoder för inventeringsmaterialet**

ICT, Instituto de Cultivos Tropicales, i Tarapoto anlätades för att analysera vattenhalten i organiskt material och strömmaterial. Prover togs ut från komposterna m.h.a. kvarteringsmetoden då flera stickprov tas ut ur komposten och läggs ihop till ett samlingsprov. Detta samlingsprov finfördelas och reduceras genom att lägga ut materialet i en cirkel, dela in cirkeln i 4 sektioner och sedan ta bort två motstående sektioner. Detta återupprepas tills provet är lagom stort. Vid denna analys soltorkades materialet först för att sedan torkas under 24 timmar i 70 grader Celsius i en elektrisk ugn.

Torkat och malet material (färskt organiskt avfall, bananblad, bagasso och brännaska) skickades till Sverige och laboratoriet vid avdelningen för växtnärlära, institutionen för markvetenskap, Sveriges Lantbruksuniversitet för fortsatt analys.

Torrsubstanshalten mättes genom att torka materialet i 105°C i ugn.

Totalkol och totalkväve bestämdes genom torrförbränning av ca 0.5 g vid 1020 °C i CNS-2000 elemental analyzer från LECO Equipment Corporation, USA.

Kalcium, koppar, järn, kalium, magnesium, mangan, natrium, fosfor, svavel och zink bestämdes med induktiv plasma spektrometer, ICP Optima 3000 DV från Perkin Elmer, USA. Ungefär 1 g uppslutes med 15 ml 65 % HNO<sub>3</sub> i 6 timmar. Temperaturen höjs sedan stegvis till 125 °C i 4 timmar. Lösningen spädes till 50 ml och mäts på ICP Optima 3000 DV.

Färskt avfall, bananblad, bagasso och brännaska analyserades med avseende på tungmetaller, krom, kobolt, nickel, kadmium och bly med Elan 6100 DRC (ICP-MS) efter uppslutning med HNO<sub>3</sub>. Perkin Elmer, USA.

## **2.3 KOMPOSTERINGSFÖRSÖK**

Fyra komposter A, B, C och D, byggdes utav caña bravas (bambuliknande stänger) som är ett lätthanterligt och lättåtkomligt material. De tätades med palmblad på sidorna och som täckmaterial användes bananblad och palmblad samt plasticskycke vid regn.

### **Komposternas sammansättning**

Komposterna fylldes med 1 m<sup>3</sup> kompostmaterial. Utav denna volym utgjordes 75 % av insamlat organiskt avfall och resterande 25 % utgjordes till volym av lika delar torra bananblad och bagasso. Samtliga material hackades med machete. Det färskas avfallets vikt var ca 300 kg per kompost. I kompost C och D tillsattes även brännaska, 10 % utav torrvikten, ca 9 kilo. Askkan blandades in i komposthögarna för hand samt ströddes ut på ytan.

### **Bearbetning av komposterna**

De fyra komposterna startades med fyra dagars mellanrum, 16-25 oktober 2004.

Vändningarna utfördes enligt följande;

- 1: a vändningen efter 8-11 dagar från start
- 2: a vändningen efter 19-39 dagar från start
- 3: e vändningen efter 43-49 dagar från start
- 4: e vändningen efter 75-85 dagar från start

P.g.a. regn och oväder skiljer sig tiderna något mellan komposterna.

I månadsskiftet april/maj ca 6 månader efter start finfördelades materialet för att sedan förvaras i högar under regnskydd.

### **Temperatur och pH-mätning under kompostering**

Temperaturen mättes kontinuerligt i högarna fram tills att temperaturen planade ut och höll sig kring lufttemperaturen. P.g.a. termometerhaveri användes 3 olika termometervarianter under mätningarna. Lufttemperaturen mättes med samma termometer som användes i högarna och då lufttemperaturen inte skiftade märkbart med termometerbyte antogs temperaturskillnaderna vara obetydliga för mätningar och resultat. Temperaturen i högarna mättes till att börja med på 4 olika ställen: 0,15 cm in från hörn och sida; 0,15 cm nedåt från mitten; 15 cm vid halva höjden och i centrum. Då materialet krympte mättes temperaturen 10-15 cm in i högen från slumpvalda ställen.

P.g.a. det långa avståndet till laboratoriet ICT i Tarapoto togs prover för pH ut och frystes ned för att sedan transporteras till ICT. Jordprover togs ut m.h.a. kvarteringsmetoden de första 7

dagarna, efter 2 veckor, 3 veckor och 5 veckor. Potentiometer användes för pH mätningarna, i en lösning av 1:2.5 jord:vatten.

### **Solvitatest**

Solvitatestet mäter koldioxidhalt (CO<sub>2</sub>) och ammoniakhalt (NH<sub>3</sub>) i kompostmaterial och är en analysmetod som visar kompostmognad. Det är ett snabbt test och metoden registrerar kompostens respirationshastighet, d.v.s. mikroorganismernas andning, samt ammoniakavdunstning.

Resultaten av CO<sub>2</sub> mätningarna tolkas i en skala mellan 1-8 där 1-2 betyder färsk kompost med hög komposteringshastighet, 3-6 aktiv kompost och 7-8 färdig kompost utan restriktioner för användning. Ammoniakhalten mäts i en skala från 1-5 där 1 tyder på en hög halt av ammoniak med hög risk för phytotoxicitet och 5 tyder på obefintlig ammoniakhalt. Testet utfördes enligt tillverkaren Woods End Research Laboratories bruksanvisning ([www.woodsend.org](http://www.woodsend.org), 2006).

När kompostprocessen pågått i 4.5 månader gjordes ett test i kompost A och C. Efter 6 månader gjordes ett test i A, B, C och D.

### **Elektrisk konduktivitet, pH och slutvikt i färdigt kompostmaterial**

Innan odlingsförsöket startades togs prover ut och elektrisk konduktivitet samt pH mättes på ICT laboratoriet. Eftersom materialet nu hade krympt betydligt togs materialet ut för hand på olika ställen i högarna. Kompostmaterialet vägdes och stora ej nedbrutna bitar av bagasso, kokosnöt och större kärnor togs bort. Elektrisk konduktivitet mättes med konduktimeter, i lösningen 1:2.5 jord:vatten, pH mättes med potentiometer i lösningen 1:2.5 jord:vatten.

### **Analysmetoder för slutprodukt**

Moget material från de fyra komposterna skickades, torrt och malet, till laboratoriet vid avdelningen för växtnäringslära, institutionen för markvetenskap, Sveriges Lantbruksuniversitet för fortsatt analys.

Torrsubstanshalten mättes genom att torka materialet i 105 °C i elektrisk ugn.

Totalkol och totalkväve bestämdes genom torrförbränning av ca 0.5 g vid 1020 °C. CNS-2000 elemental analyzer från LECO Equipment Corporation, USA.

Kompostmaterialet analyserades med avseende på kalcium, koppar, järn, kalium, magnesium, mangan, natrium, fosfor, svavel och zink med induktiv plasma spektrometer, ICP Optima 3000 DV från Perkin Elmer, USA. Ungefär 1 g upplöses med 15 ml 65 % HNO<sub>3</sub> i 6 timmar. Temperaturen höjs sedan stegvis till 125 °C i 4 timmar. Lösningen spädes till 50 ml och mäts på ICP Optima 3000 DV.

### **Massbalans för kol och kväve**

Massbalansen ställdes upp för att ta reda på hur mycket kol och kväve som avgått genom mineralisering under komposteringsprocessen;



$$M_1 (X_1) - M_2 (X_2) = M_{12} X_{12}$$

$M_1$  = massa vid start av kompostering

$M_2$  = massa vid mogen kompost

$M_{12}$  = minskning av massa

$X_1$  = kol eller kvävehalt vid start av kompostering

$X_2$  = kol eller kvävehalt i mogen kompost

$X_{12}$  = minskning av kol eller kvävehalt

Resultatet för kväveavgång lär inte bli korrekt då kväve har hunnit avgå från proven innan de analyserats. Proven var torkade då de skickades på analys till Sverige.

## 2.4 ODLINGSFÖRSÖK

Odlingsförsöket bestod i att bedöma effekten av olika kompostmaterial på tillväxt hos tomat. Frön från en lokal tomatsort användes och färdiggrodda tomatplantor, ca 2 dm höga, planterades ut i odlingspåsar med 6 kg substrat. I tabell 1 visas vad de olika påsarna med substrat innehöll.

**Tabell 1:** *Andel kompost i odlingssubstrat.*

Substrat	Andel kompost	
	35 %	65%
Kompost A	A1-A5	A6-A10
Kompost B	B1-B5	B6-B10
Kompost C	C1-C5	C6-C10
Kompost D	D1-D5	D6-D10

Kontrolledet E1-E5 bestod enbart av ytjord från kvarteret och kontrolledet F1-F5 bestod av ytjord från kvarteret med en inblandning av 50 g fågelspillning. Denna blandning föreslogs utav agronom Cesar Apagueño vid PDA, Programa de Desarrollo Alternativo, då denna organisation gjort fältförsök med tomatodling och då använt 1000 kg Guano de Isla per hektar och ca 20 000 plantor, d.v.s. 50 g per planta.

De 50 odlingspåsarna märktes och placerades slumpmässigt ut på en 3 m<sup>2</sup> stor yta. Manuell bevattning skedde när nederbörden inte täckte vattenbehovet. När plantornas höjd var ca 50 cm stöttades de upp med träpinnar. När plantorna var 9 veckor bedömdes följande egenskaper:

### Vegetativa egenskaper

Längd: plantans längd i cm mätt från jord till tillväxtpunkt

Blad: antal utvecklade blad

### Generativa egenskaper

Klasar: antal klasar

Blommande klasar: antal blommande klasar

Frukt: totalt antal synliga frukter

Bladfärg: 1 = grön, 2 = gulgrön nedre del, 3 = gul nedre del

Allmänt omdöme: 1 = kraftig och stor, 2 = medelstorlek, 3 = liten och gles

## Tomatodling

Tomat, *Lycopersicon esculentum* Mill, är ursprungligen en gröda från Sydamerika som odlas överallt i tropikerna idag. Den växer bäst i varma klimat med kallare nätter. Tomatplantan behöver mycket vatten men förstörs av häftiga regn samt hög fuktighet och dålig dränering. Den är relativt tolerant för olika jordar (Martin, 1984).

Enligt Ceasar Apagueño, agronom vid Programa de Desarrollo, växer tomatplantan bra i klimatet i byn. I odlingstestet användes en lokal tomatsort då denna är mer anpassad till det emellanåt fuktiga klimatet än växthustomat. Den klarar sig också bättre mot svamp och insektsangrepp. Jag ville också i mitt projekt värna om denna lokala tomatsort som är på väg att konkurreras ut av de förädlade tomaterna. Detta trots att efterfrågan är stor på den lokala tomaten i regionen, vilket beror på ökat intresse för ekologiska produkter men också på smaken.

Tomaten som användes (*Physalis peruviana*) är besläktad med växthustomat. Plantan blir ca 1 meter hög och slingrar sig delvis längs marken. Den kan växa bland ogräs eller andra växter utan att ta skada. Frukten innehåller mycket kärnor och användes/ används traditionellt som livsmedel men också för medicinskt bruk (Parque Nacional de Cordillera Azul, 2005).

## Analysmetoder för substrat

Torkade och malda prover från jord och jord blandad med fågelspillning analyserades i laboratoriet vid avdelningen för växtnäringlära, institutionen för markvetenskap, Sveriges Lantbruksuniversitet.

Totalkol och totalkväve bestämdes genom torrförbränning av ca 0.5 g vid 1020 grader Celcius. CNS-2000 elemental analyser från LECO Equipment Corporation, USA.

De växttillgängliga ämnena fosfor, kalium, magnesium och kalcium analyserades med AL-metoden. Finmald torr jord extraheras med ammoniumlaktat och ättiksyra med pH 3.75 (Egnér *et al*, 1960) och därefter sker bestämning med ICP, ICP Optima 3000 DV.

## 3. RESULTAT

### 3.1 DELTAGARINFORMATION

Kvarteret Vista Alegre i Chazuta har (oktober 2004) 38 familjehushåll. Av dessa deltog 22 hushåll i intervjuerna (Intervjuer - frågor och svar se Bilaga 1). Majoriteten av invånarna är småjordbrukare med jordlotter utanför byn men det är vanligt att ta tillfälliga jobb för att öka inkomsten. Traditionellt är människorna här jägare, fiskare och samlare vilket till viss del gäller fortfarande, när tillfälle ges. Kvarteret ligger centralt i byn och inhyser snickeri, såg, restaurang, hotell, sjukhus, keramiskt museum, kulturhus, keramikverkstad och lågstadieskola.

Familjerna består ofta av många barn men även av far och morföräldrar (Bilaga 1, del 1). Ett hushåll i detta kvarter består i genomsnitt av 4 individer. Hushåll med en eller två individer består oftast av äldre ensamstående kvinna med barnbarn, då barnets mor jobbar i staden. Husen är byggda utav naturmaterial, trä eller lera med palmtak, ibland plåttak. Vatten och

elektricitet erhåller majoriteten men väl fungerande avlopp saknas. Toaletterna är till största delen torrass.

Odlingen sker främst på jordlotten men många har köksträdgård med enstaka fruktträd och odling för husbehov t.ex. koriander, chili och pumpa (Bilaga 1, del 3). Generellt finns en önskan, bland kvinnorna, att kunna odla mer grönsaker för dagsbehov i köksträdgården. De vanligaste hindren för detta är brist på plats, dålig jord eller frigående djur som äter upp plantorna. Hundar, grisar och höns går lösa och det är nödvändigt att inhägna små odlingar, vilket kräver resurser.

Matintaget för invånarna är mer eller mindre lika under året. Matbanan, ris, yucca, torkad insaltad fisk, ägg och bönor utgör basfödan. Under säsong äts även stora mängder frukt som apelsin och mango men även brödrädsfrukt och palmnötter. Många fruktträd och palmer växer vilt. Grönsaker äts men p.g.a. tradition, pris och tillgång i mindre skala. Kött äter man i små mängder, vanligast kyckling. Under sommarmånaderna juni till augusti ökar fiskmängden markant i floden och även i kosten. Mer moderna varor som vetebröd, läsk och industriproducerade kex och sötsaker ökar i försäljning. Dessa varor ger vanligtvis mer icke organsikt avfall i form av plastemballage och flaskor. Vad gäller avfallets sammansättning under ett år är den homogen. Fiskrester under sommarmånaderna äts till stor del upp av husdjuren.

Avfallssituationen är ett problem eftersom ingen typ av hantering erbjuds. Kommunen prioriterar inte avfallsfrågan för tillfället och byborna är missnöjda och frustrerade eftersom det inte finns något alternativ till att dumpa i floden eller samla i trädgården (Bilaga 1, del 2). Majoriteten av de som bor nära floden dumpar sina sopor där, organiskt som icke organiskt. Det är enkelt och avfallet försvinner när vattnet stiger. Andra låter det organiska avfallet samlas på hög i trädgården ifall utrymme finns, någon kontrollerad kompostering sker dock inte. Förbränning utav papper, hård och mjukplast sker ibland, mer vanligt ju längre bort invånarna bor från floden. En del invånare vet att nedbrutet avfall fungerar bra som gödselmedel och samlar det på hög där man vill att näringen skall tas upp, ofta runtomkring fruktträd i trädgården.

Råttor, flugor och kackerlackor är vanligt förekommande i hemmen liksom diarré, parasitangrepp och infektionssjukdomar hos barn. Vanligtvis kopplas dock dessa begrepp ej samman.

## **3.2 INVENTERING**

### **Avfallets sammansättning**

Sammanställningen av det ihopsamlade avfallet var följande:

Organiskt material

- Bananskal av olika banansorter, huvuddelen från skal av omogen matbanan
- Citrus frukt rester
- Fruktskal och övriga fruktrester
- Yuccaskal
- Grönsaksrester
- Kokosnötrester
- Övriga matrester

Icke organiskt avfall

- Plastpåsar
- Rester av pappers och plastförpackningar
- Plastflaskor
- Kartong
- Konservburkar av aluminium
- Glasflaskor

I enstaka fall återfanns här även brännaska, batterier, blöjor och gamla rostiga metallburkar.

### Vikt, volym och densitet

Viktresultat från inventeringen visas i Tabell 2. Avfallsmängden vägdes dagligen under 10 dagar och är summerad för de 16 hushållen. Mätningar under dag 0 är inte med i resultaten då denna dags insamling innehöll avfall från tidigare och ej var representativt för en dags avfall. Mängden organiskt avfall varierade från 58.4 kg till 97 kg och det övriga avfallet toppades i vikt beräknat av mjukplast och därefter metall.

**Tabell 2.** *Mängd avfall (kg) av olika typ (medelvärde, n=16)*

Material (kg)	Dag											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Organiskt material</b>	131.0	63.2	71.0	75.3	82.7	59.3	58.4	97.0	68.3	61.3	63.9	
<b>Mjukplast</b>	3.2	1.2	1.1	1.5	0.8	0.6	0.9	1.0	0.6	0.4	0.4	
<b>Hårdplast</b>	-	0.4	0.2	0.6	0.9	0.5	1.4	1.0	0.7	0.2	-	
<b>Papper</b>	1.2	0.5	0.2	0.1*	0.6	0.2	0.2	0.7	0.1	0.1	-	
<b>Metall</b>	3.0	0.4	0.9	0.5	2.7	0.7	-	0.65	0.1	0.1	0.1	
<b>Glas</b>	2.0	-	0.5	0.4	-	-	0.1	-	-	-	-	
<b>Total mängd/dag</b>	139.4	65.7	73.9	77.4	87.7	61.3	61.0	100.4	69.8	62.1	64.4	

\* Då vikten visar 0.1 kg menas  $\leq 0.1$  kg p.g.a. att vågen ej visade större noggrannhet än 100 g.

Den totala mängden avfall under 10-dagars period visas i Tabell 3. Tabellen innehåller även medelvärdet för avfallsproduktionen/hushåll och dag. Den totala mängden organiskt avfall under perioden var ca 700 kg och genomsnittet för dagsproduktionen var 4.38 kg. Den organiska delen utav avfallet utgör viktligt den dominerande delen, under denna 10-dagars period uppgick övrigt avfall endast till ca 35 kg.

**Tabell 3.** Total mängd avfall av olika typ, insamlad under hela perioden, samt mängd avfall per hushåll och dag (medelvärde, n=16).

	<b>Total mängd (kg)</b>	<b>Mängd avfall per hushåll och dag (kg)</b>
<b>Organiskt material</b>	700.5	4.38
<b>Mjukplast</b>	11.7	0.073
<b>Hårdplast</b>	5.9	0.037
<b>Papper</b>	3.9	0.024
<b>Metall</b>	9.15	0.057
<b>Glas</b>	3.0	0.019
<b>Total</b>	734.15	4.59

Tabell 4 visar färskvikt, torrsvikt, vattenhalt, volym och densitet av det organiska materialet under de 3 dagarna då materialet hackades och vägdes. Tabellen visar också data för strömmaterialet. Vattenhalten var runt 80 % i det organiska materialet och densiteten ca 550 kg/m<sup>3</sup>. För strömmaterialet visade bagasso på en densitet av 139 kg/m<sup>3</sup> och bananblad 50 kg/m<sup>3</sup>.

**Tabell 4.** Data för färskvikt, vattenhalt, torrsvikt, volym och densitet i färskt organiskt avfall samt strömmaterial.

	<b>Färskvikt (kg)</b>	<b>Vattenhalt (%)</b>	<b>Torrsvikt (kg)</b>	<b>Volym (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Densitet ** (kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Organiskt avfall</b>					
<b>dag 6 (15fam)</b>	58.4	81.90	10.57	0.110	531
<b>dag 8 (15fam)</b>	58.3	79.86	11.74	0.107	545
<b>dag 10 (16fam)</b>	69.3	85.17	10.28	0.113	613
<b>Bananblad</b>	Ca 0.5	12.74	0.436	0.010	50
<b>Bagasso</b>	1.39	69*	0.431	0.010	139
<b>Brännaska</b>	1.2	-	-	0.002	600

\* Enligt muntlig källa vid Proyecto de Etanol har bagasso en vattenhalt på 60% till 78%

\*\* Densiteten är beräknad på färskvikt.

### 3.3 KOMPOSTERING

#### Noteringar under komposteringsprocessen

Med start den 16 oktober fram till den 25 oktober fylldes de fyra komposterna. Kompostmaterialet sjönk ihop relativt snabbt. Materialet i hörn och kanter förändrades mer långsamt än i övriga delar av komposthögarna. Efter ca en vecka hade den gulgröna färgen, karaktäristisk för startmaterialet, till stor del svartnat i samtliga högar. Inuti komposterna var materialet helt svart efter en vecka och fuktigheten var mycket högre än i kanterna, dessutom hade materialet en kletig struktur. Lukten efter en vecka var inte besvärande och flugor var inte ett problem. Kompost A hade efter en vecka sjunkit ihop till 2/3 av den ursprungliga storleken. Materialet i mitten hade torkat upp.

Efter två veckor var materialet på kanter och hörn fortfarande rätt onedbrutet, hårda bitar av bananskal påträffades och temperaturen var lägre än inuti högarna. Allt material var dock brunt eller svart och ett vitt ludd syntes runt om i komposterna. På ytan av komposterna fanns larver och smådjur, temperaturen var ej så hög här, 1-2 dm in i högen ökade temperaturen och makrofloran avtog abrupt. Komposterna avgav ingen obehaglig lukt men vid omrörning avgavs en stark ammoniakluk. Längst ner mot marken var materialet packat och blött. Inuti komposterna var materialet svart med vitt ludd.

Kompost B skilde sig från A på det sätt att temperaturen ej steg efter första vändningen, utan sjönk istället ännu mer. Vattenånga avgick tydligt och gulgröna onedbrutna delar återfanns på kanterna. Efter 2 veckor innehöll samtliga komposttytor larver, ca 1 cm långa. Kompost C luktade mer ammoniak än de övriga komposterna. Kompost D var minst blöt av alla och efter 2 veckor var även den torr på botten. P.g.a. av att regn sipprat in var ovansidan mer blöt än undersidan. Dess krympning var också stor. Efter 2 veckor var den 1/2 till 1/3 av ursprunglig storlek.

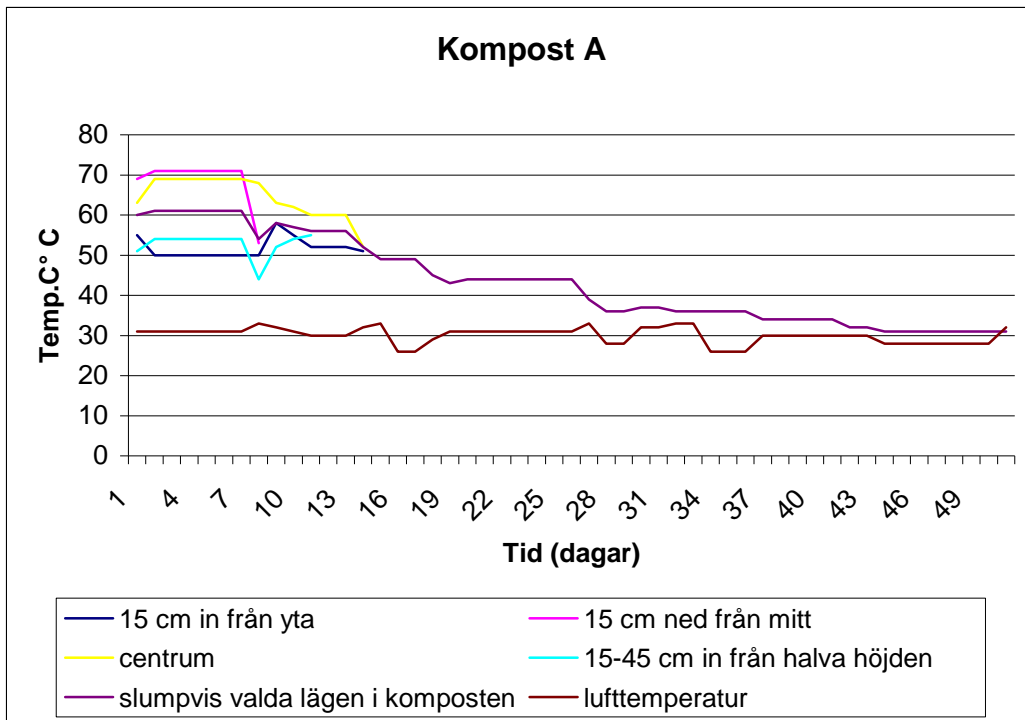
Efter 3 veckor var komposterna lagom våta och så gott som luktfria med undantag för kompost C, som var fuktigare och avgav mer lukt än övriga. Mängden smådjur var på avtagande och de vita larverna hade försvunnit. Medeltemperaturen var ca 50 grader. De olika beståndsdelarna kunde inte längre urskiljas med undantag för de icke nedbrutna bagassobitarna. Kompost B och C gav ett kompakt intryck. Vid denna tidpunkt började vita svampkroppar dyka upp i kompost A. Samtliga komposter hade krympt betydligt, höjden var nu ca 40-50 cm.

Efter drygt en månad luktade A och B endast jord. C var fuktigast och luktade fortfarande något av ammoniak vid omrörning.

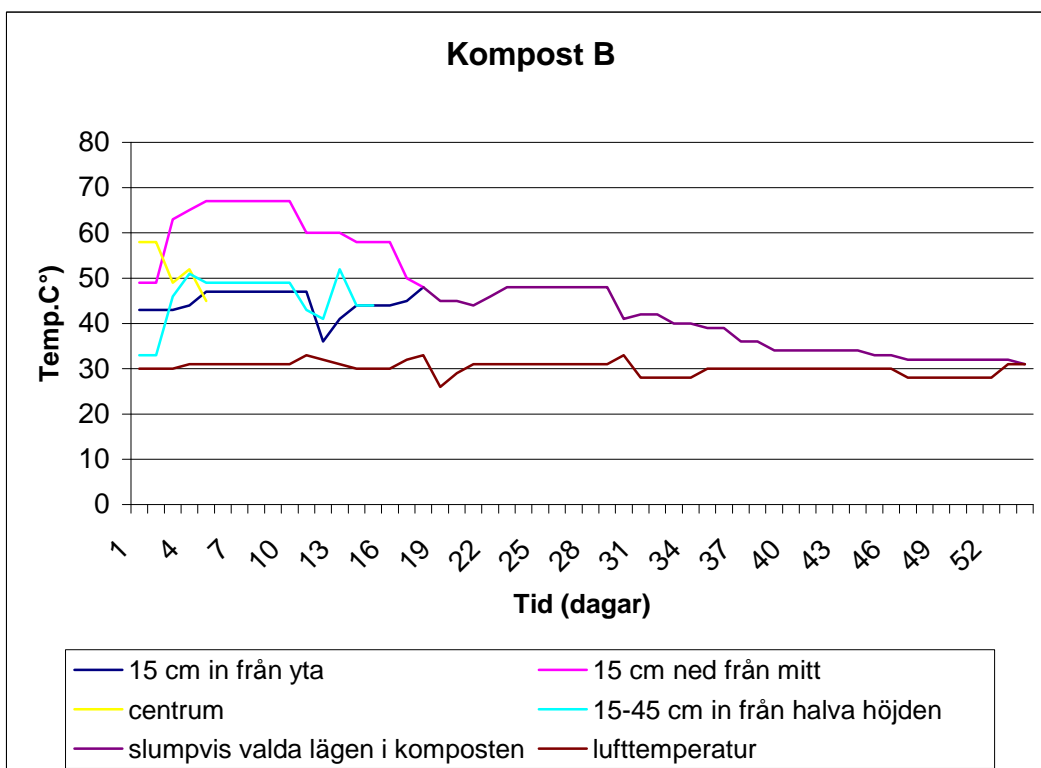
Efter ca 2 månader luftades och torkades komposterna eftersom häftiga regn hade bidragit till att vatten sipprat in genom skyddsplasten. Större bagassobitar var fortfarande tydliga. Komposternas temperaturer hade nu börjat plana ut och närmade sig lufttemperatur. De 4 komposterna lämnades för att mogna. Efter 6 månader visade Solvitatestet att komposterna var mogna och materialet finfördelades något för hand, större ej nedbrutna delar plockades bort. Komposterna lades i skyddade högar för att invänta odlingsförsöket, ca 6 månader efter start, alltså i månadskiftet april/ maj. Odlingsförsöket startade i oktober månad, 2005.

### **Temperatur och pH-mätningar under komposteringsprocessen**

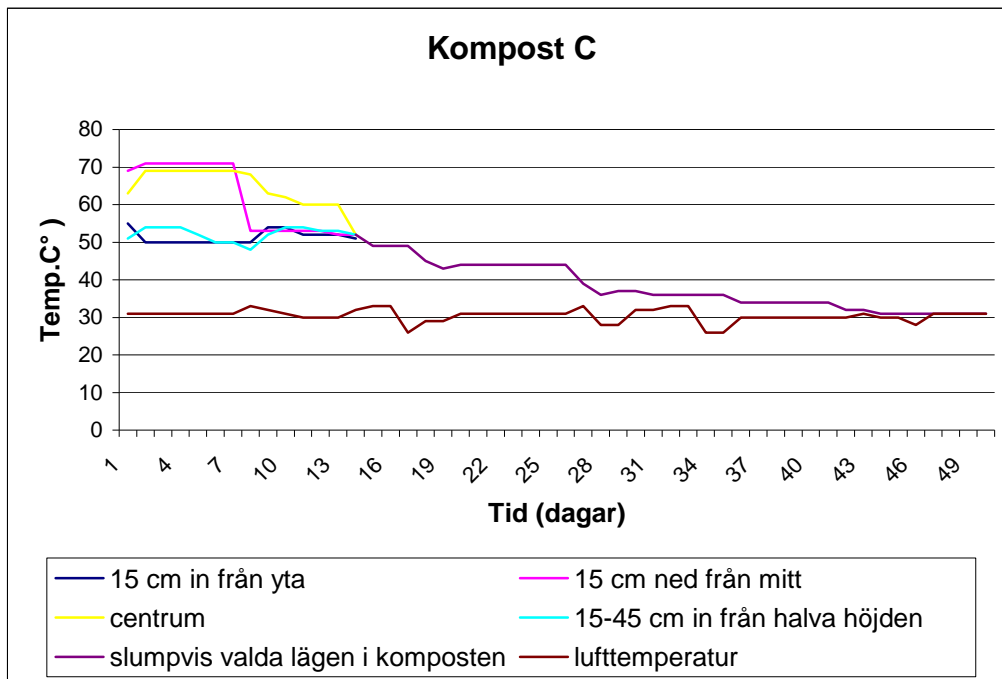
Temperaturen mättes kontinuerligt i komposterna (figur 1-4). Resultat från pH-mätningar visas i tabell 5. Eftersom samtliga komposter genomgick stark krympning kunde efter ungefär två veckor dagar temperaturen bara mätas på slumpvis valda lägen runt om i högarna. Högarna var vid denna tidpunkt högst 40 cm höga. Den sista mätningen (ej med i figur) gjordes för samtliga komposter mellan dag 76 och 85 och temperaturerna i komposten visade då på mellan 27°C och 31°C, temperaturer väl överensstämmande med respektive lufttemperatur. Spridningsmättet under de första 14 dagarna var störst och på ett fåtal ställen var temperaturskillnaderna 10°C. Då materialet vändes och blandades om minskade spridningsmättet, krympningen av materialet bidrog också till detta.



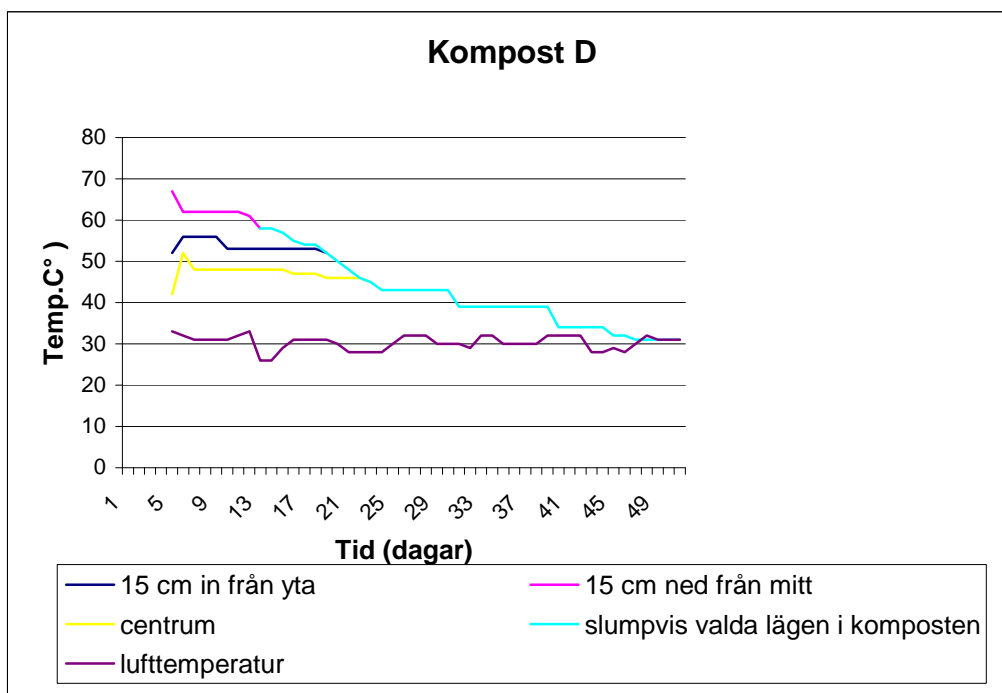
**Figur 1.** Temperaturförändringar under kompostering i kompost A. Temperaturer mättes på 4 olika lägen i högen (n=3). Allteftersom komposten krympte kunde inte samtliga lägen mätas och efter dag 21 har endast temperaturen mätts på 3 slumpvis valda ställen i komposten. Lufttemperatur visas i figuren.



**Figur 2.** Temperaturförändringar under kompostering i kompost B. Temperaturer mättes på 4 olika lägen i högen (n=3). Allteftersom komposten krympte kunde inte samtliga lägen mätas och efter dag 18 har endast temperaturen mätts på 3 slumpvis valda ställen i komposten. Lufttemperatur visas i figuren.



**Figur 3.** Temperaturförändringar under kompostering i kompost C. Temperaturer mättes på 4 olika lägen i högen (n=3). Allteftersom komposten krympte kunde inte samtliga lägen mätas och efter dag 15 har endast temperaturen mätts på 3 slumpvis valda ställen i komposten. Lufttemperatur visas i figuren.



**Figur 4.** Temperaturförändringar under kompostering i kompost D. Temperaturer mättes på 3 olika lägen i högen (n=3). Allteftersom komposten krympte kunde inte samtliga lägen mätas och efter dag 15 har endast temperaturen mätts på 3 slumpvis valda ställen i komposten. Lufttemperatur visas i figuren.



Under komposteringens gång mättes pH. Då pH mätningarna gjordes på nedfruset material och transport till laboratoriet ICT i Tarapoto ej skedde regelbundet kunde inte mätningar tas för exakt samma dagar i de 4 komposterna. Resultaten visade på ett start pH runt 7. Därefter sänktes det något för att efter dag 4 börja öka igen, runt dag 42 låg pH på drygt 8 i samtliga komposter.

**Tabell 5:** *pH i kompost A-D under komposteringen*

Dag	Kompost			
	A	B	C	D
1	7.14	7.26	6.35	7.80
2	*		6.61	
3	6.21	6.84	7.21	
4	6.41	7.33	7.53	
5		7.24		7.40
6	8.03	6.64		6.97
7	7.57	7.57	7.12	7.79
14	7.72	7.82	7.41	7.59
21	8.21	8.01	8.24	
28	8.15			8.77
42	8.12	8.07	8.49	

\* Ej ifylld ruta betyder att pH mätning ej utförts

### Solvita test

Vid första testomgången, då komposterna var 4,5 månader, var materialet relativt blött och innehöll tydliga rester av bagasso. Enligt Solvita-testets anvisningar torkades och avlägsnades större ej nedbrutna delar innan testet utfördes. Vid andra testomgången, då komposterna var 6 månader, var materialet torrare och mer nedbrutet, även om bagassorester till en viss del fortfarande tydligt kunde urskiljas. Vid första testomgången visade resultaten att kompost C fortfarande hade en koldioxidhalt som motsvarade aktiv kompost, ammoniakhalten visade dock resultat som tydde på mogen kompost för både A och C. Efter 6 månader testades samtliga komposter A-D och resultaten visade på moget material. Resultat se tabell 6.

**Tabell 6:** *Resultat från Solvitatest.*

Test	CO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>
Kompost A, 4,5 månader	7-8	5
Kompost C, 4,5 månader	5-6	5
Kompost A, 6 månader	7-8	5
Kompost B, 6 månader	7-8	5
Kompost C, 6 månader	7-8	5
Kompost D, 6 månader	7-8	5

**Tabell 7: Analysresultat av torrvt, tot N och tot C samt växtnäringssämnen för färsk kompost.**

	Färsk kompost				Blad (banan)				
	Enhet	A	B	C	D	Bagasso	Aska		
<b>Ts</b>	%	94,54	96,2	95,82	96,5	96,44	94,88	93,24	94,51
<b>Tot N</b>	%	1,51	1,31	1,43	1,11	0,95	0,98	0,047	0,2
<b>Tot C</b>	%	43,29	19,15	17,68	15,42	15,70	47,78	47,89	6,21
<b>Ca</b>	g kg <sup>-1</sup>	5,83	43,83	41,02	55,54	71,16	27,47	0,77	169,26
<b>Cu</b>	g kg <sup>-1</sup>	0,005	0,033	0,015	0,017	0,048	0,006	0,007	0,049
<b>F</b>	g kg <sup>-1</sup>	0,58	18,45	15,05	14,08	15,50	0,91	2,05	14,97
<b>K</b>	g kg <sup>-1</sup>	45,31	29,22	43,93	47,35	47,75	7,65	2,27	153,63
<b>Mg</b>	g kg <sup>-1</sup>	1,55	8,00	8,17	9,42	12,38	7,05	0,57	4,88
<b>Mn</b>	g kg <sup>-1</sup>	0,067	0,59	0,57	0,49	0,44	0,39	0,11	0,30
<b>Na</b>	g kg <sup>-1</sup>	1,08	0,55	1,56	2,14	1,55	0,14	0,043	0,76
<b>P</b>	g kg <sup>-1</sup>	2,54	3,76	4,34	5,02	7,00	1,03	0,65	25,26
<b>S</b>	g kg <sup>-1</sup>	1,05	1,46	1,88	1,97	1,73	1,03	0,25	1,69
<b>Zn</b>	g kg <sup>-1</sup>	0,066	0,18	0,11	0,14	0,17	0,0002	0,0002	0,053

## Analysresultat från kompostering och slutprodukt

I tabell 7 visas resultaten från analyserna med färskt material, kompost A-D som färdigkomposterat material, torra bananblad, bagasso samt aska. Analyserna har gjorts med avseende på torrsvikt, total kväve och kolhalt och på näringsämnen Ca, Cu, F, K, Mg, Mn, Na, P, S och Zn.

Tabell 8 visar resultaten från tungmetallsanalyserna i färskt avfallsmaterial, torra bananblad, bagasso och aska.

**Tabell 8:** Tungmetaller i färskt avfall, strömaterial och aska.

<b>mg kg<sup>-1</sup></b>				
	<b>Färskt avfall</b>	<b>Bananblad</b>	<b>Bagasso</b>	<b>Aska</b>
<b>Cr</b>	1,889	1,708	2,023	8,952
<b>Co</b>	0,031	0,044	0,015	2,223
<b>Ni</b>	0,815	0,289	0,969	3,995
<b>Cd</b>	0,126	0,098	0,591	0,081
<b>Pb</b>	0,845	1,071	0,454	3,182

## Övriga analysresultat för slutprodukt

Resultaten från mätningar i komposternas slutprodukt visade på ett pH runt 9, en elektrisk konduktivitet på mellan 4.5-10.18 och en slutsvikt på mellan 42-68 kg. Se tabell 9.

**Tabell 9:** pH, EC och slutsvikt för kompost A-D

	<b>pH</b>	<b>Elektrisk konduktivitet, EC (mmho/cm)</b>	<b>Slutsvikt (kg)</b>
<b>Kompost A</b>	9.80	10.80	42.5
<b>Kompost B</b>	9.00	10.10	62.7
<b>Kompost C</b>	8.90	9.30	66.0
<b>Kompost D</b>	8.50	4.50	67.7

\*15 kg är pålagt varje vägningsresultat eftersom vägningen gjordes efter provborttagning och rensning utav stora bagassobitar samt kärnor, benbitar o dyl. Räknar också med ett materialbortfall på några kilo p.g.a. bearbetningar och förflyttningar av komposterna.

## Resultat av substratanalys

I odlingsförsöket användes i kontrollleden jord och jord blandad med fågelspillning, tabell 10 visar resultaten från växtnäringsanalys av dessa substrat. Vad gäller N % och C % skiljde det sig inte mycket mellan vanlig jord och jord blandad med gödsel. Angående andra näringsämnen visar P och K på dubbelt så höga värden eller mer i jord blandad med gödsel än i vanlig jord.

**Tabell 10: Växtnäringsinnehåll i odlingssubstrat**

Prov	N (%)	C (%)	P-AL*	K-AL*	Mg-AL*	Ca-AL*
Jord	0,251	3,030	0,198	0,342	1,190	12,80
Jord+Guano	0,303	2,850	0,802	0,625	1,280	14,20

\* g kg<sup>-1</sup>**Resultat av massbalansuträkningar för kol och kväve**

I tabell 11 visas resultaten för kol och kväve avgång. Uträkningarna visar på en avgång av ca 50 % för kol och mellan 1-2 % för kväve. Den låga kväveavgången antas bero på att en stor del kväve avgått mycket snabbt innan mätningar gjorts i materialet.

**Tabell 11: Resultat för kol och kväveavgång under komposteringsprocessen. Det kol och kväve som har mineraliserats under komposteringen är angivet i % av mängden kol och kväve i komposterna vid start av komposteringen.**

	Kolavgång	Kväveavgång
Kompost A	47.3 %	1.54 %
Kompost B	50.0 %	1.56 %
Kompost C	51.2 %	1.9 %
Kompost D	51.3 %	1.67 %

**3.4 ODLINGSFÖRSÖK**

När tomatplantorna var 9 veckor hade frukter börjat utvecklas och samtliga med undantag för ett fåtal blommade. Detta utvecklingsstadium, mellan vegetativ och generativ fas, ansågs därför intressant och lämplig för bedömning. Att vänta längre hade inneburit svårigheter eftersom plantorna började kräva större utrymme och en del plantor visade tecken på näringsbrist då bladen gulnade nedtill.

Tabell 12 visar medelvärden från resultaten av odlingsförsöket, en mer utförlig tabell se Bilaga 2. Tabell 12 visar för varje kompost ett medelvärde av mätningar från 5 testodlingar med 35 % (A1-5, B1-5 o.s.v.) respektive 65 % kompost (A6-10, B6-10 o.s.v.). Kontrollen E är ett medelvärde av mätningar från 5 testodlingar med enbart jord och kontrollen F visar resultat från 5 odlingstest med jord blandad med 50 gram fågelspillning. Bedömningsparametrarna visade störst skillnader med generellt bättre resultat för substrat med kompost inblandad. Mellan substrat med vanlig jord och jord blandad med gödsel påvisades inga viktiga skillnader.

**Tabell 12:** Bedömning från odlingsförsöket med avseende på plantlängd, antal blad, klasar, blommande klasar, frukter samt bladfärg och allmänt omdöme för kompost A-D och jordsubstrat (E) samt jord+gödselsubstrat (F). Bladfärg: 1=grön, 2= gulgrön nedre del och 3= gul nedre del. Allmänt omdöme: 1 = kraftig och stor, 2 = medelstorlek, 3 = liten och gles

Substrat	Längd (cm)	Blad (antal)	Klasar (antal)	Blommande		Bladfärg	Allmänt omdöme
				Klasar (antal)	Frukter (antal)		
<b>A 1-5</b>	27	12,5	2,3	0,75	1,5	2	2
<b>A 6-10</b>	30,7	14	3	1,3	1	2,7	1,7
<b>B 1-5</b>	32,8	14,8	3,6	2,2	1,6	2,6	1,6
<b>B 6-10</b>	31,8	13,2	3	0,8	2,8	2,2	2,2
<b>C 1-5</b>	30,4	13,6	3,6	1,4	1,4	1,4	1,8
<b>C 6-10</b>	31	14,3	3,5	1,3	2,5	2	1,8
<b>D 1-5</b>	31,6	13,8	3,8	1,4	1,8	2,8	1,6
<b>D 6-10</b>	30,8	13	3	2,2	1,6	1,8	1,8
<b>E 1-5</b>	28,4	11	2,2	0,6	0,2	1,8	2,4
<b>F 1-5</b>	27,6	8,8	1,8	0,8	0,6	2,6	2,8

## 4. DISKUSSION OCH SLUTSATS

### 4.1 Deltagarinformation

Intervjuerna gjordes till största del med bönder, en bonde i Chazuta odlar vanligtvis mycket för egen konsumtion men många odlar även majs eller kakao för försäljning. Bönderna i Chazuta bor ofta i byn och har sin åker någon timmes gångväg utanför byn. Arbetet med jordbruket blandas med tillfälliga anställningar, de ekonomiska inkomsterna från deras jordbruksverksamhet är oftast mycket små.

Deras inställning till komposteringsförsöket var generellt mycket bra. Jag kunde dock se en skillnad mellan de som bodde nära floden och de som bodde längre ifrån. Hälften av deltagarna i försöket bor nära floden. Människor som bor nära floden ser mindre problem med avfallssituationen eftersom de på ett smidigt sätt gör sig av med avfallet då de slänger det i floden och slipper problem med att försöka gömma undan det i den egna trädgården.

Att människor slänger avfall i floden eller öppet på marken beror på okunskap om konsekvenserna. Generellt så vet man att det är olämpligt att slänga sopor i floden men då det inte erbjuds någon organiserad lösning är det ett fåtal som är villiga att förändra på egen hand. Flera år av hjälp från olika organisationer har tyvärr skapat förväntan på hjälp utifrån och passivitet till egna initiativ samt mindre ansvarstagande. Dessutom är Chazuta en by som ofta drabbas av mer konkreta problem vilket har givit avfallsfrågan låg prioritet.

### 4.2 Inventering och kompostering

Komposterna innehöll till största delen bananskal som bryts ned långsamt och är fiberrika (CEPIS, 2005). Fruktrester passar bra i en kompost men skal från citrusfrukter bryts också ned sakta. Stora mängder frukt i komposten kan också göra den våt, kompakt och illaluktande (Alm *et al*, 1998). Olika källor ger något olika svar på kol/kväve kvoten bland fruktrester, en kvot på 35 ges av Miller & Jones, 1987. Löv har en kvot på ca 50 enligt Alm och då löv

nästan inte innehåller något kväve bryts de ned långsamt om stora mängder tillsätts komposten (Ryrie, 2001). Bagasso är fiberrikt då det innehåller mycket lignin och är därför ett motståndskraftigt material som bryts ned sakta (Dalzell, 1987). Kol/kväve halten i det färska materialet var 28. Komposterna var antagligen p.g.a. materialet rätt kompakta. Den ibland höga fuktigheten kan dock även bero på att vatten läckte in då det regnade kraftigt.

Under tropiska förhållanden behöver inte komposten isoleras på samma sätt som i tempererade klimat (Dalzell, 1987), komposterna i försöket isolerades med naturmaterial och täcktes p.g.a. att volymen inte var större än 1m<sup>3</sup>. Dessutom är det nödvändigt med täckning då lösgående djur som grisar och höns lockas till avfall.

Komposterna i försöket fungerade bra men skulle nog ha fungerat bättre om större volymer lagts i komposten, 1m<sup>3</sup> färskt material minskade snabbt i volym. Detta råmaterial innehåller så mycket vatten varför större volymer avfall blandat med något mer kväverikt strömmaterial vore önskvärt. Det kväverika materialet eftersom avfallet i byn är mycket fiberrikt.

### 4.3 Analysresultat

Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, SP, har följande krav på leveransklar mogen kompost vad gäller tungmetaller, se tabell a.

**Tabellx:** Svenska riktlinjer för tungmetaller i leveransklar slutprodukt.

Metall	Maximal halt, mg/kg TS
Bly	100
Kadmium	1
Koppar	600
Zink	800
Krom	100
Nickel	50

Vid jämförelse med analysvärden från olika material från komposteringen i Chazuta visar sig askan innehålla störst mängd bly, men endast ca 3 mg/kg.

Vad gäller kadmium innehöll bagasso störst mängd på ca 0,6 mg/kg. Det färska avfallet, bananbladen samt askan innehöll dock låga halter. Kopparmängden är också låg i samtligt material. Koppar är dock ett viktigt näringsämne som inte bör finnas i lägre halter än 7 mg/kg, ingen av komposterna har så låga doser. Zink är också ett viktigt näringsämne och mycket låga värden kan ge brister hos grödor. Komposterna har dock bra värden. Krominnehållet visar också på låga halter, liksom nickel.

Tungmetaller innebär absolut ingen risk för vare sig avfallet eller strömaterialet vilket kan förklaras med att alla material är ”rena”. Det organiska materialet kommer från egna småskaliga odlingar utan bekämpningsmedel även strömmaterial samt brännaska är fria från föroreningar.

Vad gäller pH-tillståndet i materialen visade startkomposterna på ett högt pH och slutprodukten visade på nära pH 9 i de fyra komposterna vilket tyder på karbonatrikt material med mycket högt pH.

Halten lättlösligt fosfor (P-AL) i jordsubstratet visade en mycket hög halt med fosfor i överskott, ett värde i klass 1 med >16 mg P/ 100 g jord. Jord blandad med Guano de Isla hade ett värde på ca 80 mg/ 100 g jord och hamnar då också i klass 1.

Halten lättlösligt kalium (K-AL) visade för båda jordproven mycket höga halter med kalium i överskott. Jordprovet innehöll ca 34 mg K/ 100g jord och jordprovet med Guano de Isla ca 62 mg K/100g jord. Gränsen för klass 1 är >32.

Massbalansuträkningarna visar att ca 50 % utav kolet har avgått men endast 1-2 % utav kvävet har försvunnit genom mineralisering under processen. Resultatet utav kväveavgången har med stor sannolikhet en stor felkälla då kvävehalten inte kunde mätas i färskt material vid provuttag. Analyser gjordes i Sverige på torkat material.

#### 4.4 Odlingsförsök

Bedömningsparametrarna i odlingsförsöket var längd, blad, klasar, blommade klasar, frukter, bladfärg och allmänt omdöme. Den genomsnittliga längden i försöksleden visade runt 30 cm för båda leden, de med 35 % inblandning av kompost och de med 65 % inblandning. De bägge kontrolleden visade även de lika genomsnittsvärde, 28 cm.

Mängden blad visade sig vara lägst i kontrolledet med jord blandad med fågelspillning, ett genomsnitt på 9 blad per planta. I försöksleden var genomsnittet åter lika för båda blandningarna med ett snitt på 13 blad per planta. Här visar alltså kompostinblandning på högre bladantal.

Vad gäller antal klasar på plantorna hade blandningen med 35 % kompostinnehåll ett snitt på 3.3 klasar per planta och blandningen med 65 % ett snitt på 3.1 klasar. Kontrolledet med enbart jord hade ett snitt på 2.2 och fågelspillningsblandningarna ett snitt på 1.8 klasar. Försöksleden visar på att kompostinblandning ger ökad klasbildning.

De blommande klasarna var i genomsnitt 1.4 i försöksleden och i kontrolled E 0.6 och i led F 0.8 vilket visar på bättre blomning med kompostinblandning.

Fruktbildningen var högst i försöksledet med 65 % inblandning av kompost med ett snitt på 2 frukter per planta medan ledet med 35 % kompost hade ett snitt på 1.6 frukter. Led E med enbart jord hade i genomsnitt 0.2 frukter och fågelspillningsledet 0.6 frukter.

Bladfärgen var grön och fin och fick mest poäng i led F med fågelspillning. Led E fick sämst resultat och i försöksleden var bladfärgen något mitt emellan och snittet blev lika för de två blandningarna.

Det allmänna omdömet gav högst poäng för led F (2.8) och E (2.4), försöksleden fick lägre poäng led med 35 % inblandning 1.75 och led med 65 % inblandning 1.9.

Slutsatsen av odlingsförsöket är att inblandning av kompost i jorden är bra och ger fler klasar och frukter. Andelen kompost i blandningen verkar inte spela så stor roll och har kanske att göra med att kompost främst får rollen som jordförbättrare i detta fall, denna roll får stor betydelse då jorden är lerrik och svårarbetad och inblandning av kompost gör det lättare för rötter att utvecklas och spridas.

Detta skulle också förklara varför kontrolleren trots att de har färre frukter och klasar ändå får rätt höga poäng i allmänt omdöme och bladfärg. Resultaten för ledet med enbart jord är sämst bland de två men kanske skulle iallafall led F växa ikapp försöksleden om det fick mer tid. Att blanda i kompost i odlingsjorden ger frukt snabbare och antagligen skulle de bästa resultaten nås ifall jorden blandades både med fågelspillning och komposterat material, ett led som inte är med i detta försök.

Resultatet av arbetet visar på att kompostering på hushållsnivå är ett lämpligt sätt att ta hand om hushållssopor på och ett bra alternativ till att slänga i floden, samla på hög eller gräva ned. Däremot skulle bäst resultat uppnås ifall flera hushåll kunde gå ihop om en kompost så att volymen blir större. Det är också viktigt att påpeka vikten av strömaterial och omrörning samt att inte tillåta regn komma in. Mitt förslag är att lägga komposterna under ett stabilt högt tak som underlättar arbetet och effektivt förhindrar att oönskat vatten når komposterna. En väljord inhägnad är också viktigt då lösgående djur alltid är ett problem i byn.

Jag ser främst kompostering av hushållsavfall som en lösning på avfallsproblemet och som skulle få bort sopor från trädgårdarna och de offentliga sophögarna. Detta skulle i sin tur bidra till bättre renhållning och säkerligen leda till mindre risk för diarréer och andra infektionssjukdomar hos barn.

I andra hand ser jag det som en möjlighet till att förbättra jordens struktur och då främst jorden i den närliggande köksträdgården. Att få tillräckligt med kompost för att lägga på de större odlingarna är inte särskilt troligt eller genomförbart då det behövs så stora volymer samt de faktum att jordlotterna ligger väldigt långt från hushållen och att människorna inte har så stor tradition av att tillsätta gödsel.



## **SLUTORD**

Mitt examensarbete påbörjades under hösten 2004. Då jag valde att genomföra arbetet trots att handledare på plats saknades vill jag främst tacka deltagarna i försöket. Trots min i början bristfälliga spanska lyckades vi genomföra de olika momenten. Jag vill även tacka Ylva Eklind och Gerd Johansson på SLU som under denna tid varit ovärderliga stöd i Sverige.

Nu 2008 (jag har flyttat till Chazuta, fått 2 barn och mina tidigare försöksdeltagare har blivit mina grannar) kan jag avsluta mitt examensarbete. Kommunstyret i byn ändrades 2007 och med optimism vill jag avsluta detta arbete med att nämna att konstruktionen av en deponi för icke organiskt avfall samt maskkomposter för det organiska avfallet kommer att påbörjas i år.

## 6. LITTERATURFÖRTECKNING

Alm, Gustav. 1998. Kompostboken, 71-82. Falköping. LTs förlag Elanders Gummessons.

Altieri, MA. Chapter 17. 1995. Magdoff, F. Agroecology, the science of sustainable agriculture, 349-369. London. Westview Press.

Bertoldi de, M. et al. (eds). Compost specifications for the production and characterization of compost from municipal solid waste. 1987. Bertoldi, M & Ferranti, M.P & Zucconi, F & Hermite, PL. Compost: Production, quality and use. 30-51. Elsevier Appl. Sci. Publ. Ltd., London.

Brady, NC & Weil, RR. The soils around us. 1996. The nature and properties of soils, 2-24. New Jersey, Prentice Hall Inc.

Brady, NC & Weil, RR. Soil organic matter. 1996. The nature and properties of soils, 361-372. New Jersey, Prentice Hall Inc.

Dalzell, HW & Biddlestone, AJ & Thurairajan, K. 1: Uses of compost, 2: Practical composting processes. 1987. Soil management: compost production and use in tropical and subtropical environments. 53-95, 95-127. FAO Soils Bulletin 56, Rom.

Danish Institute of Agricultural Sciences. Albiñ, A. 1999. Hygienic aspects of organic waste use in agriculture. Report nr. 13. Uppsala.

Driessen, PM & Dudal, R. 1991, Mineral soils conditioned by a wet (sub) tropical climate. 1991. The major soils of the world, 142-188. Agricultural University. Wageningen, Amsterdam.

Epstein, E. 1997. The Science of Composting. Lancaster, Technomic Publishing Company Inc.

Egnér, H., Riem, H. & Domingo, WR. 1960. Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II. Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor- und Kaliumbestimmung. Kungl. Lantbrukshögsk. Ann. 26, 199-215. (In German).

Hart, D & Pluimers, J. 1996. UWEP – Urban waste expertise programme. The use of compost in urban agriculture. Composting of organic household waste. Nieuwehaven.

Jiménez, EI & Garcia, VP. 1988. Evaluation of City Refuse Compost Maturity: A Review. Biological Wastes, 27, 115-142.

Leakey, CLA & Wills, JB, Vegetable crops. 1977. Foodcrops of the lowland tropics. 112-115. Oxford University Press. Oxford.

Martin, FW. Fruit vegetables. 1984. Martin, FW. Handbook of tropical food crops. 226-229. Florida, CRC Press

Mc Connell, D & Shiralipour, A & Smith, W. Compost impact on soil/ plant properties. 1994. The staff of Biocycle (eds). Composting source separated organics. 89-91. Pennsylvania. The JG Press, Inc.

Miller, JH & Jones N. Potting media characteristics and components. Organic and compost based growing media for tree seedling nurseries. 1995. World bank technical paper number, 264, Forestry series. 5-35, Washington.

Oficina de Asesoría y Consultoría Ambiental y Instituto de Desarrollo y Medioambiente (IDMA). 1992. Manual de tecnología apropiada para el manejo de residuos solidos. Lima. (på spanska).

Parque Nacional de Cordillera Azul, 2005, Las parientes silvestres de las plantas cultivadas en la zona de amortiguamiento del parque nacional Cordillera Azul. Serie Yachay, Documento 9. Tarapoto. (på spanska)

Ryrie, C.2001. Kompost. London, Gaia Book Limited.

Schelhaas, RM. Compost as fertilizer and soil amendment. 1982. Schelhaas, RM (ed). Solid waste disposal and utilization in developing countries, 70-81. Amsterdam, Bulletin 310 – Royal Department of Agricultural Research, Royal Tropical Institute.

Stoffella, PJ & Kahn, BA. Biological, chemical and physiological processes of composting. 2001. Day, M & Shaw, K. Compost utilization in horticultural cropping system€. 17-50. Florida, Lewis Publishers CRC Press.

Wolff, HL. Health aspects of the elimination of refuse and waste from society. 1982. Schelhaas, RM (ed). Solid waste disposal and utilization in developing countries, 37-39. Amsterdam, Bulletin 310 – Royal Department of Agricultural Research, Royal Tropical Institute.

Woods End Research Laboratory Inc. & Solum AS. Solvita kompost test. Mt Vernon. 2002-02-12.

### **Personliga meddelanden**

Angulo Rojas, D. Especialista Forestal del Programa de Desarrollo Alternativo – DEVIDA – USAID [hasoco@hotmail.com](mailto:hasoco@hotmail.com) 2007-01-19

Apagueño, C. Växtagronom vid PDD, Programa de Desarrollo, Intervju 2006-02-06

Moreno Reateguá, J. Presidente de la Asociacion de Productores Organicos. Ordförande i föreningen för organiska odlare. [jmoreno@hotmail.com](mailto:jmoreno@hotmail.com). 2006-03-11.

### **Internetadresser**

Centro Panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente, [www.cepis.ops-oms.org](http://www.cepis.ops-oms.org) november 2005

Ecología del Perú, Brack, A & Mendiola, C. El caso del desarrollo de la Amazonía. 15/6-2006.  
[www.peruecologico.com.pe/lib\\_c27\\_t09.htm](http://www.peruecologico.com.pe/lib_c27_t09.htm). (på spanska).

Instituto nacional de estadística e información – INEI, Censos Nacionales, 13/6 – 2006.  
[www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe) (på spanska).

Naturvårdsverkets hemsida [[www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)] 2006-06-20

SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, Certifieringsregler för Kompost, [www.sp.se](http://www.sp.se)  
oktober 2005.

## BILAGA 1

### Intervjuer – Personliga samtal, Del 1 Grundinformation om hushållen

Hushåll	Antal vuxna/ barn	Läge Flod/ Skog	Sysselsättning
1	2/3	S	Bönder, tillfälliga arbeten, säljer sockerrörssprit
2	3/3	S	Bönder, tillfälliga arbeten
3	5/2	S	Bönder, snickare, lärare
4	3/3	F	Bönder, husvakt, bakar bröd
5	1	F	Tillfälliga arbeten
6	3/2	S	Pensionärer, fd bönder, student, säljer mat
7	2/2	S	Bönder, tillfälliga arbeten, bakar bröd
8	3/2	S	Bönder, tillfälliga arbeten
9	3/2	S	Bönder, tillfälliga arbeten
10	2/2	F	Lärare, affär, chakra, bakar bröd o kakor
11	½	F	Pensionär, bakar bröd, student
12	2/2	F	Pensionär, tillfälliga arbeten
13	5	F	Bönder, keramiker
14	1	S	Pensionär
15	4/1	S	Akademiker (söker job)
16	2	S	Pensionär
17	4/2	S	Affär, bönder, säljer höns
18	5	F	Hotell, snickeri
19	2	F	Tillfälliga arbeten
20	3	F	Lärare, affär, student
21	6	F	Bönder, tillfälliga arbeten
22	1/1	F	Restaurang

**Intervjuer – Personliga samtal, Del 2**  
**Hushållens avfallshantering och uppfattning om problematiken**

Hushåll	Hur fungerar avfallshanteringen i hemmet?	Är avfallssituationen ett problem?	Inställning till kompostering?
1	Organiskt material samlas på hög, plast bränns och metall spars.	Ja, kommunen bör göra något.	Positiva men vet inte hur det fungerar.
2	Organiskt material samlas på hög, plast bränns och metall spars.	Ja, kommunen bör göra något.	Positiva men vet inte hur det fungerar.
3	Grisar äter det organiska materialet, metall läggs i säckar och resten bränns.	Ja, vid regn går det ej att bränna, mycket sopor samlas på hög vid huset och ruttnar.	Positiva och har hört talas om kompostprojekt men vet ej hur det fungerar i praktiken.
4	Ibland bränns avfall och ibland slängs det i floden.	Ja, rester från förbränningen stannar i trädgården.	Positiva men vet inte vad det betyder eller vad som är organiskt material.
5	Allt slängs i floden, metallburkar återanvänds dock till muffinsformar.	Nej	Positiva, men har inte nytta av kompostjord.
6	Allt läggs på hög och sedan tas komposterat material ut och läggs på odlingar.	Ja, försöker påverka grannar att gräva hål och inte slänga i floden.	Positiva, medvetna om nyttan av kompostjord för trädgårdens grönsaker.
7	Grisar äter en del, resten bränns.	Ja	Positiva, men förstår inte vad det innebär.
8	Allt läggs på hög och bränns när det är torrt, grisar äter en del.	Ja	Positiva
9	Allt läggs på hög och bränns när det är torrt, grisar äter en del.	Nej	Måttligt intresserade.
10	Allt slängs i floden.	Nej	Positiva
11	Allt slängs i floden.	Ibland	Positiva, medvetna om att komposterat material är bra för odlingarna.
12	Allt slängs i floden.	Nej	Positiva
13	Allt slängs i floden.	Ja, men det finns inget alternativ.	Positiva
14	Allt slängs i floden.	Ja, långt att gå till floden.	Positiv
15	Organiskt material läggs i grävda hål pga platsbrist för kompost, papper bränns, metall och plast spars pga förorening vid förbränning.	Ja det är ett stort problem, trädgården kan inte utnyttjas pga sopor.	Positiva men mer intresserade utav maskkompostering.
16	Bränner allt.	Problematiskt på vintern när det regnar och allt blir fuktigt.	Positiva
17	Bränner allt.	Ibland	Positiva och intresserade.
18	Organiskt material grävs ned, plast, papper och metall bränns delvis.	Ja, medvetna om problemet.	Positiva och intresserade.
19	Slänger allt i floden.	Nej	Inte intresserade.
20	Slänger allt i floden.	Ja	Positiva
21	Organiskt material läggs på hög, plast och metall slängs i floden.	Ja	Positiva och intresserade.

22	Organiskt material läggs på hög, plast och metall slängs i floden.	Ja, för liten trädgård för att spara på plast och metall. Sopor på hög ger mycket flugor.	Positiv
----	--	---	---------

### Intervjuer – Personliga samtal, Del 3

#### Hushållens nuvarande odling och önskemål om odling

Hushåll	Vad odlas i köksträdgården?	Vad önskas odlas?	Varför odlas inte detta?
1	Taberiba Brödträd Apelsin	Grönsaker	Tidsbrist
2	Apelsin Kakao	-	-
3	Fruktträ Avocado Sojaböner	Grönsaker	Lösgående grisar
4	Citrusfrukter Carambole	Tomat Aubergine Grönsaker	Tidsbrist
5	Inget	Inget	-
6	Fruktträd Tomater Caiua Chili	Grönsaker	Inhägnad fattas
7	Fruktträd Kål	Tomater Lök Sallad	Saknas inhägnad och frön.
8	Fruktträd Chili	Tomater Gurka Lök Sallad	Inhägnad saknas samt tidsbrist.
9	Apelsin Böner	-	-
10	Fruktträd	Inget	-
11	Fruktträd Blommor	Grönsaker	Tidsbrist samt frö saknas.
12	Fruktträd	Grönsaker	Platsbrist
13	Fruktträd	Kinakål Tomat	Lösgående djur på tomten.
14	Fruktträd Ananas	Grönsaker	Tidsbrist
15	Chili Fruktträd	Tomat Gurka	Inhägnad saknas
16	Fruktträd	Inget	-
17	Fruktträd	Inget	-
18	Fruktträd Blommor	Grönsaker	Tidsbrist
19	Inget	Inget	-
20	Inget	Inget	-
21	Inget	Grönsaker	-
22	Inget	Inget	Varken tid eller intresse.

## BILAGA 2.

Resultat från odlingsförsökets bedömning. Försöksleden A, B, C och D innehåller kompost från respektive kompost. Numreringarna 1-5 är upprepningar med 35% kompost blandad med jord och numreringar 6-10 är upprepningar med 65% kompost blandad med jord. Kontrollledet E1-E5 innehåller enbart jord och ledet F1-F5 innehåller jord samt 50 gram Guano de Isla, fågelspillning. Bladfärg och allmänt omdöme har bedömts enligt följande:

Bladfärg: 1 = grön, 2 = gulgrön nedre del, 3 = gul nedre del

Allmänt omdöme: 1 = kraftig och stor, 2 = medelstorlek, 3 = liten och gles

Substrat	Längd (cm)	Blad (st)	Klasar (st)	Blommande klasar (st)	Fruktar (st)	Bladfärg	Allmänt Omdöme
A1*	-	-	-	-	-	-	-
A2	23	9	1	-	-	1	3
A3	29	10	1	-	-	1	2
A4	32	15	3	2	4	3	1
A5	25	16	4	1	2	3	2
A6	29	10	2	1	-	2	2
A7*	-	-	-	-	-	-	-
A8	32	19	4	2	3	3	2
A9*	-	-	-	-	-	-	-
A10	31	13	3	1	-	3	1
B1	35	14	3	2	-	3	1
B2	34	13	4	3	4	3	2
B3	32	15	5	3	4	3	2
B4	29	17	2	2	-	1	1
B5	34	15	4	1	-	3	2
B6	33	11	3	-	3	1	2
B7	33	12	3	-	3	3	2
B8	30	12	3	2	3	3	3
B9	30	14	3	1	2	1	2
B10	33	15	3	1	3	3	2
C1	31	12	4	2	1	1	3
C2	32	14	4	1	2	1	1
C3	29	12	1	1	-	1	2
C4	31	13	2	1	-	3	2
C5	29	17	7	2	4	1	1
C6	28	11	2	1	-	3	3
C7	35	15	4	2	3	3	1
C8	27	16	3	1	2	1	2
C9	34	15	5	1	2+3**	1	1
C10***	-	-	-	-	-	-	-
D1	31	12	2	1	-	2	2
D2	32	14	4	1	2	3	1
D3	34	12	5	1	-	3	1
D4	33	15	4	2	4	3	2
D5	28	16	4	2	3	3	2
D6	25	10	2	1	-	1	3
D7	27	18	4	2	3	3	2
D8	34	10	2	1	2	3	1
D9	34	18	4	3	2	1	2
D10	34	9	3	4	1	1	1



<b>E1</b>	<b>28</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
<b>E2</b>	<b>27</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
<b>E3</b>	<b>32</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>E4</b>	<b>18</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>E5</b>	<b>37</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
<b>F1</b>	<b>19</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>F2</b>	<b>32</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>F3</b>	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>F4</b>	<b>32</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
<b>F5</b>	<b>33</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

\* Dessa plantor dog på tidigt stadium

\*\* Frukter påträffades på två klasar

\*\*\* Detta kontrollerad utfördes ej pga substratbrist