

ศรีสุตา ทิพย์รักษ์ 2552. การย่อยสลายและปลดปล่อยไนโตรเจนจากซากถั่วลิสงและถั่วเซต
ร่อนอื่น ๆ เพื่อเป็นปุ๋ยพืชสดให้แก่อ้อยที่ปลูกปลายฤดูฝน. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญา
ดุขฎิบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : อาจารย์ ดร. บรรยง ทุมแสน,
รศ.ดร. วิริยะ ลิ้มปิ่นพันธ์,
รศ. ดร. ปัทมา วิตยากร แรมโบ

บทคัดย่อ

พื้นที่ปลูกอ้อยของประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่ผลผลิตใน
ภูมิภาคนี้ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำอันเป็นปัจจัยสำคัญที่จำกัดผลผลิต
ของอ้อย การปลูกอ้อยเป็นพืชเดี่ยวต่อเนื่องกันมีผลทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง เนื่อง
จาก ธาตุอาหารถูกนำออกไปกับผลผลิต การเผาซากอ้อย และกระบวนการอื่นๆ อาทิเช่นการชะ
ล้างธาตุอาหาร (leaching) การสูญเสียไนโตรเจนจากดีไนตริฟิเคชัน (denitrification) การ
ระเหิดของแอมโมเนียจากดิน (volatilization) เป็นต้น พื้นที่ปลูกอ้อยในภาคตะวันออกเฉียง-
เหนือประมาณ ร้อยละ 80 ปลูกอ้อยในช่วงปลายฤดูฝน (ตุลาคม-พฤศจิกายน) อ้อยที่ปลูกจะอยู่
ในไร่ต่อเนื่องอย่างน้อย 2 ปีครึ่ง คือตั้งแต่อ้อยปลูกจนถึงการเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้าย (อ้อยต่อปีที่ 1)
เมื่ออ้อยต่อให้ผลผลิตไม่คุ้มค่า แผลงจะถูกไถหรือตอและทิ้งไว้รอบปลูกอ้อยใหม่ในปลายฤดูฝน ทำ
ให้มีช่วงว่าง(fallow)ในฤดูฝน 5-6 เดือน ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่จะทิ้งแปลงว่างไว้ จึงเป็นช่วงที่มี
โอกาสใช้พืชตระกูลถั่วปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดในการปรับปรุงดิน ให้มีความอุดมสมบูรณ์ของดินยิ่งขึ้น
รวมทั้งช่วยในการลดปัญหาหน้าดินถูกชะล้าง ตลอดจนช่วยเพิ่มธาตุไนโตรเจน เพื่อทดแทน หรือ
ลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่อ้อยได้

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงได้นำพืชตระกูลถั่วชนิดต่างๆ ซึ่งที่มีศักยภาพในการเป็นปุ๋ยพืชสด
ได้ดีกับสภาพแวดล้อมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มาทำการศึกษาเพื่อปรับปรุงความอุดมสม-
บูรณ์ของดินในช่วงแปลงว่างในฤดูฝน รวมทั้งผลประโยชน์ต่ออ้อยที่ปลูกตามในช่วงปลายฤดู
ฝน ดำเนินการศึกษาที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น ซึ่งเป็นดินทราย ชุดยโสธร
(Yasothon, Yt, Oxic Paleustults) ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.
2545 การศึกษา ประกอบด้วย 3 การทดลอง โดยการทดลองที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ประเมิน
ศักยภาพของถั่ว 6 ชนิด ในการให้ผลผลิตมวลชีวภาพ ปริมาณไนโตรเจน การตรึงไนโตรเจน และ
ผลของการปลูกถั่วเหล่านี้ต่อความชื้นของดินซึ่งมีผลต่อการงอกของอ้อย 2) เพื่อให้เข้าใจรูปแบบ
การย่อยสลายและการปลดปล่อยไนโตรเจนของซากถั่วแต่ละชนิด 3) ติดตามไนโตรเจนที่อยู่ใน
ซากถั่วต่อการดูดใช้ของอ้อย ปริมาณที่เหลืออยู่ในดิน และซากถั่วที่ยังไม่ย่อยสลาย โดยใช้ซากถั่ว
ที่ติดสลากด้วยไอโซโทป ^{15}N และ 4) เพื่อประเมินผลของซากถั่วต่อการทดแทนปุ๋ยเคมีไนโตรเจน

ที่ใส่พร้อมกับการปลูกอ้อย การทดลองที่ 2 มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินการย่อยสลายและปลดปล่อยไนโตรเจน จากส่วนต่างๆของซากถั่ว คือ ต้น ใบ ใบร่วง และ ราก แยกกัน และ ส่วนผสมรวมกันของส่วนเหนือดิน (ต้น ใบ และใบร่วง) ตลอดจนปฏิกิริยาสัมพันธ์เมื่อนำส่วนต่างๆมาผสมกัน ทั้งนี้ เพื่อให้เข้าใจความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนจากส่วนต่างๆของซากถั่วเมื่อแยกกันและผสมกัน การทดลองที่ 3 เป็นการศึกษาผลของซากถั่วชนิดต่างๆและอัตราการใส่ซากถั่ว ต่อการเจริญเติบโตในช่วงแรกของอ้อยในสภาพเรือนทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนจากซากพืชตระกูลถั่ว กับปุ๋ยเคมีไนโตรเจน ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตของอ้อย

การทดลองที่ 1 ดำเนินการโดยนำพืชตระกูลถั่วเขตร้อนที่มีศักยภาพที่จะใช้เป็นปุ๋ยพืชสด 6 ชนิด คือ ถั่วที่บริโภคมะลิสด ได้แก่ถั่วลิสง (peanut, *Arachis hypogaea* L.), ถั่วปุ๋ยพืชสด ได้แก่ ถั่วมะแฮะ (*pigeonpea*, *Cajanus cajan* (L.) Millsp.) ถั่วพว้า (jackbean, *Canavalia gladiata* (Jacq.) DC.) และปอเทือง (sunnhemp, *Crotalaria juncea*) และวัชพืชตระกูลถั่ว 2 ชนิด ได้แก่ หิงเหย (*Crotalaria striata*) และครามขน (hairy indigo, *Indigofera hirsuta* Harvey) ปลูกถั่วในสภาพไร่ โดยวางแผนการทดลองแบบ randomized complete block (RCB) จำนวน 4 ซ้ำ ในเดือนพฤษภาคม และเก็บเกี่ยวเดือนกันยายน 2543 เพื่อประเมินผลผลิตมวลชีวภาพ ปริมาณไนโตรเจนในถั่ว และปริมาณไนโตรเจนที่ตรึงได้จากอากาศ โดยใช้วิธี เจือจาง ^{15}N ไอโซโทป (^{15}N isotope dilution method) นอกจากนี้ยังศึกษาผลของการปลูกถั่วต่อความชื้นในดิน หลังจากเก็บเกี่ยว โดยซากถั่วถูกไถกลบลงดินในเดือนตุลาคม และปลูกอ้อยตามเพื่อประเมินผลของซากถั่ว ต่อการทดแทนปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่พร้อมกับการปลูกอ้อย สุ่มเก็บตัวอย่างอ้อยเพื่อประเมินการเจริญเติบโตและผลผลิตเมื่อ 151 285 วันหลังปลูก และเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยในเดือนมกราคม 2545

พร้อมกันนี้มีการศึกษาอัตราการย่อยสลายและปลดปล่อยไนโตรเจนจากซากถั่วทั้งหมดในสภาพไร่ โดยใช้ถุงไนลอนใส่ซากถั่ว และฝังในแปลงปลูกอ้อย (litter bag technique) เก็บถุงในลอนทุก 1-2 สัปดาห์ ตลอดเวลาการปลูกอ้อย เพื่อประเมินน้ำหนักและไนโตรเจนที่เหลือในซากถั่ว และการศึกษาติดตามไนโตรเจนจากซากถั่ว 4 ชนิด คือ ถั่วลิสง ถั่วมะแฮะ ถั่วพว้า และปอเทือง โดยใช้ซากถั่วที่ติดสลากด้วย ไอโซโทป ^{15}N ติดตามไนโตรเจนจากการย่อยสลายและปลดปล่อยจากซากถั่ว ที่อยู่ในดิน ถูกดูดใช้โดยอ้อย และยังคงเหลือในซากถั่วที่ยังไม่ถูกย่อยหลังจากการปลูกอ้อย 180 วัน

การทดลองที่ 2 เป็นการศึกษาการย่อยสลายและเปลี่ยนอินทรีย์ไนโตรเจนเป็นอนินทรีย์ไนโตรเจน (mineralization) ของส่วนต่างๆของซากถั่ว (ต้น ใบ ใบร่วง และราก) แยกกัน และปฏิกิริยาสัมพันธ์ที่เกิดจากการนำ ต้น ใบ และใบร่วงมารวมกัน (ตามสัดส่วนที่เกิดจริงในสภาพไร่) โดยทดลองกับถั่ว 3 ชนิด คือ ถั่วลิสง ถั่วมะแฮะ และครามขน ในสภาพโรงเรือน ด้วยวิธีการบ่มในดิน (incubation method) ในกระป๋องขนาด 2 ลิตร เป็นเวลา 19 สัปดาห์ ใช้แผนการ

ทดลองแบบ randomized complete block จำนวน 4 ซ้ำ ประเมินซากพืชที่เหลือในช่วงเวลาต่าง ๆ โดยการร่อนด้วยตระแกรง (2 มม.) อบให้แห้ง ชั่งน้ำหนัก วิเคราะห์ไนโตรเจนที่เหลือในซาก และวัดปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนในดิน

การทดลองที่ 3 เป็นการศึกษาผลของซากถั่วชนิดต่างๆ จำนวน 6 ชนิด และอัตราการใส่ซาก ต่อการเจริญเติบโตของอ้อย โดยย้ายต้นกล้าอ้อยอายุประมาณ 1 เดือน ปลูกในถังขนาด 28 ลิตร ที่บรรจุดินซึ่งได้คลุกกับซากถั่วลันเตา ถั่วมะแฮะ และครามจนแล้ว ในอัตรา 6.25 และ 12.5 ตันต่อเฮกตาร์ ในขณะที่ ถั่วพราง ปอเทือง และ หิงเหยใส่ในอัตรา 6.25 ตันต่อเฮกตาร์ วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block (RCB) จำนวน 4 ซ้ำ วัดการเปลี่ยนแปลงอินทรีย์ไนโตรเจนในดินระยะต่างๆ วัดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละกรรมวิธี และเก็บเกี่ยวอ้อยหลังย้ายกล้า 139 วัน

ผลการทดลองที่ 1 พบว่า น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมดของถั่วทั้ง 6 ชนิด มีค่าตั้งแต่ 4.2 ถึง 10.7 ตันต่อเฮกตาร์ ให้ปริมาณไนโตรเจน 59 ถึง 150 กก.N ต่อเฮกตาร์ ปอเทืองให้มวลชีวภาพสูงสุด และต่ำสุด คือ ถั่วพราง ในการศึกษาการตรึงไนโตรเจนของถั่ว พบว่าถั่วทุกชนิดมีการตรึงไนโตรเจนอยู่ระดับสูง (61-81% ของไนโตรเจนทั้งหมด) โดยเฉพาะ ครามจน ถั่วพราง และ ถั่วลันเตา (ปลูกโดยไม่ใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม) ที่ตรึงได้ 80-81% ของไนโตรเจนทั้งหมด การปลูกถั่วมีผลต่อความชื้นดิน แต่ไม่ทำให้การงอกของอ้อยแตกต่างกัน

การศึกษาการย่อยสลายโดยใช้ถุงไนลอน (litter bag) พบว่าช่วงการฝังถุงจาก 0-49 วัน ถั่วพรางมีอัตราการย่อยสลายสูงสุด (kw) 0.0180 ต่อวัน ทำให้มีซากเหลือ 32% จากน้ำหนักที่ใส่เริ่มต้น ส่วนถั่วมะแฮะสลายตัวช้าที่สุดโดยมีค่า kw 0.0077 ต่อวัน และน้ำหนักคงเหลือ 69% ของซากที่ใส่เริ่มต้น ในช่วงที่สอง (77-358 วันหลังฝังถุงไนลอน) หิงเหยย่อยสลายเร็วที่สุด โดยมีค่า kw 0.0069 ต่อวัน ซึ่งยังคงมีน้ำหนักเหลือ 5% ของน้ำหนักซากที่ใส่ ในขณะที่การย่อยสลายของถั่วมะแฮะยังคงช้าที่สุดเช่นเดิม มีค่า kw อยู่ที่ 0.0042 ต่อวัน และยังคงเหลือน้ำหนัก 17% ของน้ำหนักซากที่ใส่เริ่มต้น

การวัดปริมาณไนโตรเจนที่เหลือในซากที่ 301 วันหลังการฝังถุงไนลอน ถั่วมะแฮะมีไนโตรเจนคงเหลือสูงสุด 26% โดยมีอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจน (kn) 0.0041 ต่อวัน หิงเหยมีปริมาณไนโตรเจนเหลือน้อยที่สุด คือ 7% โดยมีค่า kn อยู่ที่ 0.0076 ต่อวัน

การติดตามไนโตรเจนโดยใช้ ไอโซโทป ^{15}N ติดตามซากถั่ว ที่ 180 วันหลังจากปลูกอ้อย พบว่ามีไนโตรเจนในอ้อยสูงที่สุด จากการใส่ซากถั่วพราง โดยพบในอ้อย 15% ของไนโตรเจนที่ใส่ และต่ำสุดจากการใส่ซากถั่วลันเตา (5.5%) ไนโตรเจนที่ติดตามส่วนใหญ่พบในชั้นดิน 0-80 เซนติเมตร คือ 62% และ 39% ตามลำดับ รวมไนโตรเจนที่ติดตามได้ทั้งหมดสูงสุด 87% จากการใส่ซากถั่วพราง และน้อยที่สุด 47% จากการใส่ซากถั่วลันเตา

ผลของซากถั่วต่อการปลูกอ้อย พบว่าการใส่ซากถั่วชนิดต่างๆ ไม่ทำให้น้ำหนักลำเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน โดยให้ผลผลิตลำอ้อยสดอยู่ในช่วง 94-105 ตันต่อเฮกตาร์ การใส่ซากถั่วลันเตา

(ไม่ใส่ปุ๋ย P และ K) ถั่วพรี และครามชนให้ผลผลิตอ้อยสูงกว่าวิธีการไม่มีการจัดการดิน แต่ไม่แสดงความแตกต่างกับวิธีการใส่ปุ๋ยเคมี N ตามอัตราแนะนำ และผลผลิตอ้อยจากการใส่ซากถั่วทุกชนิดให้ผลผลิตสูงกว่าการไถกลบซากวัชพืช

ในการทดลองที่ 2 พบว่า การย่อยสลายและปลดปล่อยไนโตรเจนในซากถั่วลิสง ไม่ว่าจะส่วนเหนือดิน (ลำต้น ใบ และ ใบร่วง) และส่วนที่อยู่ใต้ดิน (ราก) เกิดขึ้นได้รวดเร็วที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับซากถั่วลิสงมีความเข้มข้นของไนโตรเจน (N) สูง มี ADF (acid detergent fiber) และสัดส่วนของ ADF:N ต่ำสุด ครามชนเป็นถั่วที่ถูกตั้งสมมุติฐานว่ามีคุณสมบัติในการย่อยสลายและปลดปล่อยไนโตรเจนต่ำกว่าถั่วมะแฮะ เนื่องจากมีความเข้มข้นของโพลีฟีนอล (polyphenol) สูง อย่างไรก็ตาม ปรากฏว่าครามชนมีอัตราการย่อยสลายและปลดปล่อยไนโตรเจนเร็วกว่าถั่วมะแฮะ ทั้งนี้ เนื่องจากครามชน มีความเข้มข้นของไนโตรเจนสูงกว่าถั่วมะแฮะ นอกจากนี้ ครามชนยังมีความเข้มข้นของลิกนิน (lignin) ต่ำกว่าถั่วมะแฮะอีกด้วย เมื่อพิจารณาถึงการย่อยสลายของแต่ละส่วนของถั่วทุกชนิด พบว่าอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ ใบ > ใบร่วง > ราก > ลำต้น เมื่อมีการผสมส่วนเหนือดินเข้าด้วยกัน พบว่า การย่อยสลายเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ ถั่วลิสง > ครามชน > ถั่วมะแฮะ ปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนจะถูกกำหนดโดยส่วนของลำต้น เพราะเป็นองค์ประกอบที่มากที่สุดในการผสม (41-61%) ปฏิกิริยาสัมพันธ์ของการย่อยสลายและการปลดปล่อยไนโตรเจนของซากพืชผสมส่วนเหนือดิน เกิดขึ้นน้อยมากในถั่วลิสงและถั่วมะแฮะ เนื่องจากซากถั่วลิสงมีสัดส่วนของซากที่มีคุณภาพดีมาก คือมีความเข้มข้นของไนโตรเจนสูง มีลิกนินและโพลีฟีนอลต่ำ ในขณะที่ถั่วมะแฮะมีสัดส่วนของซากที่มีคุณภาพดีปริมาณน้อย นอกจากนี้ยังพบปฏิกิริยาสัมพันธ์ในทางบวกของการปลดปล่อยไนโตรเจนจากการผสมส่วนเหนือดินของซากครามชนในช่วงปลายของการย่อยสลาย

การทดลองที่ 3 พบว่า พืชตระกูลถั่วที่ศึกษา มีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกัน และสามารถจำแนกถั่วเหล่านี้ได้เป็น 3 กลุ่ม โดยอาศัยสัดส่วนของ C:N ความเข้มข้นของลิกนิน และโพลีฟีนอล กลุ่มที่มีคุณภาพสูง ได้แก่ ถั่วลิสง และปอเทือง กลุ่มที่มีคุณภาพปานกลาง ได้แก่ ถั่วพรีและหึ่งเหย และกลุ่มคุณภาพต่ำ คือ ถั่วมะแฮะและครามชน กลุ่มคุณภาพสูงมีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนที่สกัดได้มากที่สุด ทำให้การเจริญเติบโตของอ้อยสูงสุด ที่อายุอ้อย 139 วันหลังย้ายปลูก การใช้ซากถั่วลิสงจะให้น้ำหนักแห้งอ้อยสูงสุด รองลงมา ได้แก่ ปอเทือง นอกจากนี้ซากถั่วลิสงมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำสุด ในขณะที่ซากถั่วมะแฮะให้ค่าการปลดปล่อยสูงที่สุด สำหรับปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ที่อ้อยดูดใช้ พบว่า การใส่ซากถั่วลิสงมีผลให้อ้อยมีการดูดใช้ N และ K สูงกว่าการใส่ซากถั่วอื่นๆ และใส่ปุ๋ยไนโตรเจน เช่นเดียวกับการใส่ซากปอเทืองและถั่วลิสงทำให้มีการดูดใช้ Mg สูงกว่าวิธีอื่นๆ การดูดใช้ N P K Mg ของอ้อยจากซากถั่วต่างๆ เหล่านี้มีค่าสูงกว่าวิธีการเปรียบเทียบ (control) การเพิ่มอัตราการใส่ซากถั่วจาก 6.25 เป็น 12.50 ตันต่อเฮกตาร์ ทำให้มีการดูดใช้ N, P, K และ Mg สูงมากกว่าวิธีการเปรียบเทียบและการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน นอกจากนี้ภายหลังเก็บเกี่ยวอ้อย (139 วันหลังย้ายกล้า

อ้อย) การใส่ซากพืชตระกูลถั่วชนิดต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถั่วมะแฮะมีผลทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงขึ้นมากกว่าวิธีการเปรียบเทียบและการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน

จากการศึกษาทั้ง 3 การทดลองครั้งนี้ ชี้ให้เห็นว่าพืชตระกูลถั่วทั้ง 6 ชนิด สามารถนำมาใช้เป็นพืชปุ๋ยสดในระบบการปลูกอ้อยปลายฤดูฝน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ถั่วทุกชนิดมีรูปแบบของการย่อยสลาย และการปลดปล่อยไนโตรเจนแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของแต่ละส่วนประกอบของพืช (plant parts) และสัดส่วนของส่วนประกอบต่างๆ ของพืชในซากรวม (mixture) ซากถั่วทุกชนิดที่ทำการศึกษา มีศักยภาพที่จะทดแทนปุ๋ยเคมีไนโตรเจนที่ใส่พร้อมกับการปลูกอ้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ซากถั่วลิสง ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้ สามารถนำไปพัฒนาการจัดการซากพืชตระกูลถั่วให้มีการปลดปล่อยไนโตรเจนในช่วงเวลาที่สอดคล้องกับความต้องการของอ้อย



Srisuda Thippayarugs. 2009. **Decomposition and N release from peanut and some tropical legume green manures for late rainy season sugarcane production.** Doctor of Philosophy Thesis in Agronomy, Graduate School, Khon Kaen University.

Thesis Advisors: Dr. Banyong Toomsan,
Assoc. Prof. Dr. Viriya Limpinuntana,
Assoc. Prof. Dr. Patma Vityakon Rambo

ABSTRACT

Northeast Thailand is the main area of sugarcane production but its yield is rather low. Low soil fertility is considered to be one of the yield limiting factors. Continuous monoculture of sugarcane can lead to soil deterioration due to crop removal burning and other processes e.g. leaching, denitrification and volatilization. Approximately 80% of sugarcane planting areas in the Northeast Thailand are in late rainy season (October to November). One crop cycle of sugarcane usually takes at least 2.5 years during which the soil is under continuous sugarcane crop (one plant crop and one ratoon crop). Under this system, there also will be a period of 5-6 months when the soil is left fallow during the rainy season. This will be an opportunity to improve soil fertility of the upland using legumes. Integration of legume green manure into the farming systems can be a cheap alternative in alleviating low soil fertility and erosion problems. Legumes used as green manure are an alternative source of N to sugarcane, and can supplement or replace N fertilization.

Therefore, potential green manure legumes under the Northeast conditions were studied for soil fertility improvement during fallow period as well as their benefits on succeeding sugarcane. This study was conducted at Khon Kaen Field Crops Research Center on a loamy sandy soil (Yasothon series, Oxic Paleustults) from May 2000 to January 2002. Three experiments were conducted in Northeast Thailand. The aims of the experiment I were 1) to evaluate the potential legumes on their biomass production, N content, N₂ fixation, and soil moisture affected by planting legumes on sugarcane emergence, 2) to understand the patterns of

decomposition and N release of the legume residues, 3) to trace N from legume residues contributed to sugarcane cropping system by using ^{15}N labeled residues, and 4) to evaluate the effects of legume residues as N substitute for mineral N fertilizer application on sugarcane production. Experiment II was conducted to study decomposition and N release of 3 legume residues with the aim to understand contribution of N from individual plant parts of legume residues and the combination of the aboveground plant parts under laboratory condition. In the experiment III, the effects of legume residues and rates on sugarcane growth were investigated under pot condition with the aim to understand contribution of N from legume residues to early growth of sugarcane in comparison to mineral fertilizer N.

In experiment I, 6 species of tropical legumes were investigated for planting as potential green manures. Six legume species included a grain legume, peanut (*Arachis hypogaea* L.), three green manuring legumes, pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), jackbean (*Canavalia gladiata* (Jacq.) DC.), sunnhemp (*Crotalaria juncea*) and two local leguminous weeds, *Crotalaria striata* and hairy indigo (*Indigofera hirsuta* Harvey) were evaluated for biomass production, N accumulation, N_2 fixation and soil moisture after planting legumes and during planting sugarcane. The legume were planted in May and harvested in September 2000 using a randomized complete block design with 4 replications. Nitrogen fixation of the legumes was determined using ^{15}N isotope dilution method. Soil moisture determination was conducted after harvesting legume and during early stage of planting sugarcane. To study the effects of legumes residues as N substitute for mineral N fertilizer application at sugarcane planting, the legume residues were incorporated in October 2000, and then sugarcane was planted. Growth of sugarcane was determined at 151 and 285 days after planting (DAP) and yield was harvested in January 2002.

Rates of decomposition and N loss of incorporated residues were also determined using the litter bags buried in the sugarcane field. Remaining weight and N were determined by retrieving bags every 1-2 weeks through out sugarcane planting period. N recovery under field conditions from 4 legume residues (peanut, pigeonpea, jackbean and sunnhemp) was also assessed using high ^{15}N enriched residues. ^{15}N was determined in soil layers, sugarcane and non-decomposed legume residues at 180 DAP.

In experiment II, individual plant parts (stems, leaves, leaf litter and roots) or the combination of aboveground plant part of peanut, pigeonpea and hairy indigo were incubated in 2 liter-pots for 19 weeks using a randomized complete block design with 4 replications. Periodically, remaining plant residues were sieved out (>2 mm), weighed and N content as well as soil mineral N determined.

For experiment III, residues of the 6 legumes with 2 rates of application were investigated using a randomized complete block design with 4 replications for their contribution to soil mineral N dynamics, CO₂ evolution, nutrient contents and early growth of transplanted sugarcane seedlings in a pot (28 liters) experiment. The studied legume residues were peanut, pigeonpea and hairy indigo applied at 6.25 Mg ha⁻¹ (low rate) and 12.5 Mg ha⁻¹ (high rate) and jackbean, sunnhemp, and *Crotalaria striata* (*C. striata*) applied at low rate only. Sugarcane was harvested at 139 day after seedling transplanting.

The results of experiment I revealed that total aboveground biomass of legumes ranged from 4.2 to 10.7 Mg ha⁻¹ and N content ranged from 59 to 150 kg ha⁻¹. Sunnhemp produced the highest biomass and jackbean the lowest. N₂ fixation of all legumes ranged from 61-81% of their total N. Peanut (without P and K fertilizers), jackbean and hairy indigo fixed higher N₂ (80-81% of total N). Soil moisture was affected by growing legumes but did not have significant effect on sugarcane emergence.

The litterbag study showed that jackbean decomposed fastest during 0-49 days after burying bag (DAB) with the rate constant (kw) of 0.0180 day⁻¹, leaving residues remaining 32% of initial residue addition whereas pigeonpea decomposition was the slowest with kw of 0.0077 day⁻¹, leaving residues remaining 69% of initial residue addition. During the second phase (77-358 DAB) *C. striata* decomposed fastest (kw 0.0069 day⁻¹) leaving 5% of dry weight remaining of the initial added whereas pigeonpea decomposed slowest (kw 0.0042 day⁻¹) leaving 17% of dry weight remaining of the initial added.

N remaining at 301 DAB was highest in retrieval of pigeonpea residues (26%) with the rate constant (kn) of 0.0041 day⁻¹ and was lowest in *C. striata* residues (16%) with kn of 0.0076 day⁻¹.

Nitrogen at 180 DAP from ^{15}N enriched legume residues was highest with jackbean application which 15% of initially added was in sugarcane biomass and 62% in the soil layers (0-80 cm). Application of peanut residues, ^{15}N recovery was lowest which 5.5% of initially added was in sugarcane biomass and 39% was in soil layers. The total N recovery was highest from jackbean application (87%) and was lowest from peanut application (47%).

The millable cane yield was not significantly different among the applications of legume residues (94-105 Mg ha⁻¹). However, peanut residue applications (with and without P and K fertilizers), jackbean and hairy indigo obtained significantly higher millable cane yields than blank soil treatment and not significantly different with the application of mineral N fertilizer. Millable cane yields from all applications of legume residues were higher than that from the application of weed residues.

Experiment II revealed that above- and below-ground residues of peanut decomposed fastest and showed the largest N release in agreement with their high N concentration and low acid detergent fiber (ADF):N ratio. Hairy indigo was hypothesized to have lower residue quality than pigeonpea because of its high polyphenol content. However, hairy indigo decomposed faster than pigeonpea, largely because of the higher N and lower lignin concentration of its components. Ranking of individual plant components for N mineralization resulted in the following pattern, leaves>leaf litter>roots>stems. In mixtures of stems, leaves and leaf litter, as compared by species, ranking order in fast decomposition was as follows: peanut>hairy indigo>pigeonpea. The amount of N released from the mixture was dominated by stem material that comprised 46-61% of the mixture. The interactions in mixtures were relatively small for peanut (generally high quality components with high N, low lignin and polyphenol) as well as for pigeonpea (low proportion of high quality components, i.e. N rich leaf material). However, a positive interaction occurred during later stages of N mineralization in the mixture of hairy indigo.

The results experiment III showed that legume residues varied in chemical characteristics and could be categorized into three groups using N concentration, C:N ratio, lignin and polyphenol concentrations. The high quality legumes were peanut and sunnhemp, the intermediate quality legumes were jackbean and *C. striata*, and the low quality legumes were pigeonpea and hairy indigo. High quality legume residues

resulted in high extractable mineral N, which resulted in higher sugarcane growth at 139 DAT. Peanut residue application resulted in the highest sugarcane biomass and followed by sunnhemp. However, Peanut residue contributed the lowest CO₂ evolution while pigeonpea was the highest. Nutrient uptake in sugarcane biomass at 139 DAT indicated that the uptake of N and K were higher in peanut than other leguminous residues and N fertilizer application. Similarly, sunnhemp and peanut residue treated soils resulted in higher uptake of Mg than those receiving other treatments. In addition, N, P, K and Mg uptake were higher in these treatments than the control treatment. Application of legume residues, especially pigeonpea, resulted in higher soil organic matter when measured after sugarcane harvest at 139 DAT.

It is concluded that all the studied legumes can be used as green manures for sugarcane production. They have different patterns of decomposition and N release depending on the chemical compositions of each plant parts as well as the proportion of each component in the mixed residues. All the legume residues have the potential to substitute N fertilizer applied at sugarcane planting, especially peanut. Information of this study can be used to develop management of legume residues to match N release and sugarcane demand for N.