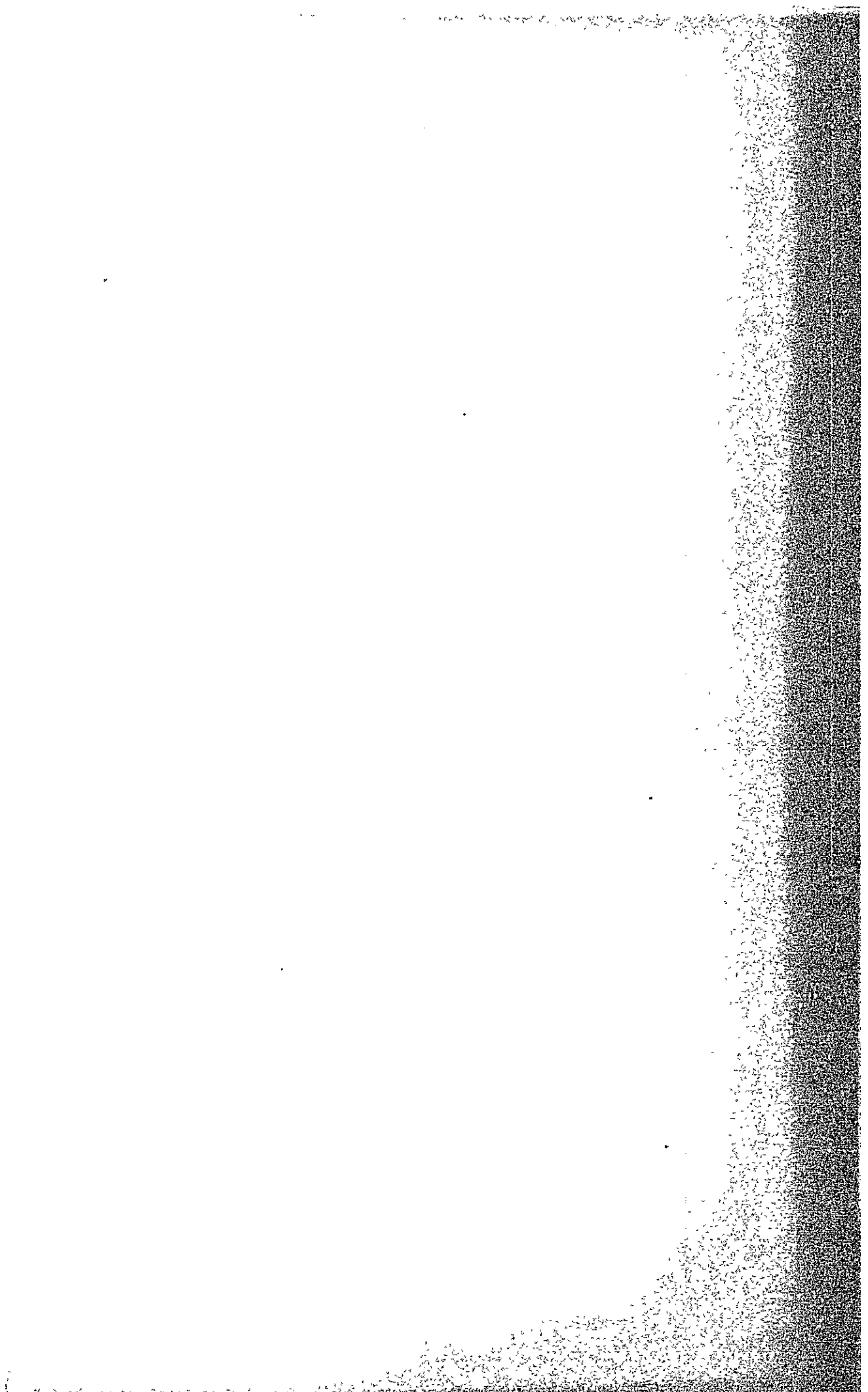


2
1
0
ARY



[適正技術開発研究計画]

「緑肥作物による地力維持に係る適正技術」

(主要緑肥作物の播種期別生育状況調査)

Ⅲ 試 験 調 査 報 告 書 Ⅲ

JICA LIBRARY

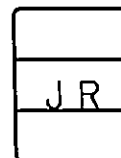


J 1142986 [7]

平成10年2月

国際協力事業団
ボリヴィア農業総合試験場

Centro Tecnológico Agropecuario en Bolivia
(CETABOL)
畑作部門



目 次

第Ⅰ章 適正技術開発研究の計画概要	1
1. 計画の背景と経緯	1
2. 計画の目的	4
第Ⅱ章 国内における緑肥作物とその特徴	4
1. 緑肥作物の試験研究推移	4
1) サンタクルス州の場合	4
2) 国内の場合	5
2. 緑肥作物の生産と利用	5
3. 気象要因にみられる緑肥作物の生育特徴	6
第Ⅲ章 試験研究実施計画	8
1. 試験研究の内容	8
1) 試験方法	8
2) 試験実施体制	9
第Ⅳ章 試験結果	10
1. 開花まで日数及び結実日数	10
1) 開花まで日数について	10
2) 結実日数について	10
3) 考 察	12
2. 播種期の変化に伴う草丈伸長と地面被覆程度	13
1) 草丈伸長について	13
2) 地面被覆程度について	15
3) 草丈と地面被覆の関係	15
4) 考 察	16
3. 播種期の変化と茎葉生産量	16
1) 開花期処理における茎葉生産量の草種間差	16
2) 播種期の違いによる乾物率の推移	18
3) 考 察	19
4. 草種の播種期の変化に伴う着莢数の変化	19
1) 莢成熟期における子実収量の成立	19
2) 播種期の違いによる粒重の変化	22
3) 子実収量について	24
4) 考 察	26
5. 栽培管理の難易	27
6. 諸障害	27
1) 病 害	27
2) 虫 害	28
3) その他の障害	28
第Ⅴ章 総合考察	28
1. 主な生育特性の特徴と草種の導入許容範囲	28
2. 採種と種子の機械収穫適応性	30
3. 緑肥作物を組み入れた輪作・輪換	30
第Ⅵ章 成果の公表・普及	32
1. 成果の公表	32
2. 成果の普及	32
第Ⅶ章 資料写真集	33



1142986 [7]

I. 適正技術開発研究（主要緑肥作物の播種期別生育状況調査）計画

第I章：適正技術開発研究の計画概要

1. 計画の背景と経緯

日系移住地内外農家の畑作物栽培は、大豆、小麦及びトウモロコシ等がその中心で推移して来ている。現在これらの作物は、何れも当国において、

- ①主要輸出生産物に成長しつつあること（大豆）。
- ②国内供給力に極めて劣りその生産性向上が不可欠な作物であること（小麦）。
- ③直接又は間接的な食用における伝統的作物で国民の重要な食料に位置していること（トウモロコシ）

などの位置にあり、増産あるいは増産のための改善が叫ばれている国レベル又は準国策的な作物となっている。

また、これらの作物の拡充における栽培技術の改善、長期安定型の輸出品目としての確立、供給力の付加等のため、国際機関及び国内農業関係機関、農業団体等の人的、資金的並びに技術的な投入は大きなものになりつつありそのプライオリティが高い。

一方、当国政府は、明確な農家までの直接的な浸透政策を打ち出してはいないが、世銀、米州開発銀行及びヨーロッパ共同体等への資金的分野の詰め、あるいは技術協力におけるFAOをはじめとする国際機関への動き等農業開発に対する支援は強力になってきている。

このように今後ますます重要になりつつある国内農業にあるが、栽培、収量性及び圃場生産性の向上に係る技術の開発・普及は、極めて見劣りする現状にある。

また農家側では、従来からの収奪的農法及び連作障害などのため、地力の低下による減収と生産経費の高沸から営農利益の圧迫などの問題があり、今後の安定営農に対する課題は大きい。

これらの背景で、近年急速に拡大している不耕起栽培は、前述対策の栽培法として大きくクローズアップされている。

現在この不耕起栽培法は、日系農家の栽培技術として定着化の方向にあり、これを媒介とした日系移住地近隣の邦国人農家への直接・間接的な波及効果も見られる。

しかし、農家の慣行栽培法から不耕起栽培法への移行は、従来技術の転用もさることながら耕種法が異なる基本的な違いが大きく、現実的な課題から長期的にかけての技術的課題は多い。

他方、今後の不耕起栽培の継続による営農には、必ずしもプラス要因のみとは限らない後発課題に対処する必要がある。

不耕起栽培への移行又は移行が予定されているそれぞれの圃場条件は、過去からの長期収奪農業を経ており地力の減退は著しい。また、老朽化した農地の生産力低下が著しく、一部では営農の継続が困難な状況に陥ってしまったところも散見される状況にある。

このような圃場条件下で、今後の継続又は持続されるであろう不耕起栽培において地力の維持・増進は容易ではなく不耕起栽培が今後長期に渡り必ずしも安定した営農法として維持できるとは考えにくい。

また、従来の慣行栽培を不耕起栽培に置き換えた安易な栽培法では、農家の行き詰まり又は更なる進展による不耕起栽培技術の取得が困難になるものと判断する。

地力の維持・増進方法にはいろいろな方法が考えられるが、通常作物による不耕起栽培体系に緑肥等の付加作物を組み入れた維持、改善の方法が経済的にも最も当地に適した方策と考えられる。

近年は、特に農家間で緑肥の効用認識が高まっており経済的利用技術の開発が新しい課題として設定される必要がある。従って、不耕起栽培法に緑肥作物を導入した地力の維持・改善は、栽培技術の開発と並行する基本的な肝要な事項である。

緑肥作物の国内導入は、極めて最近の事であり、国内の一部試験研究機関が試験を開始した現状から、正確なデータによる農家への栽培体系導入技術の普及にはほど遠い状況にあり、未だ基礎的な対応技術データに極めて乏しい。

また、今後の大規模機械化栽培に対応するためには、多量の種子が必要で現在の人力による採種から、機械収種への変換に迫られることは必然に起こる課題である。

そのため緑肥作物の採種性及び種子の機械収種適応性を確認することは極めて重要なことである。

図-1 サンタクルス州の主要農作物の作付面積・生産量

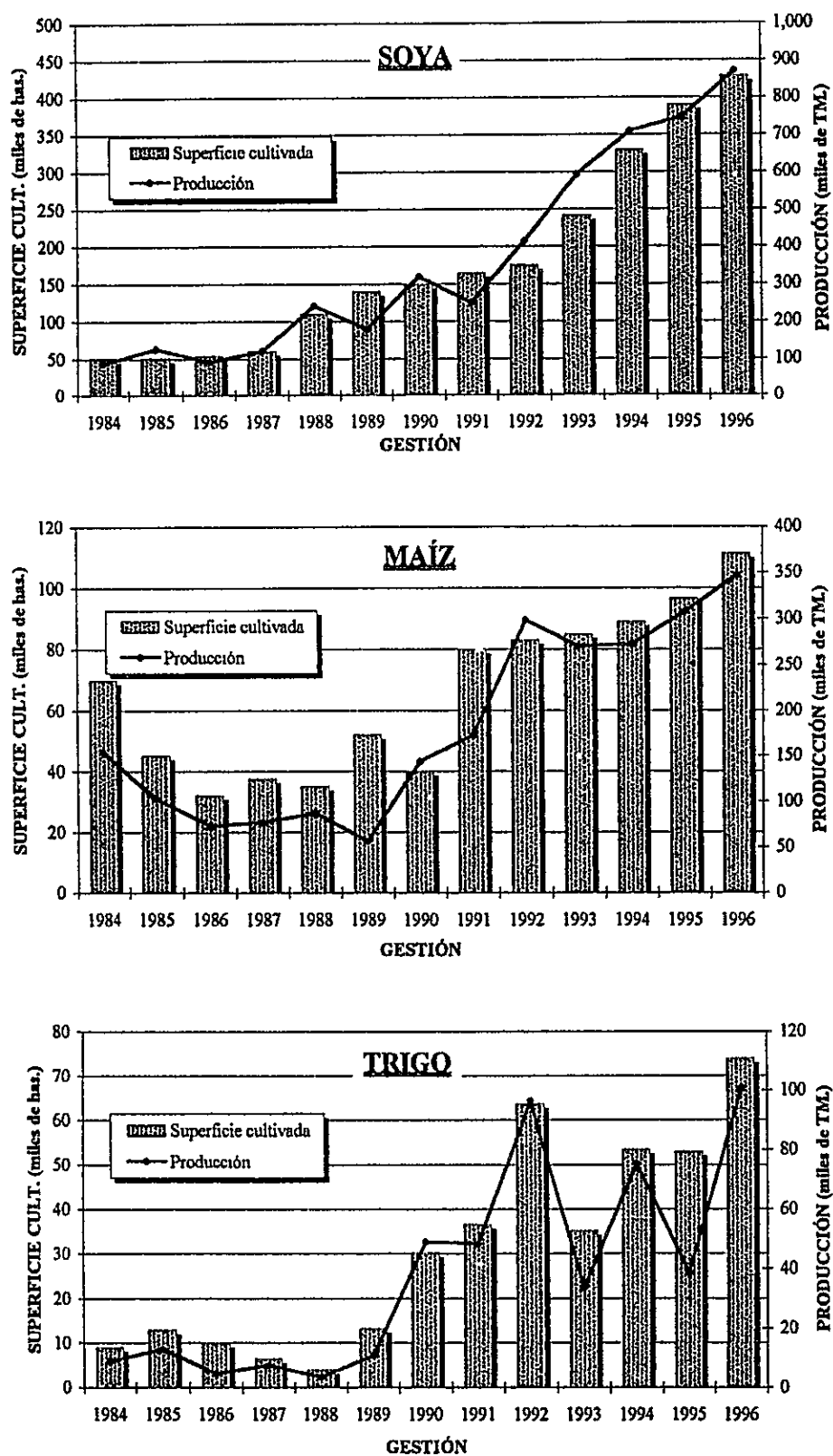


図-2 日系移住地の主要農作物の作付面積

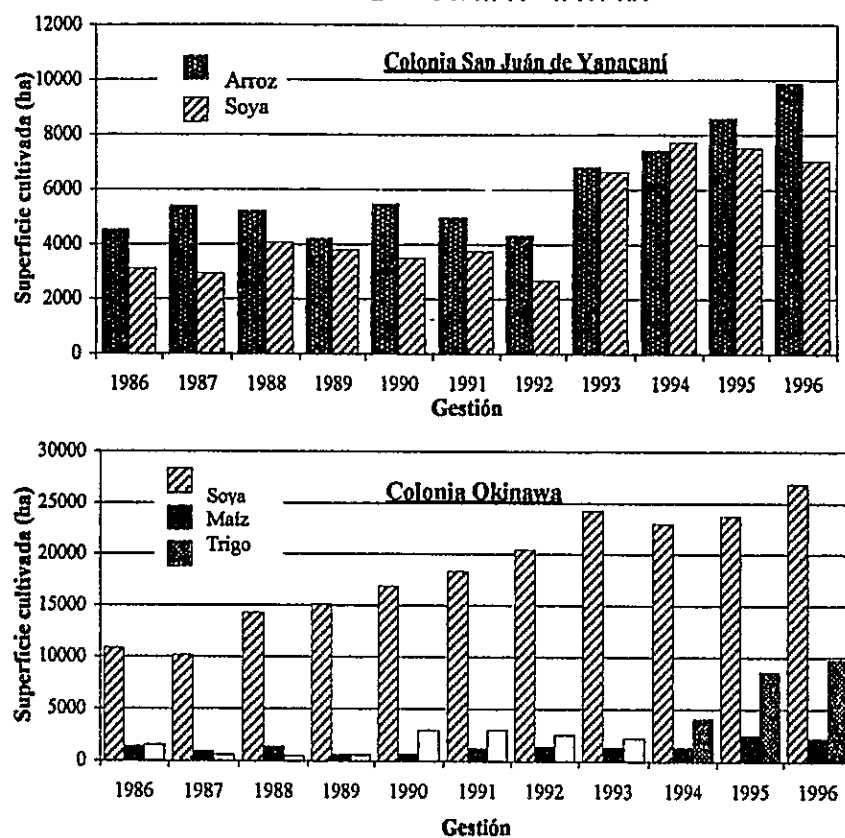
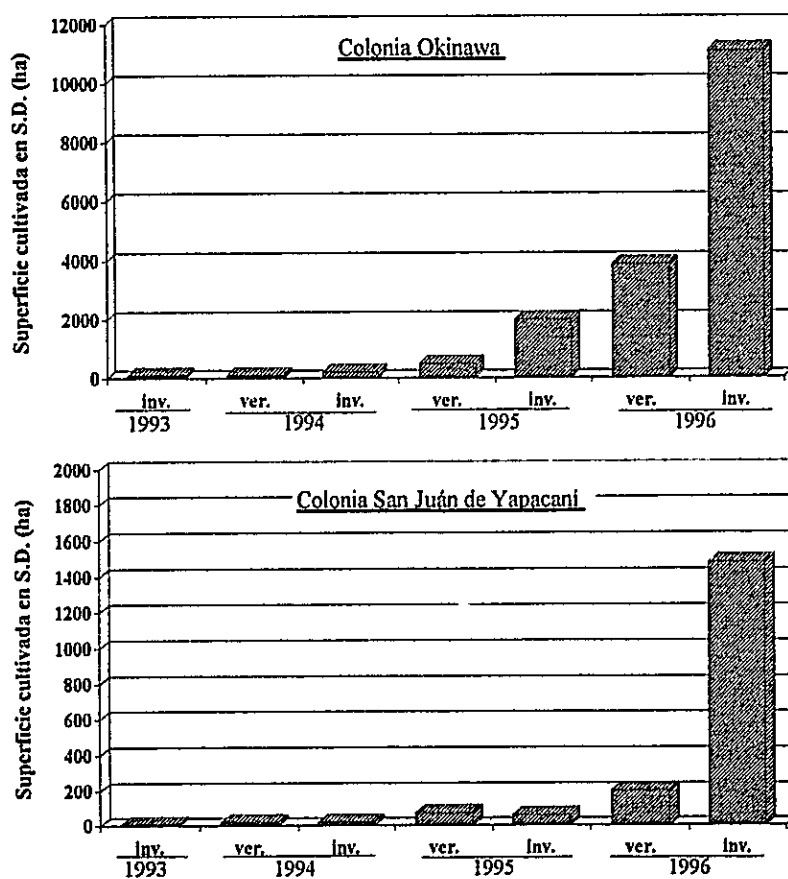


図-3 日系移住地の不耕起栽培面積



2. 計画の目的

農家の緑肥導入による地力維持・増進志向は、近年急速に高まっていることは前述したが、これは、農家の地力減退による生産性低下の危惧と問題意識が大きく現れている。

一方、緑肥作物の栽培体系への導入は、その急激な拡大展開から対応技術の開発・普及に遅れを生じ、未開発課題が多く存在している事実にある。

このことは、栽培に当たって農家の混乱と経済逆効果に陥り易い危険性を含むもので、農家の試験研究機関に対する栽培・管理技術の開発に期待がもたれている。

事実現場においても、緑肥作物の栽培技術に係る農家の問い合わせ及び試験視察が多く、地力維持・増進対策技術の開発の重要性は大きい。

緑肥による地力維持・増進は、不耕起栽培の輪作体系に組み入れた地面被覆と作物残渣の還元を図る方法で、地面被覆効果と有機物施与効果による地力維持・増進効果を目指すものである。

しかしながら、緑肥作物の栽培に関する必要な開発技術は、依然として多くの課題が提供されている中、導入当初の基礎的な栽培知識と技術にも事欠いている現状にある。

これらの背景から、大規模機械化畑作に緑肥作物を組み入れた土壌保全並びに地力維持・増進技術の確立を目標とする一助のため、有望と見込まれる緑肥草種について播種期別生育状況調査を実施し、年間を通じた被覆処理適応期、効率的な採種並びに輪作体系へ組み入れた栽培法等について検討する。

緑肥作物による地面被覆と有機物施与の地力増進効果

1. 有機物施与効果

- 1) 有機物無機化による肥料成分供給
- 2) 土壌団粒構造形成促進
- 3) 塩基置換容量の増大
- 4) 理化学的緩衝作用の強化
- 5) 土壌生物相の生育促進と密度の緩衝保持
- 6) 土壌生物加害に対する緩衝作用強化
- 7) 土壌微生物の生育促進物質、活性賦与物質生成による諸障害抵抗性強化

2. 地面被覆効果

- 1) 地温をさげ根系活動促進
- 2) 冬期、夏期の土壌水分調節
- 3) 土壌表層浸食と土壌きんばく化の防止
- 4) 土壌生物相の増殖活動促進

第Ⅱ章：国内における緑肥作物とその特徴

1. 緑肥作物の試験研究推移

1) サンタクルス州の場合

州内における緑肥に係る試験研究は、従来一部の試験研究機関で栽培法などに関する試験が見られた極限られた範囲の散発的な実績のみであった。

1970年代後半、C I A Tにおいて大学の卒論研究として主にイネ科を取り扱った緑肥の試験研究が見られた。

しかし、この試験は放牧草地改良における研究で草地の改善をそのテーマとするもので、土壌の改善及び地力の維持・増進に関するものではなかった。

その後、1990年代に入りC I A T（熱帯農業研究センター：サンタクルス州サベドラ郡在）では、緑肥作物に関する本格的な試験を開始しているが、主に緑肥を鋤込む有機物の土壌還元に係る地力の維持・増進に関する研究であった。

現在の主流である不耕起栽培法における緑肥作物の地面被覆効果を取り上げた研究は、それから数年待たなければならなかった。

CETABOLでは、1987年に緑肥作物に関する栽培試験を開始しているが、当時の農家意識に対し時期早尚であったため単年の試験に終始せざるを得なく研究業務の継続には至らなかった経緯にある。

その後、1992年に隣国等から導入した草種の特性・調査を開始、1994年から緑肥を組み入れた輪作栽培に関する耕種法の開発に係る試験研究が開始され現在に継続している。

しかし、輪作栽培体系における年間を通じた緑肥作物の組み入れ技術に対する特性の把握及び対応種子の生産・配置等に関する試験研究は実施されていない。

よって、緑肥作物の作期と当地の適応草種などについては、期間利用技術の普及実績にあるものの、年間利用技術では何れの試験研究機関とも、農家への有効な技術の普及に達していない現状にある。

現在サンタクルス州では、前述二機関以外で緑肥作物に係る試験研究を実施している機関は見当たらない。

2) 国内の場合

国内における緑肥作物の導入、利用は、前述したとおり極最近からのことであり、農業活動・生産が著しい反面、土壌環境の劣化に起因する諸問題を抱えているサンタクルス州から起発している。

よって、農家の緑肥作物の導入・利用志向は、国内においてはほぼサンタクルス州に当てはまることで、他州における農家の認識は極めて低くまた、その利用は限られた極一部の地域に散見できるにすぎない。

また、サンタクルス州を除く国内の試験研究機関では、緑肥作物をテーマとして取り上げている機関は皆無に等しい。

このような中で、I B T A - タリハ試験場（ボリヴィア農牧公社タリハ支場：タリハ州）及びC I F P試験場（パイルマニ植物遺伝子研究センター：コチャバンバ州）等では、地力の維持・増進と高地農業の特徴である傾斜地におけるエロシオン対策などから、緑肥作物を導入した試験研究を最近開始したところである。

また、この地帯の農業は、得てして小農の畑作と家畜の複合経営が主流で家畜の飼料作物の確保から、畑作物と緑肥の混植が見られる。作物の残渣（例えばトウモロコシなど）を家畜に利用し、地力の維持を緑肥作物で補う方法である。

この方法は、農家レベルにおいて従来から行われていたものであるが、地力の維持よりはむしろ家畜飼料の確保と雑草抑制を考慮した農家の趣が強い。

しかし、これら地域での緑肥作物の利用は、極めて限られた同一草種による連作が継続されてきた経緯にあり、地力維持・増進を目指した緑肥作物の導入には、更に適応する他の草種の開発が必要な状況にある。

2. 緑肥作物の生産と利用

地力維持・増進に関する緑肥作物の試験研究並びに導入・利用は、その志向が高まった1995年頃から本格的に開始され、農家の土壌環境の劣化意識の向上とからみ地力維持・増進を考慮した改善対策が急速に進展している。

これらの展開から、緑肥作物の種子増殖・生産は、利用の拡大と並行して増産してきており、当初の日系農家主体の生産から現在では、一部のボ国人又はメノニータの農家が生産するまでに至っている。

また、緑肥を取り扱ったサンタクルス市内の民間種子販売会社の数は、従来の皆無から現在は数社にのぼっており、大手販売会社の年間取り扱い種子量は約20トンに達している。

一方、農協及び個人農家を含めた州内の販売種子量は約50トンと見られている。これは、草種のヘクタール当たり単純平均播種量を25kgとすれば2000ヘクタールの利用面積に値する。

数年前までは、緑肥作物の利用が皆無であったことを考慮すれば、現在少ない導入栽培面積ながらも潜在する意義は大きい。

現在、緑肥を利用した栽培面積の殆どが日系農家で占められている。日系農家の緑肥作物を利用した地力維持・増進に対する強い関心が伺われる。

また、州内において緑肥作物の利用志向が高いのは、日系農家に限られると言っても過言ではなくボ国人農家との意識格差が大きい。ボ国人農家では、依然として緑肥作物の活用は極めて低い。

しかし、極一部のボ国人企業体圃場及び当国に転入してきたブラジル人農家では、地力の温存を図った緑肥作物の活用が目立つようになってきている。

日系農家が中心に実践している緑肥作物を利用した地力維持・増進の対策方法が、州内の広域に波及することは十分に考えられる。

一方、現在利用に付されている草種は、種子の供給有無から二、三草種に限られている。そのため、他草種の種子供給の確立は、利用目的の広範化に伴う栽培面積が更に増加することが予想される。

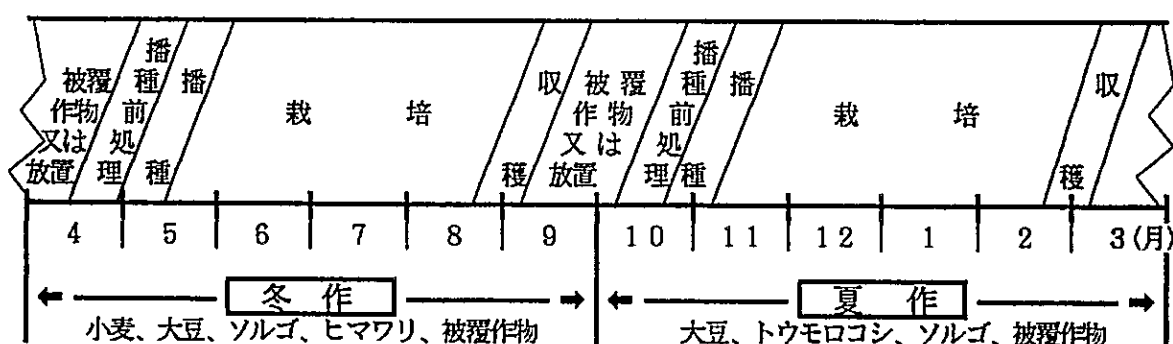
緑肥作物の利用は、現在農家に対する種子の継続供給の有無が何よりも肝要になっている。

特に大型機械営農に対する必要種子量は多量となり今後の生産・供給体制の動向は、緑肥作物の普及・拡大に大きく影響するものと思料する。

現在農家が利用している主な緑肥草種

科	草 種 名	学 名	利用形態	利用期	利用目的
マメ科草種	Crotalaria juncea	Crotalaria juncea L.	茎 葉	夏 期	被覆効果
	Mucuna negra	Stizolobium aterrimum	茎 葉	冬期・夏期	被覆・雑草抑制効果
	Mucuna ceniza	Stizolobium deeringianum	茎 葉	冬期・夏期	被覆・雑草抑制効果
イネ科草種	Mihleto	Penisetum americanum	茎 葉	冬期・夏期	被覆効果
	Sorgo	Surghum vulgare	茎 葉	冬 期	被覆効果
	Avena	Avena strigosa	茎 葉	冬 期	家畜飼料

サンタクルス州の不耕起栽培における栽培体系



3. 気象要因にみられる緑肥作物の生育特徴

サンタクルス州の気候は、熱帯又は亜熱帯に属するため緑肥作物の利用草種が極めて限定される傾向にある。

また、栽培における輪作体系は、夏作(10月～3月)と冬作(4月～9月)で言わばマルチ栽培が通常であるため、草種の利用期が区分され両期別の適応草種中が更に狭くなっている。

CETABOLでは、現在までに隣国、メキシコ、日本などの国々から、140草種余の導入を図りその特性を調査したが、当地に適応し有望と思われる草種は10草種余で緑肥草種の選定としては効率性に乏しい。冬期は、極少雨と乾燥強風の発生及び夏期は、高温多湿と湿害などにあり、気象条件の劣性が草種の選定に大きく左右している。

茎葉利用の場合は、明らかに夏期の栽培が冬期に比べ有利で、草種によっては茎葉乾重でヘクタール当たり20トンに達する草種もある。

しかし、冬期は、栽培期間の気象条件から一般に生育量は小さく、茎葉利用に期待出来ない草種が多い。

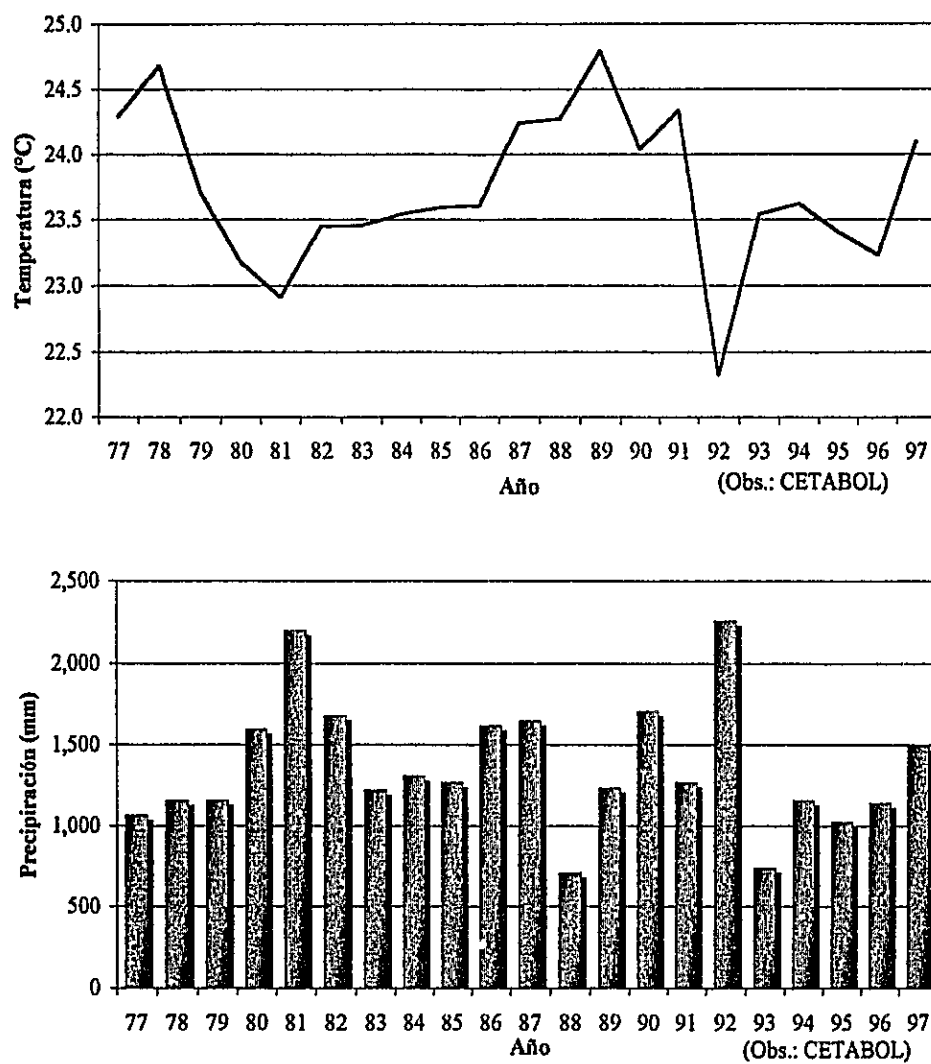
科別では、現在イネ科に比べマメ科にその適応性が高いと見られる草種が多く、マメ科の窒素固定、高い葉密度、旺盛な拡張型伸育、比較的容易な栽培管理並びに雑草との競合に強いなどの利点が多い。特に夏作におけるツル性伸育型草種の生育量と雑草抑制は優れている。

一方、イネ科は、明らかに立直型が主流で茎葉生産量が多いがその殆どが茎で占められ、得てしてマメ科に比べ遮光力に劣り雑草の侵入を許し易いことと、病害による茎葉生産量の損失傾向の欠点にある。特に夏期は、病気のため葉枯れを生じ早期に枯死する草種もある。この場合の茎葉利用並びに採種は困難で夏期の栽培に期待出来ない。

採種では、夏期の草丈伸育傾向による種子の機械収穫の困難性と成熟期の降雨による腐れ莢及び不良粒の多発による種子生産性の低率にあるが、冬期は、草丈伸育に劣るものの夏期に見られる問題が少なく種子生産における有利性が言える。

しかし、冬期の栽培は生育量に劣るため採種量が低下する傾向にある。

図-4 CETABOLにおける平均気温と年間降雨量の推移



1. 試験研究の内容

前述でも指摘したが、緑肥作物に関する栽培技術の普及状況は、適応草種の紹介とそれに係る期間栽培技術並びに輪作などの長期栽培体系への組み入れ技術に係る若干の技術提供に過ぎない現状にある。

これは、緑肥作物を取り扱っている何れの試験研究機関にも言え、改善に長期を要する地力維持・増進対策に対する緑肥作物の組み入れにおける特性許容範囲など農家への提供が遅れている。

また、継続対策における緑肥作物栽培維持のための採種許容範囲と採種性などの提示も今後の緑肥作物の栽培が拡大展開する上で重要なポイントにあり、大規模面積に対応する多量種子の確保における対策の資になり得る。

以上のことは、緑肥作物利用が増加する中でたびたび農家から聞かれることでありその対応が急がれている。

よって試験は、年間の草種特性推移から被覆処理適期及び採種性の高低を中心に据えた調査、でこれに今後見込まれる通常作物との輪作及び畑地・放牧草地の輪換へ組み入れる可能性の調査を加味した内容になっている。

尚、試験の継続で供試草種の Miheto は、開花期直後から発生したサビ病による茎葉の被害が甚大で、殆どの播種期に個体の枯死を招いた。

そのため、全面的な不稔穂の発生となり子実粒特性と子実生産に係るデータが得られず調査を打ち切らざるを得なかった。

1) 試験方法

試験は、現在当地で有望と思われる草種を供試し、

- ① 冬期及び夏期の生育特性の違い
- ② 周年栽培による採種の許容範囲
- ③ 年間栽培体系における組み入れ適応期間

等を主に考慮し以下の方法で実施した。

尚、調査が月一回播種の周年栽培で長期に渡るため調査項目を必要最低限度に絞り試験を行った。

(1) 試験場所：CETABOL 畑作試験圃場

(Colonia Okinawa 2, Warnes, Santa cruz-Bolivia)

ア) 位置 … 南緯 17° 20′
西経 62° 54′

イ) 標高 … 280 m

ウ) 気象 … 年平均気温 23.7 °C
年降水量 1,293.9 mm

エ) 土壌条件 … 砂質土 (FA)

pH1:5 (Agua)	C.B.1:5 (uS cm ⁻¹)	M.O. (%)	N Total (%)	P (ppm)	A (%)	L (%)	Y (%)
7.2	111	1.95	0.17	19.56	63	27	10

オ) 畑の種別 … 普通畑

(2) 供試草種：

草種名	学名	和名	科名	原産地	導入先国
<i>Crotalaria juncea</i>	<i>Crotalaria juncea</i> L.	サンヘンブ	マメ科	インド	ブラジル国
<i>Mucuna ceniza</i>	<i>Stizolobium deeringianum</i>	ハッシュウマメ	マメ科	フィリピン	(国内)
<i>Guandu ICPL-270</i>	<i>Cajanus cajan</i> (L.)	キマメ	マメ科	インド	(国内)
Miheto	<i>Penisetum americanum</i>	トウジンビエ	イネ科	スーダン	パラグアイ国

(3) 播種期：1996年4月30日播種を第一回目とする以後毎月一回、30日播種の周年栽培

播種の早晩区分…早期播種：4月～7月

中期播種：8月～11月

後期播種：12月～3月

(4) 試験期間：a. 栽培期間 … 1996年4月～1997年12月

b. 収穫調整期間 … 1996年10月～1998年2月

(5) 耕種条件：栽植水準

草 種 名	畝 間 (cm)	株数/ha (株)	株数/m (株)
Crotalaria juncea	40	375,000	15
	60	333,333	20
	80	312,500	25
Mucuna ceniza	40	50,000	2
	60	50,000	3
	80	50,000	4
Guandu ICPL-270	40	250,000	10
	60	250,000	15
	80	250,000	20
Mihleto	40	500,000	20
	60	416,666	25
	80	375,000	30

(ただし栽植密度は、当地に適應すると思われる草種毎の単位面積当たりの株数で調整した。)

(6) 播種方法： 2粒の点播とし、間引きして1株1本立てとする。

(7) 区 制： 3区制

(8) 一区面積： 12 m²

(9) 供試面積： 播種期間 … 360 m²
周 年 … 4,320 m²

(10) 圃場条件： 前作の緑肥を鋤込み機械整地した圃場

(11) 一般管理： 人力にて適宜雑草防除と害虫防除を実施する。

(12) 病害防除： 無し。

(13) 調査項目： 生育期 … 初期生育、病害・虫害発生程度、栽培管理の難易
開花期 … 草高、開花まで日数、茎太、茎葉生産量、乾物率、地面被覆程度
成熟期 … 莢成熟まで日数、結実日数
収穫期 … 健全莢数/個体、不良莢数/個体、精粒数/個体、不良粒数/個体
収 量 … 個体当たり粒重、百粒重、精子実重、

2) 試験実施体制

(1) 人 員： 調査員2人と調査補助1人及び一般管理作業に係る適宜の労働者を1人とした陣容で実施した。尚調査は、周年栽培で長期に渡ることと特に夏期の雑草繁茂が著しいため管理作業の臨時労働者を適宜配置した。

(2) 予 算： 本試験調査に係る計画執行額は以下の通りである。

a. 試験用資機材費	= \$Us. 1,380.-
b. 人件費	= 24,000.-
c. 調査旅費	= 5,400.-
d. 資料・報告書作成費	= 1,000.-
合 計	= \$Us. 31,780.-

(3) 作業日程：

年 月	1996												1997												98
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1.2			
播 種																									
栽 培																									
圃場調査																									
管理作業																									
外部調査	-					-		-				-			-					-					
収穫作業																									
収量調整																									
報告書作成																									

第IV章：試 験 結 果

1. 開花まで日数及び結実日数

1) 開花まで日数について

草種の栽植様式の違いによる日数に差はなく、何れの草種ともそれぞれ同日数で推移したが、播種期の違いによる日数差は大きかった。

マメ科草種のMucuna Cenizaと Guanduは、やや中期の冬期播種で日数が延長し、後期からの夏期播種で短縮する強い傾向にあり、Crotalaria Juncea は、概して9月から11月の播種で若干日数が延長する傾向にあった。

イネ科草種のMilhetoは、播種期が後期になるにつれ日数が短縮する顕著な傾向にあった。

Crotalaria Juncea 及び Milhetoの開花まで平均日数がそれぞれ71.1日と59.5日で、草種としては極めて早生である。

他方、Mucuna Ceniza及びGuanduは中性範囲のそれぞれ146.8日と119.8日であった。

播種期の違いは、開花まで日数の長短に対する影響が大きくまた、後期の1月、2月及び3月の播種では、一般に開花まで日数が短縮する特徴にあった。

表-1 播種期の変化における開花まで日数の最大最小値

草 種	Crotalaria J.	Mucuna C.	Guandu	Milheto
n	12	12	12	12
Max. V. (日)	88	199	153	71
Min. V. (日)	38	61	68	33
AV. (日)	69.5	139.6	116.3	55.6
C. I. (日)	50	138	86	38
V.	248.08	1743.08	697.06	119.58
S. D.	15.75	41.75	26.40	10.94

2) 結実日数について

Guanduの結実日数は、中期（冬期）の播種で最も延長する開花まで日数の傾向とほぼ同様であったが、12月からの播種期では日数が短縮する傾向が大きかった。

しかし、Crotalaria Juncea及びMucuna Cenizaは、4月から8月までのほぼ前半の播種がそれ以後の後半播種に比べ日数が延長する傾向にあり早期播種は、開花まで日数が短縮し結実日数は延長する特徴にあった。

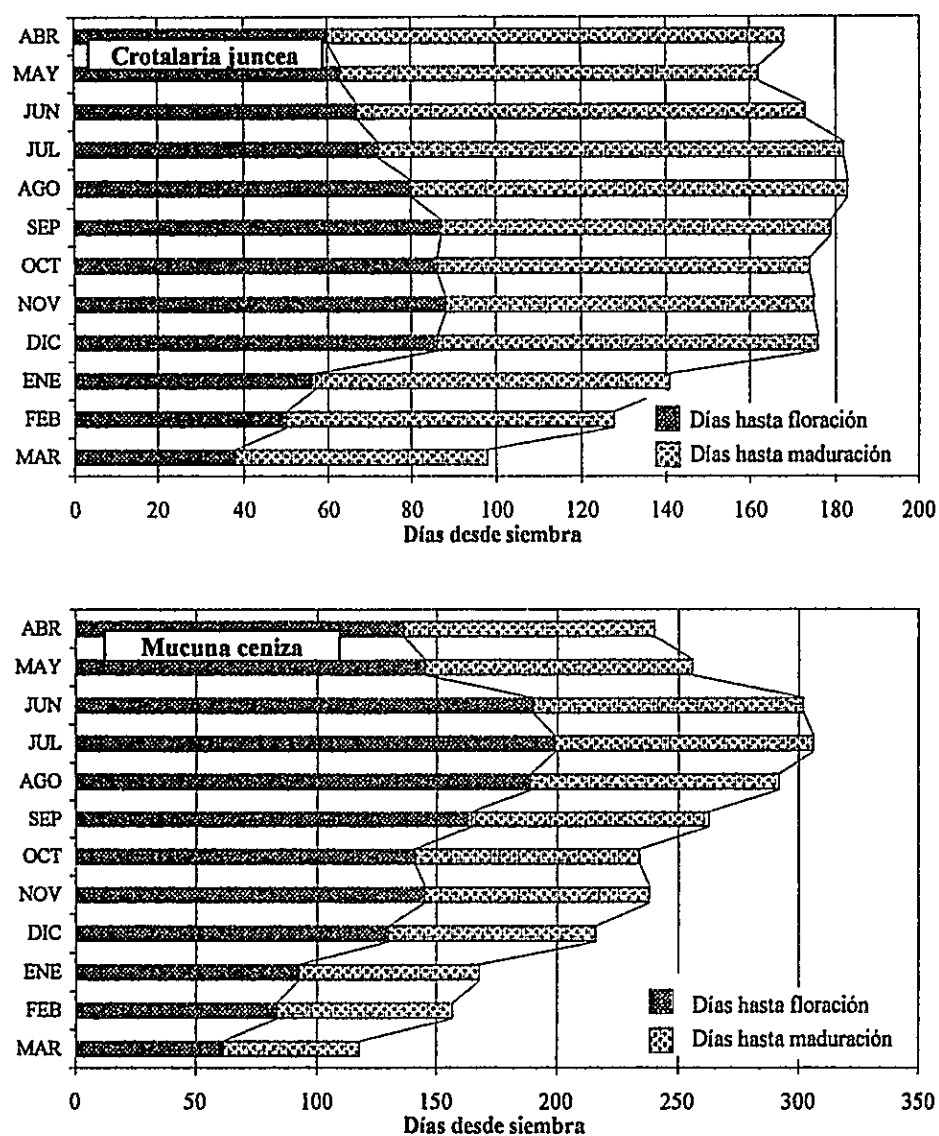
一方、Milhetoは、4月から11月までの早・中期播種で日数に大差がなくほぼ60日台で推移したが、12月からの後期では播種がずれ込むに従い急激な日数の短縮にあった。

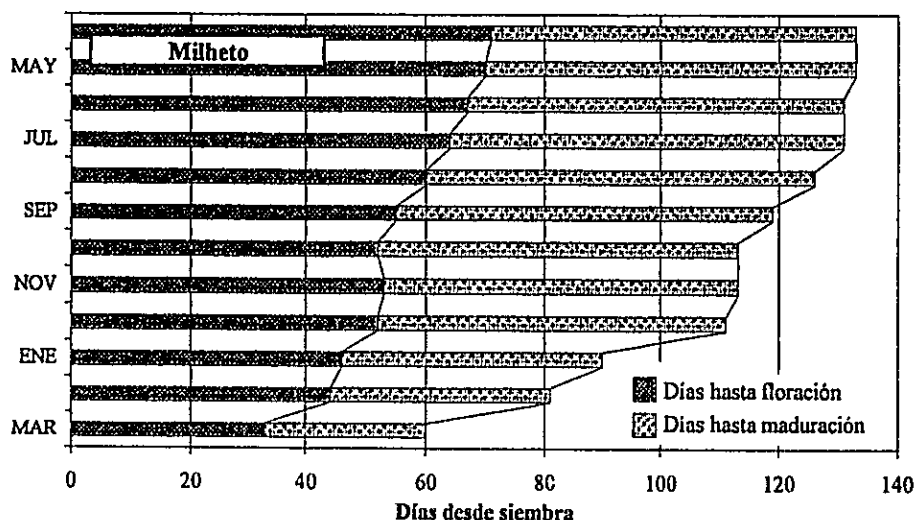
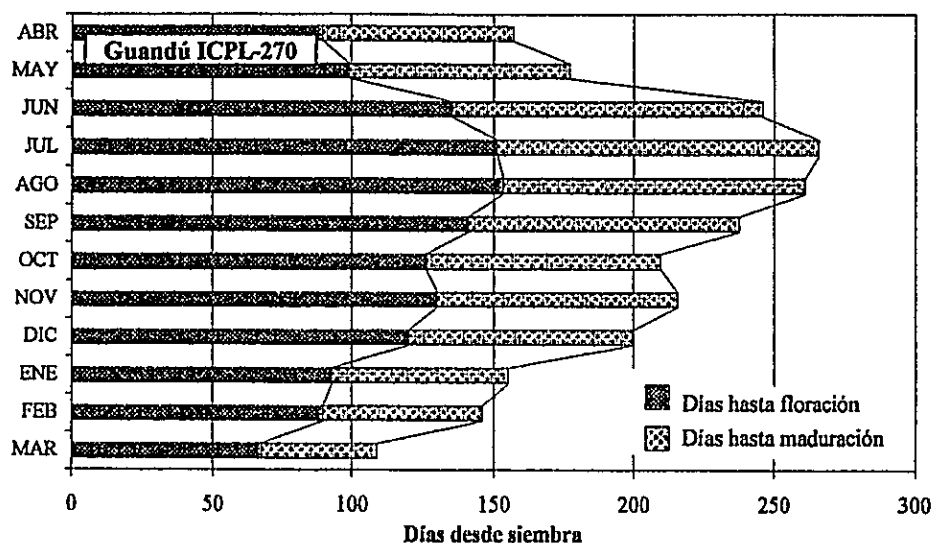
尚、草種の結実日数は、何れの栽植水準の違いに係わらず同日数で推移した。

表-2 播種期の変化における結実日数の最大最小値

草 種	Crotalaria J.	Mucuna C.	Guandu	Milheto
n	12	12	12	12
Max. V. (日)	110	112	115	67
Min. V. (日)	60	57	41	27
AV. (日)	92.1	92.9	82.1	56.2
C. l. (日)	50	55	74	40
V.	189.58	261.08	487.74	152.47
S. D.	13.77	16.16	22.08	12.35

図-5 草種の開花まで日数と結実日数の播種期別変化





3) 考 察

Crotalaria Juncea の早期と後期播種は、開花まで日数に対し結実日数の延長割合が大きく、中期播種では両者がほぼ同程度の日数で推移した。

また、Milheto は、結実日数に対し開花まで日数の延長割合が大きく、中期播種では逆に結実日数が開花まで日数よりも延長する傾向にあった。

一方、Mucuna Ceniza及び Guandúは、何れの播種期においても開花まで日数が結実日数を上回ることはないが、早期及び後期播種では両者の日数が接近する傾向にある。

Crotalaria JunceaとMilhetoは、Mucuna Ceniza及び Guandúに比べ冬期と夏期の気象条件に左右される影響が大きいようでは気象感受性が高い草種と思考する。

Crotalaria Juncea の開花まで日数と結実日数の間には、特に強い関係が認められず開花まで日数の長短は結実日数の長短、つまりサヤ成熟までの日数が同様に推移・変化すると言える。

反対に、Mucuna Ceniza、Guandú及びMilhetoは、開花まで日数と結実日数の関係が極めて強く、開花まで日数の延長（又は短縮）に伴い結実日数は更に延長（又は短縮）する顕著な傾向が認められる。

よって、緑肥の開花期処理又は種子生産において、それぞれの日数長短を考慮した適応播種期の栽培に注意が必要である。

尚、Milheto は、播種期により開花期後に発生したサビ病が結実日数の短縮を助長したと考えらるが、あえて調査したデータをそのまま活用した。

2. 播種期の変化に伴う草丈と地面被覆程度

1) 草丈伸長について

何れの草種とも播種期の違いによる草丈の推移は著しい。特に *Crotalaria Juncea* 及び *Guandu* の草丈は、6月播種から急激な伸長を示した。

Crotalaria Juncea が9月から12月の播種期範囲で高丈を維持し、*Guandu* のそれは、7月から9月の播種期範囲であった。

Mucuna Ceniza は、ホフク性伸育の特性から、前述草種のような急激な推移がみられないものの、8月から11月の播種期範囲で草丈が高くなる傾向にあるが、4月、5月の播種では急激に低下していた。

Milhetol は、ほぼ *Mucuna Ceniza* と同様な傾向にあるが、他の草種に比べ草丈推移の上下変化が小さく一部の播種期を除き、一般に高い草丈を維持していた。

総体的に何れの草種とも、中期から後期播種にかけて草丈が伸長する傾向が顕著であった。

尚、草丈が伸長するにつれ茎が太くなる傾向は何れの草種にも言え、明らかに両者の関係は深い。特に、*Crotalaria Juncea* は顕著であった。

栽植水準の違いによる変化では、*Crotalaria Juncea* と *Mucuna Ceniza* が畝間が広くなるにつれ茎細になる傾向にあったが、*Guandu* は、何れの栽植水準においても同程度の推移ではっきりしなくややカンボク性伸育の特性が影響していると考えられた。

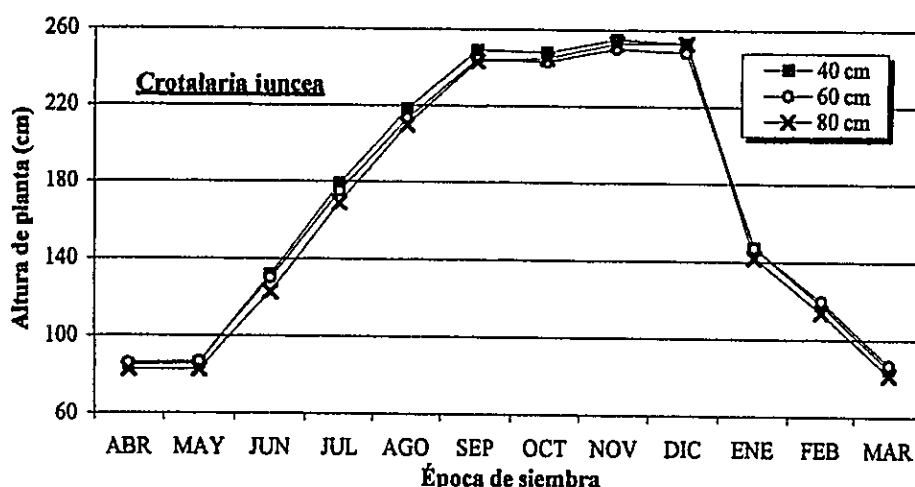
表-3-1 草種の栽植様式別草丈の最大最小値

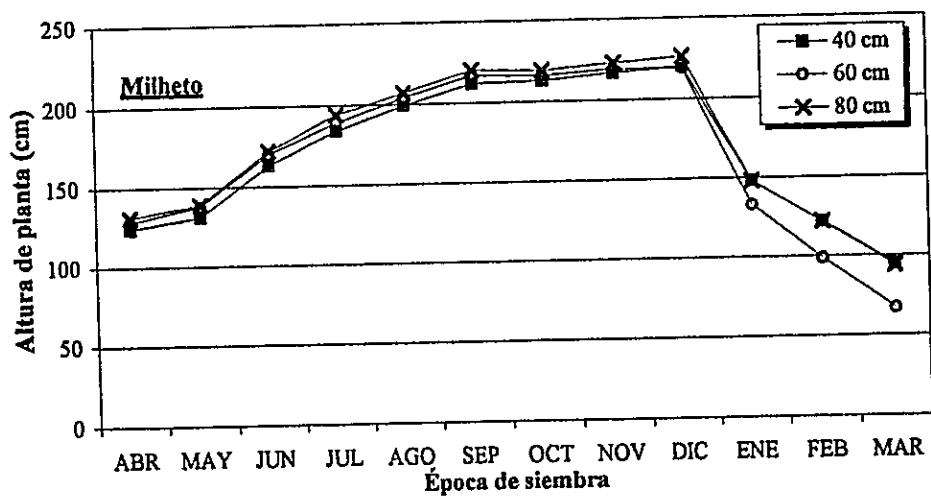
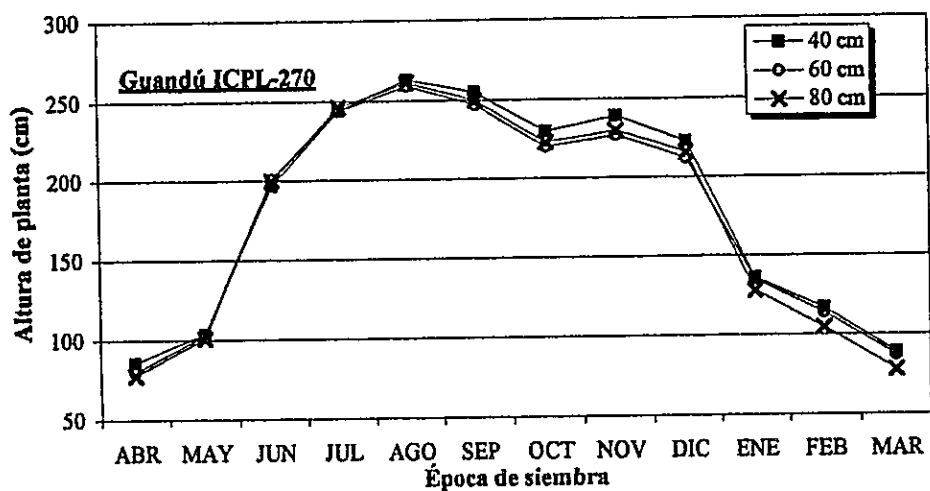
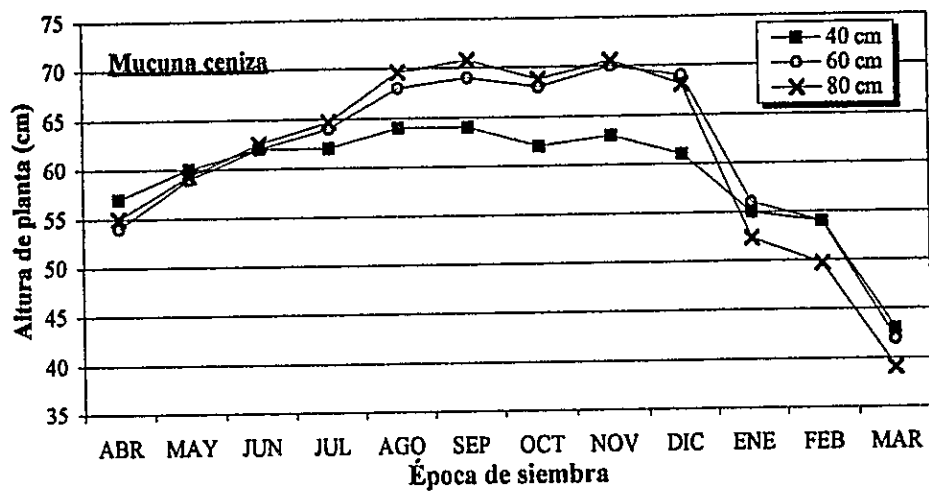
草 種 畝 間	<i>Crotalaria Juncea</i>			<i>Mucuna Ceniza</i>		
	40cm	60cm	80cm	40cm	60cm	80cm
n	12	12	12	12	12	12
Max.V. (cm)	255	250	253	64	70	71
Min.V. (cm)	85	87	82	43	42	39
AV. (cm)	171.7	169.6	167.3	58.9	61.3	61.0
C.I. (cm)	170	163	171	21	28	32
V.	4512.39	4150.74	4507.02	33.24	67.02	95.00
S.D.	67.17	64.43	67.13	5.77	8.19	9.75

表3-2 草種の栽植様式別草丈の最大最小値

草 種 畝 間	<i>Guandu</i>			<i>Milhetol</i>		
	40cm	60cm	80cm	40cm	60cm	80cm
n	12	12	12	12	12	12
Max.V. (cm)	263	259	261	220	219	226
Min.V. (cm)	86	80	78	95	67	94
AV. (cm)	181.0	177.4	176.3	169.0	166.6	174.6
C.I. (cm)	177	179	183	125	152	132
V.	4456.91	4248.24	4756.56	1787.17	2525.91	1965.74
S.D.	66.76	65.18	68.97	42.27	50.26	44.34

図-6 草丈の播種期別変化





2) 地面被覆程度について

草種の生育による地面被覆は、雑草抑制が望める一面の効果を兼ねており被覆作物の他方の重要な目的にもなっている。いかに早く圃場を被覆し遮光能力にたけるかは、何よりも草種の生育特性、特に伸育型による影響が大きい。

本試験の地面被覆調査は、茎葉処理の場合を考慮しその調査期を開花期とする畝間の被覆展開の観察により実施した。

調査では、何れの供試草種とも一般に被覆能力にたけていたが、マメ科草種はイネ科草種に比べ地面の被覆が早く雑草抑制に優れていた。またマメ科草種中、伸育型がツル性の草種は、立直性の草種に比べ地面被覆にたけツル性伸育型の雑草抑制に対する有利さが明確であった。

特に *Mucuna Ceniza* の地面被覆は旺盛で、播種期及び栽植水準の違いに拘わらず優れた能力を示し開花期の地面被覆は何れの場合においても 100% 近くに達するものであった。

その他の三草種は、早期播種につれ被覆程度が低下し中期以後の播種につれ高くなる傾向にあった。

早期播種は、初期生育の後半から冬期に当たるため、以後の生育が沈滞し地面被覆の鈍化につながった。

栽植水準と地面被覆の関係は、*Crotalaria Juncea* と *Milhetto* が畝間が広がるにつれ地面の被覆程度は低下する傾向が顕著であった。*Guandu* は早期播種に急激な被覆能力の低下を示したが、中期以後の播種で地面被覆はほぼ 100% に達するものであった。

図-7 草種の開花期における播種期別地面被覆程度の大小

草 種 名	栽 植 様 式 畝間cm×株/m	播 種 期											
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
<i>Crotalaria Juncea</i>	40 × 15	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	60 × 20	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	80 × 25	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Mucuna ceniza</i>	40 × 2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	60 × 3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	80 × 4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Guandu</i>	40 × 10	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	60 × 15	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	80 × 20	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Milhetto</i>	40 × 20	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	60 × 25	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	80 × 30	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

地面被覆程度の判定 = □ : 50% > ■ : 50~70% ■ : 71~90% ■ : 90% <

3) 草丈と地面被覆の関係

草種の地面被覆の高低は、何よりも初期生育の優劣と拡張伸育の大小に左右される影響が強い。

雑草繁茂が著しい当地では、前述の特性を有する草種が適応性選定基準のひとつとして重要になっている。

草丈と地面被覆の関係は、草丈が伸長するにつれ地面被覆が増大する傾向にあるが概して関係は弱い。

特にイネ科草種の *Milhetto* は、その関係が弱く立直性による高方位伸育にあるものの拡張に劣り地面を十分に被覆できない生育の特性にある。

しかし、畝間が狭間するにつれ草丈と地面被覆の関係がやや強まる傾向にあり、分けつにより横方位をカバーする被覆の増大が考えられた。

一方マメ科の立直性又は立直性／カンボク性草種は、差程草丈の高低にこだわらない地面被覆の高低にあるがツル性の *Mucuna Ceniza* は、草丈の変化が地面被覆の高低に何等関与しなかった。

4) 考 察

開花期で見る草種の地面被覆の高低は、栽植水準よりはむしろ播種期間差が大きい。一般に夏期の初期生育に向けた播種期で良好な地面被覆を示したが、冬期に向けた生育の播種期ではその反対の傾向が著しかった。

特に *Crotalaria Juncea* と *Milheto* は、その傾向が顕著で冬期播種の被覆効果では、密植栽培の必要性にあることを示唆しており草種の利用目的にそった栽培に留意する必要がある。

しかし、*Mucuna Ceniza* は、何れの播種期及び栽植水準に拘わらず地面被覆に優れており被覆を目的とした年間栽培の可能性を示唆している。このような場合、播種量などの経費軽減を考慮した栽培法が他面の課題として浮上してくる。

草種の地面被覆で期待できる雑草抑制では、当然栽培する草種によって大きく異なることは言うまでもない。夏期の開花期処理における雑草抑制程度の一般的な傾向としては、畝間20~30の密植栽培でマメ科の立直性草種が70~80%、カンボク性草種が80~90%そしてツル性草種が95~100%にあり、明らかにツル性草種が有利である。

また、イネ科草種では、同じく一般的な傾向として80~90%と言え密植栽培による雑草抑制に期待できる。

一方、畝間70cm前後の粗植栽培では、密植栽培の抑制程度に対してカンボク性のマメ科草種が30~40%前後雑草抑制が低下する傾向にあり、ツル性草種は栽植密度の影響が少なく5%前後の低下範囲にある。

イネ科草種は、10%前後の低下に止まる傾向にある。

尚、当地の夏期に発生する雑草は、約20種で㎡当たりの総雑草量が生重で4.0kg前後に達し繁茂は旺盛である。

しかし、雑草種の殆どが好光性種子なため緑肥作物の地面被覆による雑草抑制に期待が持てる。

3. 播種期の変化と茎葉生産量

1) 開花期処理における茎葉生産量の草種間差

圃場の被覆効果を考慮した地力維持・増進において、草種の茎葉生産量の多少特性が極めて重要なポイントにある。また当地適草種の選定における基準として最も重要なことである。

当地では、現在これらの効果を望んだ不耕起栽培への付加作物として注目されており農業社会へ与えるインパクトが大きくなりつつある。

草種の茎葉生産量は、当地の気象条件と作期により草種間に大差があり茎葉生産量にみる限りでは比較的優劣を見分けやすい。

供試草種は、当地に適応した選定草種であり何れも茎葉生産量に優れている。

栽植水準の違いによる茎葉生産量は、*Crotalaria Juncea* にややその差が見られるものの他の草種は小差であった。

しかし、播種期の違いによる変化は大きく単なる栽培における危険性を含んでいる。

Crotalaria Juncea と *Milheto* は、9月から12月の播種で茎葉生産量が增大する傾向が強く、*Guandu* の場合は、7月から8月播種で最も多い生産量にあった。

これらの草種は、言わゆる夏作播種で茎葉生産量が增大し冬作播種はその反対に減量が甚だしく、当地で栽培している通常作物と同じ生育様相にある。ただし *Guandu* は、*Crotalaria Juncea* と *Milheto* に比べやや早い7月播種から生産量の増大が見られるがこれは、草種の晩生特性による早めの播種で生育期を夏作に合わせることに よって生じる差である。

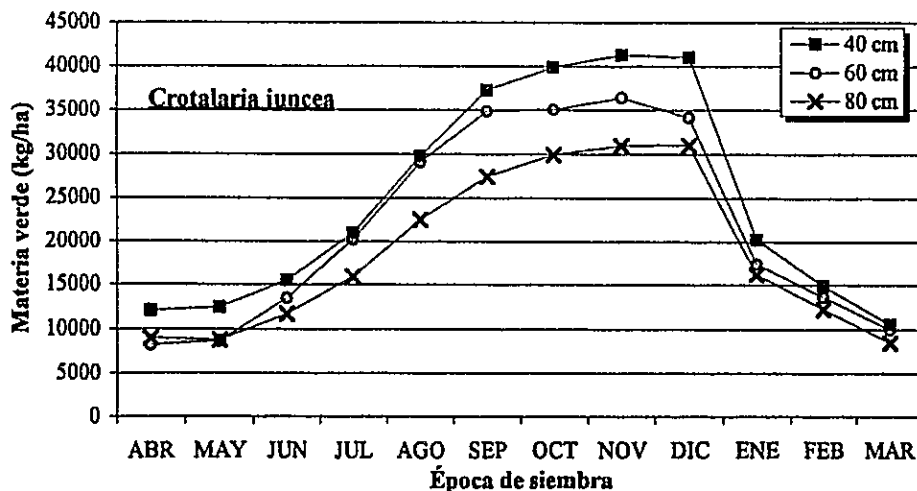
Mucuna Ceniza は、4月から12月の播種で大きな播種期間差は見られないが、1月以降3月までの播種では、急激な生産量の低下を示した。

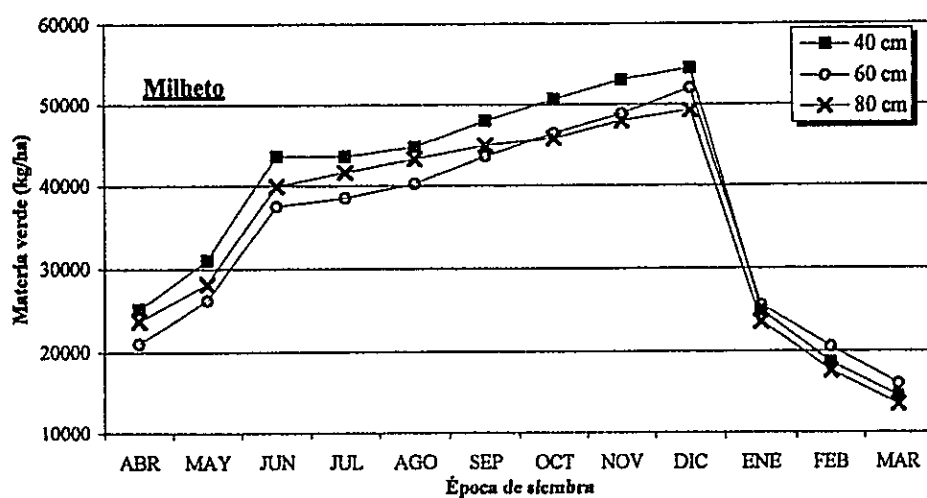
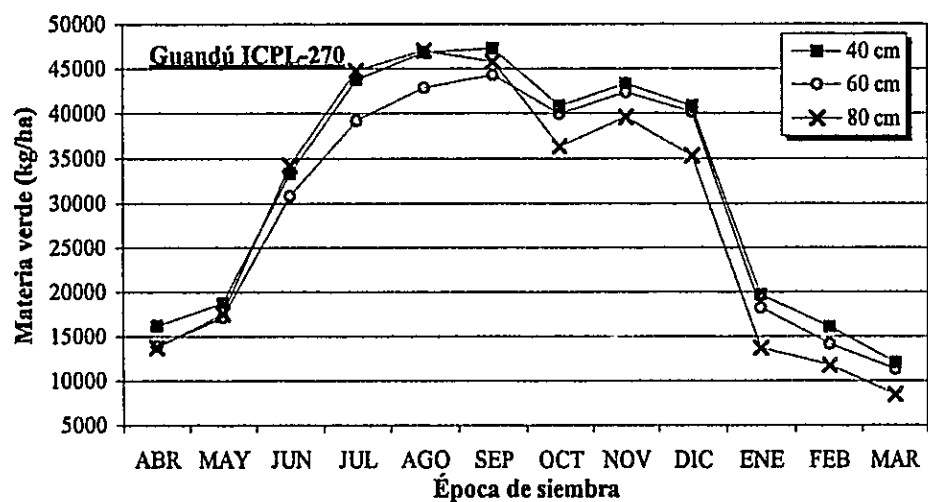
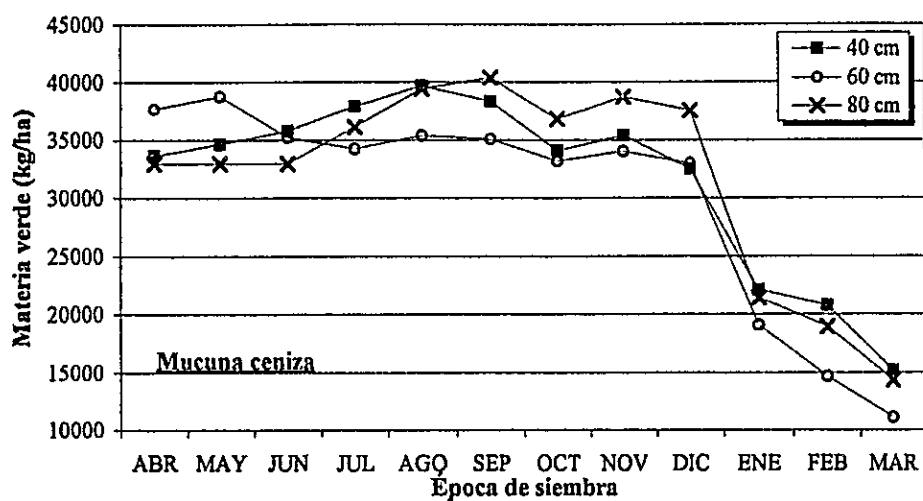
以上から、*Crotalaria Juncea*、*Guandu* 及び *Milheto* の冬期播種及び *Mucuna Ceniza* の夏期後半の播種のそれぞれにおいては、茎葉生産量に差程期待ができないと考えられる。

尚、前述した通り栽植水準の違いによる茎葉生産量に大きな差は見られないが、*Crotalaria Juncea*、*Guandu* 及び *Milheto* では、一部の播種期を除き一般に畝間40cmの栽植水準で茎葉生産量が若干増大する傾向にあった。

Mucuna Ceniza の栽植水準の違いによる茎葉生産量は、播種期毎に浮き沈みがあり違いの差は明確になかったが、概して9月から12月播種の畝間80cmで茎葉生産量が增大する傾向にあった。

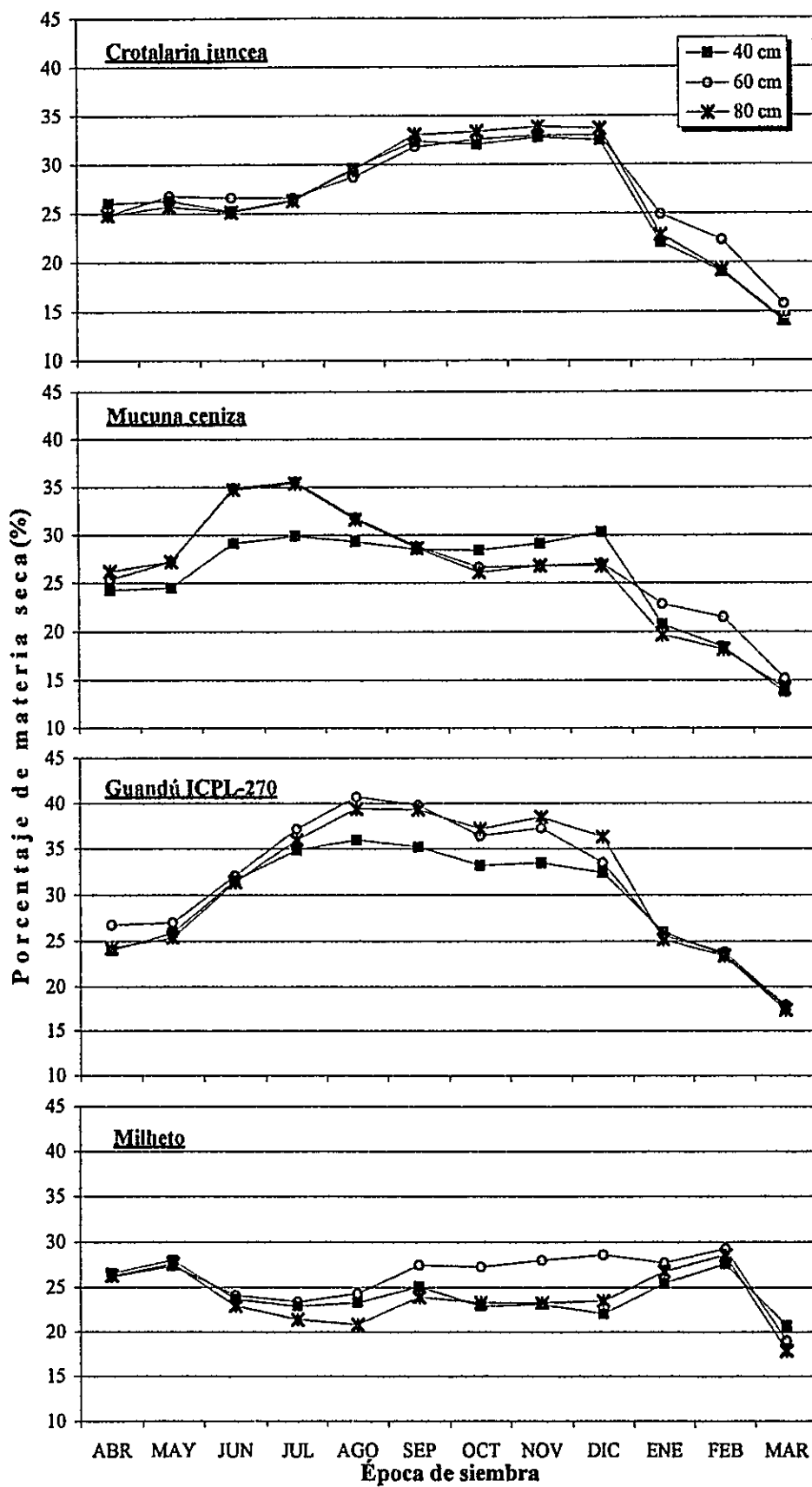
図-8 茎葉生産量(生重)の播種期別変化





2) 播種期の違いによる乾物率の推移

図-9 茎葉乾物率の播種期別変化



乾物率の高低は、草種間にそれぞれの特徴が見られ *Crotalaria Juncea* と *Guandu* は、8月から12月の播種で乾物率が上昇するのに対し、*Mucuna Ceniza* は栽植水準にもよるが、概して6月から8月の播種にその上昇が見られた。

Milheto は、乾物率が20%から30%の範囲で上下しており他の草種に比べ大きな変化で推移するものではなかった。

Crotalaria Juncea は、乾物率が上昇するにつれ茎が太くなる傾向が明確で、茎部分が占める乾物の割合が大きい。

一方、*Milheto* の茎太は、乾物率の上下に拘わらず4月の播種期から12月の播種期にかけて上昇の一途を示したが、水分含量の増加に止まったと思われ乾物率に直接影響する傾向になかった。

また *Guandu* は、茎による乾物率への影響が大きいと思われるが、乾物率が上昇傾向にある期間の茎太はむしろ茎細の傾向にあった。

栽植水準の違いによる乾物率の変化は、概して大きな差がなく何れの栽植水準においても同様な傾向で推移していた。唯一的に *Milheto* の10月から12月の播種で、畝間40cm及び80cmの乾物率が下降し、畝間60cmで逆に上昇する特徴にあった。

3) 考 察

茎葉生産量の高低は、乾物量の高低とほぼ相関にあることは言うまでもない。今回の調査でも、何れの草種とも茎葉生産量が増大するにつれ乾物量が増大する強い正の関係にある。これは、どの栽植水準においても言え相関係数は何れも0.9000を超える強いものであった。

よって、茎葉残渣による地面被覆には播種期に充分考慮する必要があると言える。

Crotalaria Juncea の8月から12月までの播種は、栽植水準の違いにより茎葉生産量はやや変化するが、乾物率はほぼ同率で変化しており栽植水準に拘らない乾物量の確保を示唆している。

また、*Milheto* の9月から12月播種の茎葉生産量は、他の供試草種を上回るものであるが、乾物率は意外と低率であった。

以上の二草種は、茎葉生産量が増大するにつれ、含有水分も増大する乾物率への影響が大きいと考えられる。特に *Milheto* は、茎葉生産量と乾物率の関係は極めて弱く、畝間40cmと60cmの栽植水準の場合は、弱い負の関係にある。茎葉生産量が増大しても乾物率が上昇するとは限らないことを示唆している。

一方、*Crotalaria Juncea* のそれは、正の関係で増大と上昇にあると思われるが関係の強弱は他の *Mucuna Ceniza* 及び *Guandu* に比べ弱い。

4. 草種の播種期の変化に伴う着莢数の変化

1) 莢成熟期における子実収量の成立

健全な莢の生産多少は、粒数の多少に深く関係し子実生産の高低を大きく左右する要因で、健全莢数の確保又は多莢が成り立つ適応播種期を知ることは、種子生産において重要であることは言うまでもない。

健全莢数の確保には、何よりも成熟後期から収穫期にかけての良好な気象条件が要求されることは勿論のことではあるが、草種の均一な成熟特性による言わば一様のきれいな枯れ上がりが健全サヤ数の確保に最も影響が強い。

緑肥作物は、得てして順次の莢成熟を示す草種が多くややもすると収穫ポイントを見失う危険性にある。種子の収穫を人力で実施する場合は、順次の成熟における順次の収穫が可能で健全サヤを多く確保できるが、機械収穫の場合は、莢成熟の強弱又は未熟の様相の中で、何処に収穫期を設定するかが重要になってくる。

収穫期における一般的な莢の成・未熟割合は、*Crotalaria Juncea* が成熟40%/未熟60%で *Mucuna Ceniza* が70%/30%及び *Guandu* が65%/35%のそれぞれであった。この傾向は、何れの栽植様式ともほぼ同様に示された。しかし、播種期間では、一般に夏期の播種は成熟割合が低下し、冬期のそれは上昇する傾向にあった。

Crotalaria Juncea の高い莢未熟割合は、草種の特長として開花期後更に生育伸長が展開しそれに伴い莢個体の熟性早晩が広範化するため成熟にバラツキが起り未熟が多く発生する要因になっている。

Mucuna Ceniza は、着莢位置が地表に接近しており未熟莢よりは、腐れ不良莢が発生する危険性にあるが、莢皮が厚いため健全な状態で莢を保持できる有利さから健全莢の割合が他の草種に比べ高い。

一方、*Guandu* は、*Crotalaria Juncea* に比べ比較的均一な成熟を示すためやや健全莢の割合が高い。

しかし、収穫期の莢には、成熟の個体間差があり早期に成熟した莢の収穫までの気象その他の影響で品質が低下した不良な種子を有す不良莢が混入しており、成熟莢の全てが健全な種子を保持しているとは限らない。

成熟莢の中で健全な種子を保持した健全莢数の割合は、草種間、栽植水準間及び播種期間のそれぞれに差が見られた。

Crotalaria Juncea は、一般に生育伸長期が冬期に当たる播種で健全莢数が増加し、生育伸長期が夏期に当たる播種では減少する顕著な傾向にあった。

栽植水準間では、何れの水準ともほぼ同様な傾向で推移したが、水準間で莢数の播種期間に上下のバラツキがあり増減差の傾向がはっきりしなかった。

一方、*Mucuna Ceniza* は、*Crotalaria Juncea* とは反対にツル性伸育期が夏期に当たる播種で最も健全莢数が増加し、冬期で減少する傾向が明らかであった。

栽植水準間では、健全莢数が増加する播種期範囲における水準間に大きな差は見られないが、減少する播種期範囲では畝間80cmの水準が他の水準に比べ減少が大きかった。

Guandul は、播種期間の推移が前述の二草種と同様な傾向にあるが、栽植水準間では、健全莢数が増加する1月、2月及び3月の播種期の畝間80cmの水準で最も増加し、4月、5月及び6月の播種期では畝間40cmの水準が増加していた。

何れの草種とも、冬期に生育伸長を合わせた播種で健全莢が多い傾向にあり、種子生産を目的にした栽培における適応播種期を示唆している。

図-10-1 収穫期における個体当たり英良否割合の播種期別変化

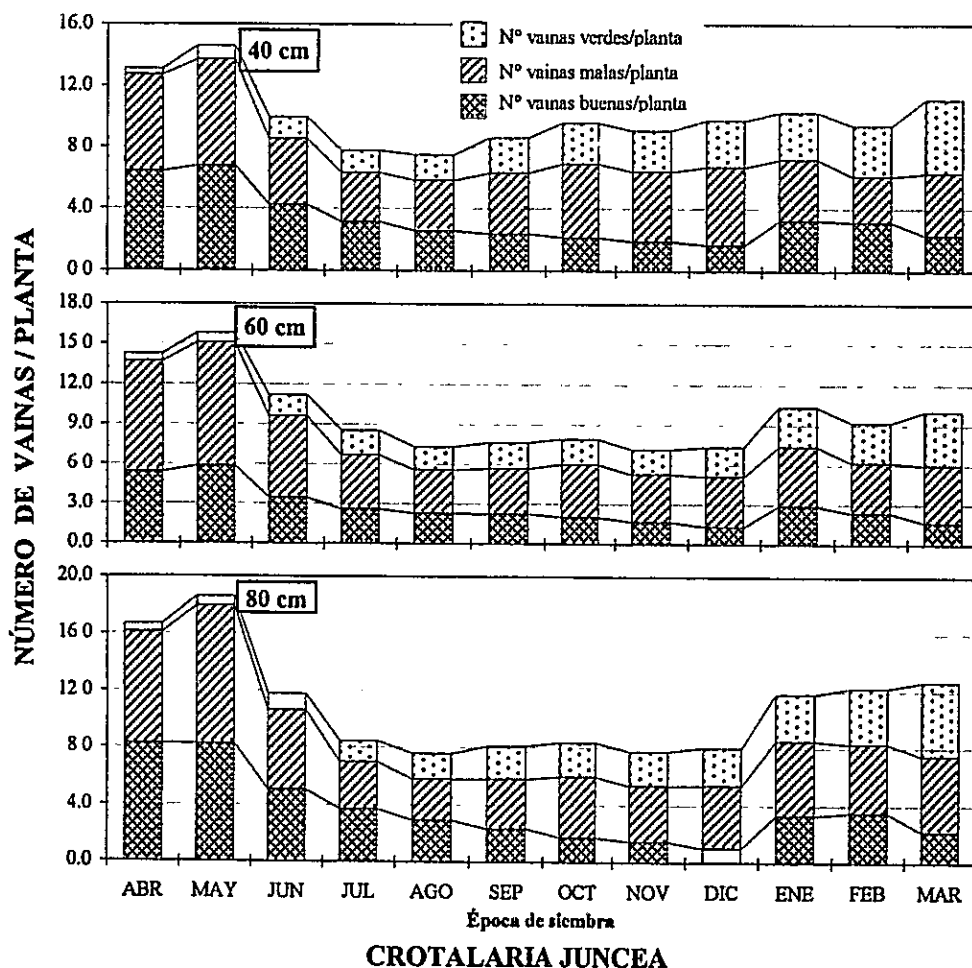
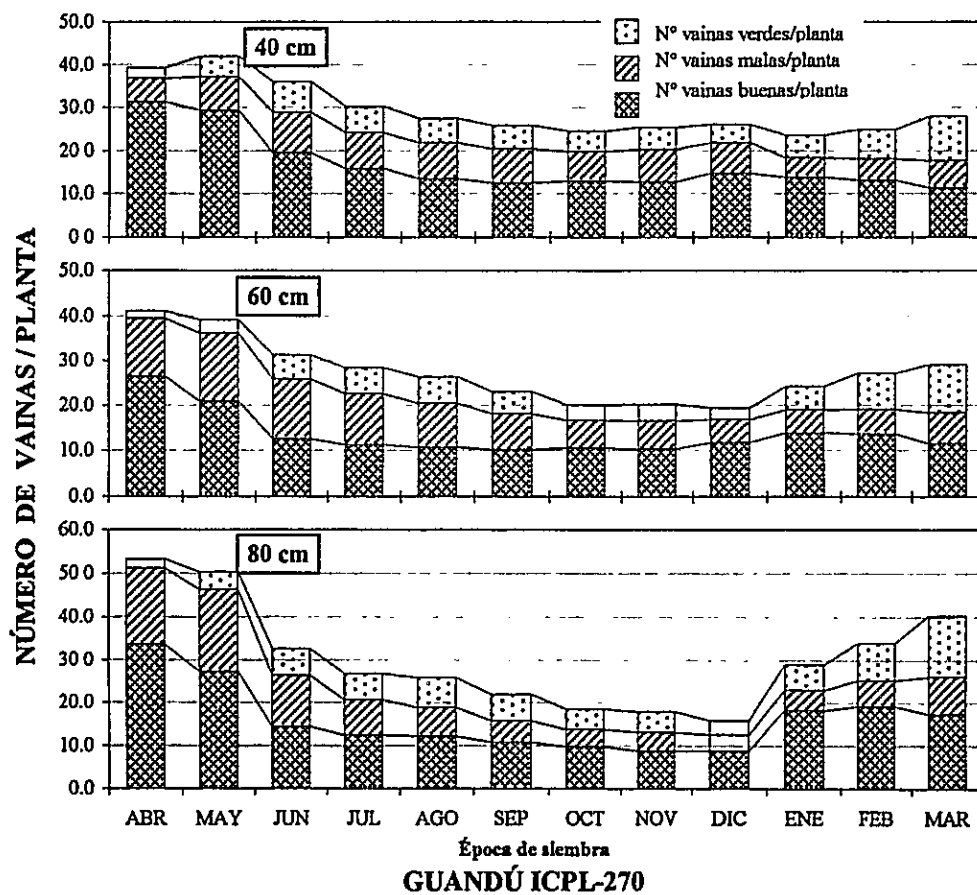
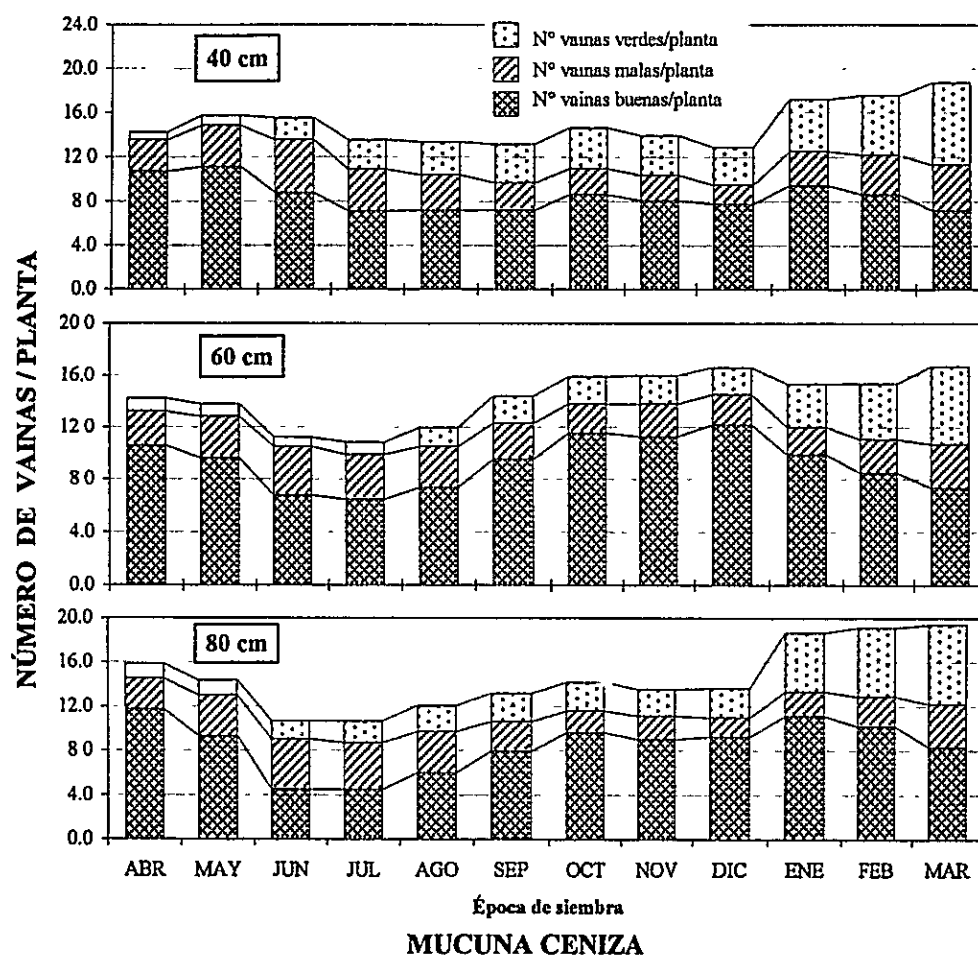


図-10-2 収穫期における個体当たり莢良否割合の播種期別変化



2) 播種期の違いによる粒重の変化

健全英数の多少は、子実収量に及ぼす影響が大きく、また粒重は、概して粒品質と深く結ぶつく稔実の良否に関係し両者は子実収量構成要素の中でも重要な位置にある。

粒重の増減は、栽培管理技術にもよるが何よりも栽培期間の気象条件に左右される要因が大きようである。

特に当地は、冬期と夏期が極めて異なる気象つまり、乾期と雨期の変動差にあり調査データでも両期の違いによる粒重への影響が明らかで播種期による増減変化を示した。

播種期の英個体当たり粒重の推移は、*Crotalaria Juncea* の場合、1月、2月及び3月の播種期では粒重が低下する傾向にあるが、4月から12月までの播種期では、ほぼ大差のない粒重範囲で推移している。

栽植水準間では、畝間80cmの12月播種が最も粒重が増加し、畝間40cm及び60cmでは、1月播種が最も増加していた。しかし、栽植水準間には優劣の明確な傾向差が認められなかった。

Mucuna Ceniza は、4月と3月の播種期が最も粒重が増加し、それ以後は播種期が後期になるにつれ低下する一途の傾向にあった。

Guandu は、何れの栽植水準においても8月から12月にかけて粒重が最も増加し、その前後の播種期は低下する傾向が明らかであった。

一方、百粒重の播種期推移は、何れの草種とも栽植水準の違が違っても、粒重差が近接する一様な傾向で推移している。

Crotalaria Juncea は、播種期の展開順に百粒重が緩やか一途の低下を示したのに対し、*Mucuna Ceniza* 及び *Guandu* は、6月から12月の播種期範囲で増加しそれ前後の播種期は低下する傾向にあった。

よって、粒重を考慮した栽培において早生草種は、生育期を冬期に合わせた播種期でまた、晩生草種は、反対に生育期を夏期に合わせた播種期で百粒重の増加が望めそうである。

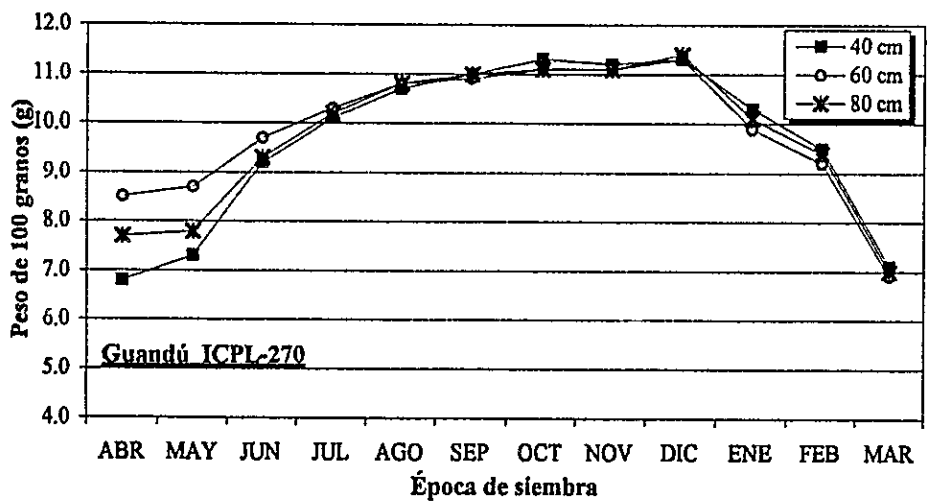
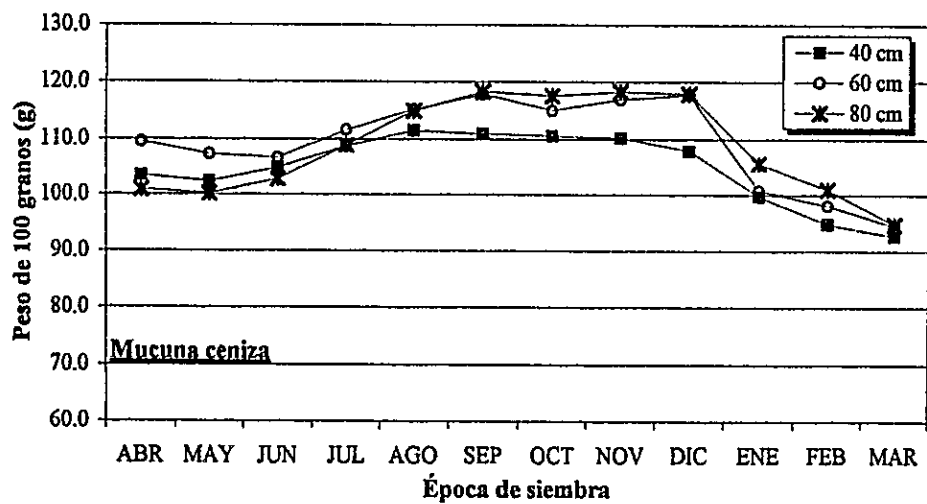
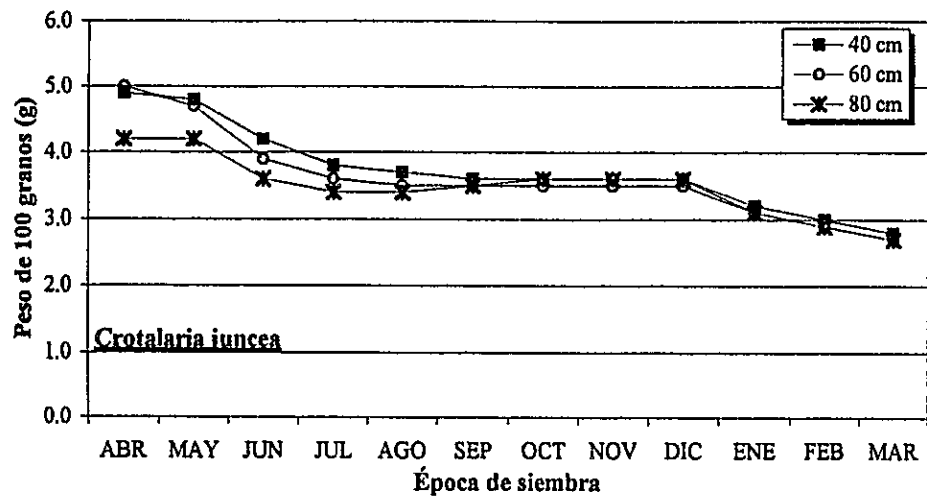
表-4 草種の栽植様式別個体当たり健全子実粒重の最大小値

草 種 畝 間	<i>Crotalaria J.</i>			<i>Mucuna C.</i>			<i>Guandu</i>		
	40cm	60cm	80cm	40cm	60cm	80cm	40cm	60cm	80cm
n	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Max. V. (g.)	2.2	2.0	2.6	70.9	73.9	68.6	212.7	187.4	235.1
Min. V. (g.)	0.6	0.4	0.3	32.2	34.5	21.6	46.3	38.9	38.8
AV. (g.)	1.1	0.9	1.1	45.4	50.9	44.5	88.7	73.9	88.4
C. I. (g.)	1.6	1.6	2.3	38.4	39.4	47.0	166.4	148.5	196.3
V.	0.30	0.26	0.54	131.74	171.16	178.41	3060.58	1974.80	3707.12
S. D.	0.54	0.51	0.73	11.48	13.08	13.36	55.32	44.44	60.89

表-5 草種の栽植様式別百粒重の最大小値

草 種 畝 間	<i>Crotalaria J.</i>			<i>Mucuna C.</i>			<i>Guandu</i>		
	40cm	60cm	80cm	40cm	60cm	80cm	40cm	60cm	80cm
n	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Max. V. (g.)	4.9	5.0	4.2	111.5	117.9	118.3	11.3	11.3	11.4
Min. V. (g.)	2.8	2.7	2.7	92.7	94.5	94.7	6.8	6.9	7.0
AV. (g.)	3.7	3.6	3.5	104.8	109.3	108.5	9.7	9.9	9.7
C. I. (g.)	2.1	2.3	1.5	18.8	23.4	23.6	4.5	4.4	4.4
V.	0.37	0.40	0.18	37.60	58.90	68.43	2.65	1.64	2.10
S. D.	0.61	0.64	0.43	6.13	7.67	8.27	1.63	1.28	1.45

図-11 精粒百粒重の播種期別変化



3) 子実収量について

子実収量は、収穫した莢の中で健全な莢の精子実粒をもって調査を実施したため、それまでの精選に多量の不良子実粒がふり落とされ精粒の目減りが大きかった。播種期によっては、収穫の効率に極めて優れず子実収量の低収を余儀なくされた。

Crotalaria Juncea の収量推移は、4月、5月及び6月播種の冬期栽培で高い増収が見込めるのに対し、栽培が夏期に当たる9月から12月までの収量は極めて低収にあった。これは、夏期の栽培期間に受ける雨害による不良粒の発生が大きく影響していると考ええる。

Crotalaria Juncea は、夏期栽培における順次の開花期間が冬期に比べ延長する傾向にあり更なる雨害による不良粒の発生助長に及んでいる。

栽植水準の違いによる収量の変化は、4月及び5月の播種で畝間40、60cmの水準が、畝間80cmの水準を上回る収量傾向にある。その他の播種期では、同程度の収量で推移している。

Crotalaria Juncea の多収は、明らかに冬期に生育期を合わせた4月と5月の栽培にあると言える。

Mucuna Ceniza は、播種期及び栽植様式の違いによる収量差が示され、畝間40cmでは、4月と5月が最も多収にあり、畝間60cmでは10月から12月の播種で多収傾向にあった。また畝間80cmでは、1月と2月の播種が他の播種期を超える収量であった。

よって、*Mucuna Ceniza* の栽培は、畝間を狭めた早期の播種又は畝間を広げた後期の播種にある。つまり冬期は畝間を狭くし反対に夏期は畝間を広げる栽培を示唆している。

Guandu の畝間40cmの場合は、4月、5月の播種で多収の傾向があるものの、概して播種期間の収量差範囲はやや狭い。

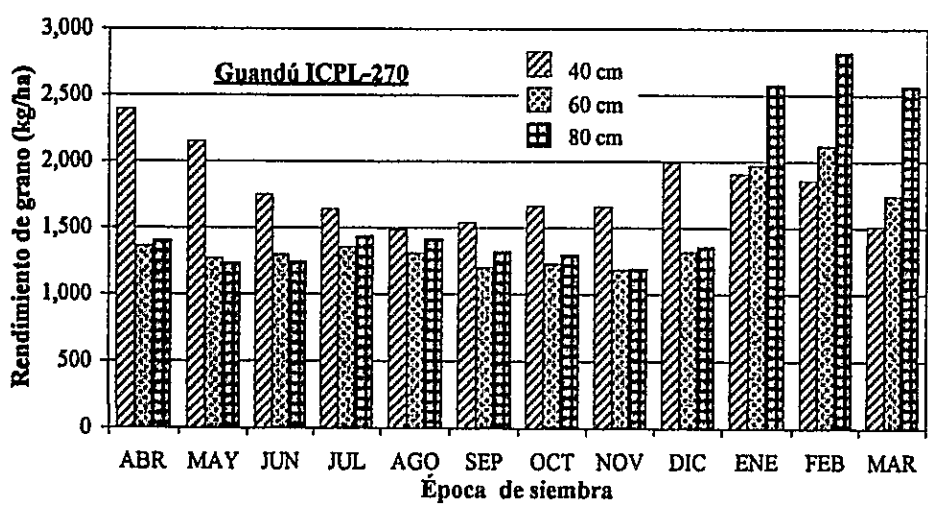
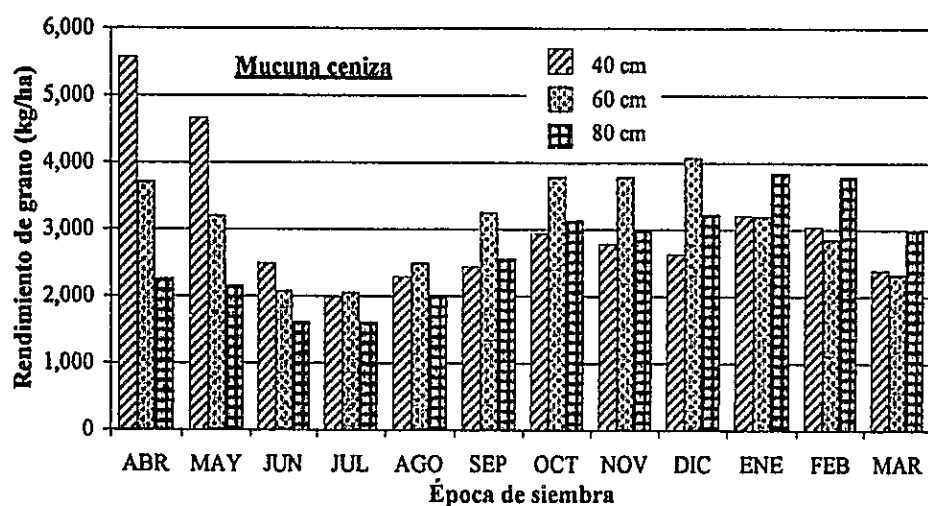
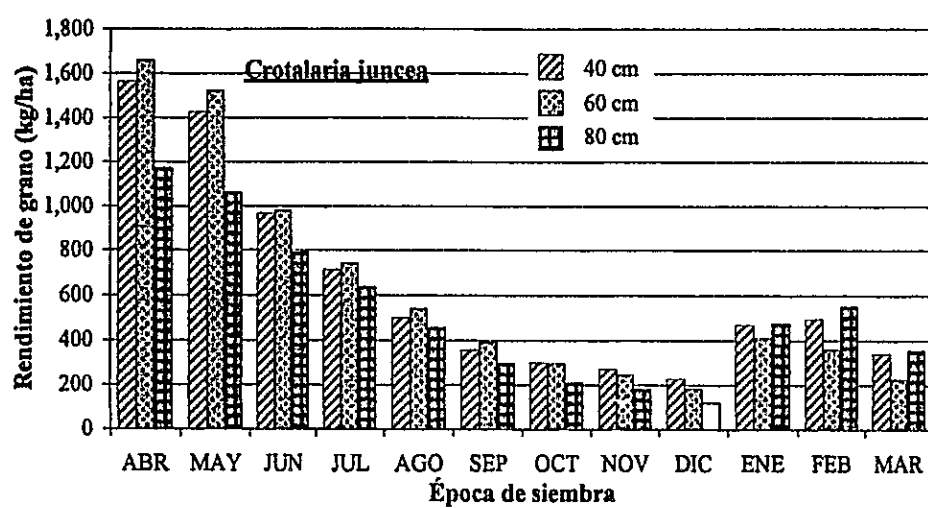
しかし、畝間60cm及び80cmの水準では、1月から3月の播種が他の播種期に比べ高収で、後期播種の有利さが伺われた。

畝間を狭くした場合の収量は、播種期間差がはっきりしていないが、畝間を広げた場合は、明らかに1月から3月の播種が妥当のようである。

表-6 草種の栽植様式別子実生産量の最大最小値

草 種	<i>Crotalaria Juncea</i>			<i>Mucuna Ceniza</i>			<i>Guandu</i>		
	40cm	60cm	80cm	40cm	60cm	80cm	40cm	60cm	80cm
n	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Max. V. (Kg)	1689	1660	1325	5568	4071	3848	2396	2121	2824
Min. V. (Kg)	228	184	121	1987	2052	1606	1486	1185	1194
AV. (Kg)	646.4	631.2	539.8	3035.8	3068.7	2684.8	1795.1	1448.5	1657.2
C.I. (Kg)	1461.0	1476.0	1204.0	3581.0	2019.0	2242.0	910.0	936.0	1630.0
S.D.	455.38	482.44	350.63	1003.35	672.86	737.52	265.72	301.80	585.10

図-12 精子実収量の播種期別変化



6. 栽培管理の難易

緑肥作物は、直接の換金作物ではないため栽培することでコストの上昇を招き入れる懸念を持つ農家が少なくない。このことは実際農家から良く聞かれることであり緑肥作物を導入した地力維持・増進を普及するに当たりひとつのマイナス要因になっている。草種の地面被覆までに要する雑草防除をはじめとした栽培管理コストの軽減がひとつのクリア条件として大きい。

今回の調査では、草種の生育と雑草繁茂の競合から栽培管理における難易程度を圃場観察で実施した。

尚、Milheto は、病害発生のためサヤ成熟期及び子実収穫期における栽培管理の難易判定は困難であった。

表-7 草種の生育期別栽培管理の難易程度

草 種 名	観 察 調 査 期			
	初期生育	開 花 期	サヤ成熟期	子実収穫期
<i>Crotalaria juncea</i>	やや難	易	やや易	やや易
<i>Mucuna ceniza</i>	易	易	易	やや難
Guandu	やや難	易	易	易
Milheto	やや易	易	—	—

7. 諸 障 害

1) 病 害

病害によって草種が被る茎葉の被害が著しい場合は、被覆目的の導入効果に大きく影響することは言うまでもない。

当地で発生する病気は、主にイネ科草種に多くマメ科草種は一般に少ない。

イネ科草種に最も多く発生する病気はサビ病で、多発年によっては発病が早期の場合、開花期前後で枯死することがある。

供試した Milheto は、開花期後に発生したサビ病のため、殆どの播種期で個体の枯死を招いたことは前述した通りである。

罹病程度は、7月播種以後から3月播種期間の開花期以後は、全面的に個体が枯死する極めて甚大な被害をこうむり、そのため出穂した殆どが不稔穂となった。

Crotalaria Juncea は、従来栽培開始後2～3年目の主に生育中期に発生するフサリュウム病のため、個体の枯死を招き大きな被害を及ぼしてきた経緯にある。

しかし、フサリュウム病に高度抵抗性を有する品種が1996年に導入・栽培されるようになってからはその発生が激減している。

今回供試した草種は、フサリュウム病抵抗性品種を用いたため前述の問題は起こらずまた、他の病害についてもほぼ発病が認められなかった。

その他の供試草種については、特に問題となる病気の発生はなかった。

2) 虫 害

それぞれの草種に発生が認められた害虫は次表の通りである。

表-8 草種に発生した主な害虫と被害程度

草 種 名	害 虫 名	食害部	被害程度	主な被害時期
Crotalaria Juncea	Utetheisa ornatix	葉	微	7月、8月
	Piezodorus guildinii	莢	極微	7月、8月
Mucuna Ceniza	Pseudopiusia includens、	葉	微	10月～1月
	Ceratomya balteata	葉	微	10月～1月
Guandu	Sternechus sp.	茎	少	10月～1月
	Piezodorus guildinii	莢	微	11月～2月

発生した害虫による損失程度は小さく概して大きな被害を及ぼすものではなかったが、Guanduに発生した茎食害虫による個体枯れが散見され弱干栽培密度を損じた。

3) その他の障害

その他の障害としては、特に観察されたことはなかったが、ただ Crotalaria Junceaに挫折型の倒伏が若干発生した。これは、茎が太くなるにつれその傾向が強くなり地上部重と根系強度のバランスの欠如によるものと考えられた。

Crotalaria Juncea の場合、茎が太くなる傾向にある8月から12月の播種において、個体に柔軟性を持たせた茎細にするやや密植の栽培が有利と思われる。

第V章：総合考察

1. 主な生育特性の特徴と草種の導入適応範囲

当地の気象は、季節で区分する冬期と夏期の両方で極めて異なる条件を示す。冬期の特徴としては、言うまでもなく一般にやや低温で少雨の乾燥傾向にあり、夏期の場合は、その反対に多雨で高温多湿にあると言える。

近年では、前述の一般的特徴と若干異なる乾燥傾向がやや強まった気象の様相を呈している。

このような中で、地力の維持・増進を目指した付加作物としての緑肥栽培は、それぞれの草種が有する季節的特性を十分に考慮した栽培に勤めることが要求されてくる。

またこれには、緑肥作物の栽培目的を何に設定し何の効果を生み出すかが他方のポイントとして付随しなければならない。草種の被覆効果は、被覆を利用する期間の長短範囲により導入草種が決定される。

しかし、茎葉の開花期処理における被覆では、草種の播種期により処理量に大差を生じるので被覆期間と処理量のポイントになる。

Crotalaria Juncea及び Guanduは、相対的に生育期を夏期に合わせた播種で開花まで日数が最も延長し、茎葉乾物量が增大する傾向で夏期の被覆には好都合である。

しかし、1月から5月までの播種は、開花まで日数がそれぞれ約1ヶ月半と3ヶ月以内で最大時に比べ何れも約50%前後の短縮率で茎葉生産量並びに乾物率に極めて劣る効率性の低下にある。

これらの二草種は、気象感応に敏感な草種と考えられ導入に当たっての時期的な利用の範囲は必然的に絞られてくる。

また、Milhetoについては、開花まで日数の長短傾向が前述草種と同様な推移にあるが、乾物率は同期間播種でむしろ低下する逆の傾向にある。

しかし乾物率の推移は、全播種ステージを通じ上下の変化が小さくよって、茎葉による被覆を目的とした導入の場合は、乾物量の推移で捉えるのが妥当と判断する。

尚、開花まで日数並びにサヤ成熟まで日数は、4月の初回播種から3月の終回播種まで継続した減少の推移を示し、気象の変化に対する鈍感性が伺われた。

しかし、茎葉生産量は、9月から12月の播種が他の播種期を超越しており開花及びサヤ成熟まで日数等に対し矛盾すると思われる特性を示している。

これについては、乾物率の推移から含有水分の固体占有率が影響していると思われ前述同様に気象条件にさほど感応しているものではないと考える。

供試草種中、最も開花まで日数を要した *Mucuna Cenizal* は、初回播種から12月播種までの茎葉生産量推移に大きな変化はなく、また、乾物量及び乾物率とも同様な傾向にあった。

よって *Mucuna Ceniza* は、適応播種期巾が極めて広く導入・利用し易い草種と考える。

尚、栽植水準別の生育特性については、何れの草種とも処理間に大差がなくほぼ同様な傾向で推移しているため、一括した傾向で捉えた評価で記述した。

図-14 草種の長短期別茎葉利用における適応播種期許容範囲

[illegible]

図-15 栽植水準別の地面被覆利用における適応播種許容範囲

[illegible]

一方、今後に考えられる緑肥作物を組み入れた輪作・輪換としては、

- ①地力の維持・増進と合わせ圃場の被覆延長による雑草抑制を考慮した体系（除草剤軽減）
- ②根系の発達に期待できる草種を導入した不耕起栽培圃場の土壌改善を目的とした体系（土壌物理性改善）
- ③晩生草種を栽培し地面被覆による特定雑草の防除を目的とした体系（特定雑草対策）
- ④冬期の緑肥栽培に家畜を放牧するとともに放牧後の種子生産を画策し、夏期大豆栽培と組み合わせた畑作と畜産の体系プラス自家種子生産におけるマルチ経営モデル（有畜複合経営多角化）
- ⑤畑作と畜産の輪換間にマメ科草種を導入する雑草抑制を目的とした有畜複合経営における薬剤軽減モデル（生産経費削減）
- ⑥冬作緑肥栽培による圃場被覆の雑草防除（夏作播種前の被覆処理）における焼き畑農業脱却モデル（小農対策）

等のことが当面の一考として取り上げられる。

図-17 今後に見込まれる緑肥作物を組み入れた輪作・輪換体系方法

区分	栽培作物	期											
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
①	通常作物												
	緑肥作物												
②	通常作物												
	緑肥作物												
③	通常作物												
	緑肥作物												
④	放牧草地												
	緑肥作物												
⑤	通常作物												
	緑肥作物												
⑥	通常作物												
	緑肥作物												

表-10 供試草種の開花期養分組成

草種名	採取期	部位	M.O. (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Fe (%)	Mn (%)	Zn (%)
Crotalaria juncea	03/07/1997	葉	90.20	4.17	0.33	1.06	2.00	0.52	0.02	144.74	56.25	22.96
		花	92.80	4.03	0.46	1.41	0.51	0.39	0.03	223.68	35.00	40.41
		茎	96.00	1.13	0.13	0.79	0.32	0.23	0.02	39.47	18.75	5.69
Mucuna ceniza	25/07/1997	葉	88.60	4.07	0.29	1.18	3.37	0.47	0.03	254.19	126.39	15.72
		花	89.18	4.59	0.27	1.77	1.57	0.41	0.00	134.30	80.60	21.70
		茎	92.00	1.75	0.27	3.84	0.68	0.43	0.05	225.99	92.29	33.69
Guandu	14/08/1997	葉	90.20	4.42	0.43	2.36	1.88	0.32	0.03	266.59	69.99	22.93
		花	90.30	3.01	0.57	2.32	3.23	0.36	0.00	134.70	191.08	86.93
		茎	88.80	1.98	0.43	3.90	1.19	0.24	0.08	452.36	41.12	26.90
Milheto	17/07/1997	葉	84.20	3.49	0.49	0.73	1.24	0.37	0.07	257.75	101.88	18.19
		花	94.60	2.73	0.36	0.20	0.23	0.14	0.04	78.19	116.59	26.36
		茎	87.60	2.11	0.44	0.74	1.23	0.37	0.02	153.59	63.76	23.64

注) ① M.O.、N、P、K、Ca、Mg、Na … 乾物量に対するパーセンテージ
 ② Fe、Mn、Zn … 乾物量に対するppm

第Ⅵ章：成果の公表・普及

1. 成果の公表

全般的な成果は、日西両語で作成した資料を日系農家をはじめ、州内外の試験研究機関並びに農業生産者団体に公表し、緑肥作物の周年特性における草種導入法の一助になるようデーターの広範囲浸透を図りたい。

冒頭でも述べた通り、州内の一部機関では既に緑肥作物の研究に取り組んでいるものの、未だ十分な地力維持・増進のための緑肥作物の導入効果を望める対策が打ち出されていない。

また、国内の一部機関では極最近からの認識と研究の現況下で、草種の基礎的なデーターに事欠いている状況にある。

尚、国内公表に当たっては、必要部分の抜粋で構成した国内向け資料を作成し公表する。

2. 成果の普及

実施した技術開発研究は、中大規模機械化営農畑の地力維持・増進を念頭においたもので、即応的な普及は当面の間、日系農家又は一部のボ国人農家が対象になる。

ボ国人小農においては、緑肥作物の認識に未だ遠く志向性に至っては皆無の現状で直接な普及・指導が困難な状況にある。

また、技術の普及環境にない地域又は農家への普及・指導は、得てして農家の混乱を招く危険性が高く技術普及以前の啓蒙から開始する展開の必要にある。

そのため、日系移住地農家の実践から移住地外ボ国人農家へ波及する順次の効果が望ましいスムーズな姿と考える。

現在日系農家から、種子を増殖してみたが不良種子が多く混入し芳しくなかったなどの意見が良く聞かれる。目的に合った草種の選定と栽培方法、効果的な採種などについて今回の調査データーを基に、農家のニーズに合った資料を提供し地力維持・増進の普及を図る計画である。

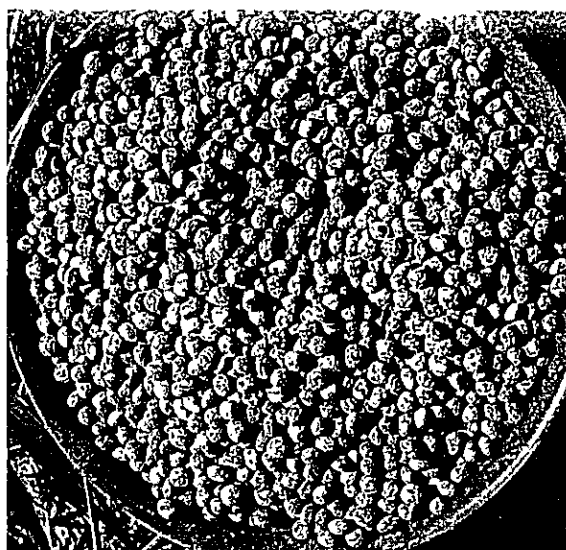
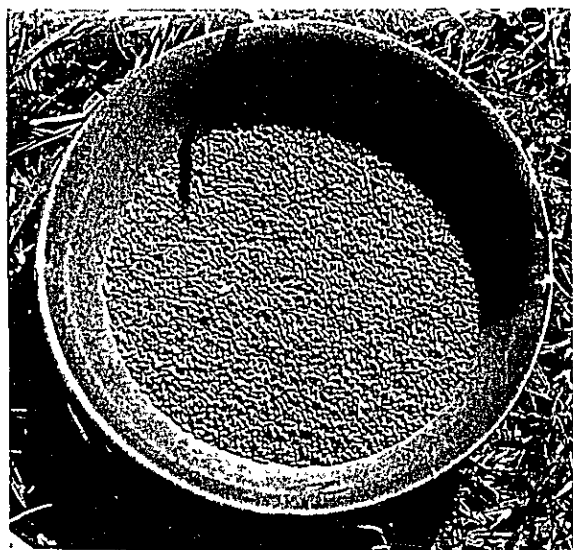
調査データーは、年間を通じた地面被覆、通常作物との組み合わせ、茎葉利用、採種、種子の機械収穫などそれぞれの適応期設定に役立つ。

これらは何れも緑肥作物を導入した地力維持・増進にかかせない最も農家に合致した資料と考える。

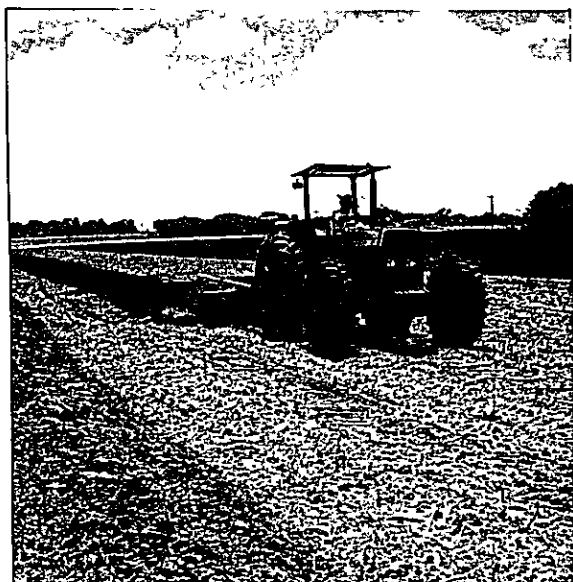
尚、今回の調査データーは、年次変動が大きい気象条件に対する単年の成果として考慮した普及・指導の必要性にある。

第Ⅶ章：資料写真集

〈試験作業・調査〉	
圃場整地	34
区画	34
間引き	35
草丈調査	36
開花期刈り取り調査	36
茎葉の乾燥	36
子実粒調査	37
〈草種の播種後40日目の生育状況〉	
Crotalaria Juncea	38
Mucuna Ceniza	39
Guandu IPCL-270	40
Milheto	41
〈草種の開花期〉	
Crotalaria Juncea	42
Mucuna Ceniza	43
Guandu IPCL-270	44
〈草種の莢成熟期〉	
Crotalaria Juncea	45
Mucuna Ceniza	45
Guandu ICPL-270	45
〈病 害〉	
Milheto	46、47
〈英個体間の成熟早晚差〉	
Crotalaria Juncea	48
〈緑肥作物の導入〉	
雑草抑制	49
イネ科草種の圃場被覆	50
Milhetoの場合	
マメ科草種の圃場被覆	51
Crotalaria Junceaの場合	
畑作・畜産輪換営農体系に一例	52、53
種子の機械収穫	54
Crotalaria Juncea	
〈普 及〉	
実施試験の一般公開	55



〔播種前の粉衣種子〕



〔圃場の整地と試験圃の区画〕



〔播 種〕



〔発芽後の試験圃状況〕



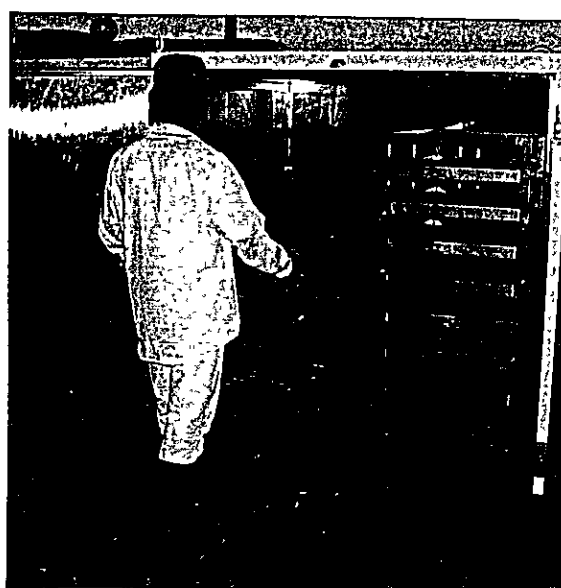
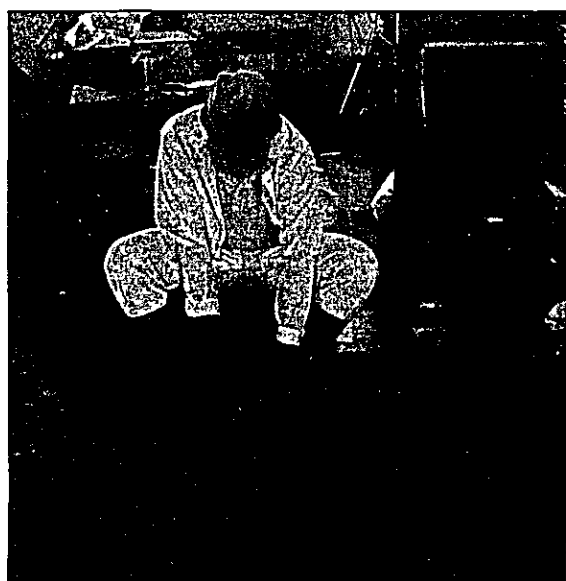
〔間引き作業〕

〔開花期の草丈調査〕

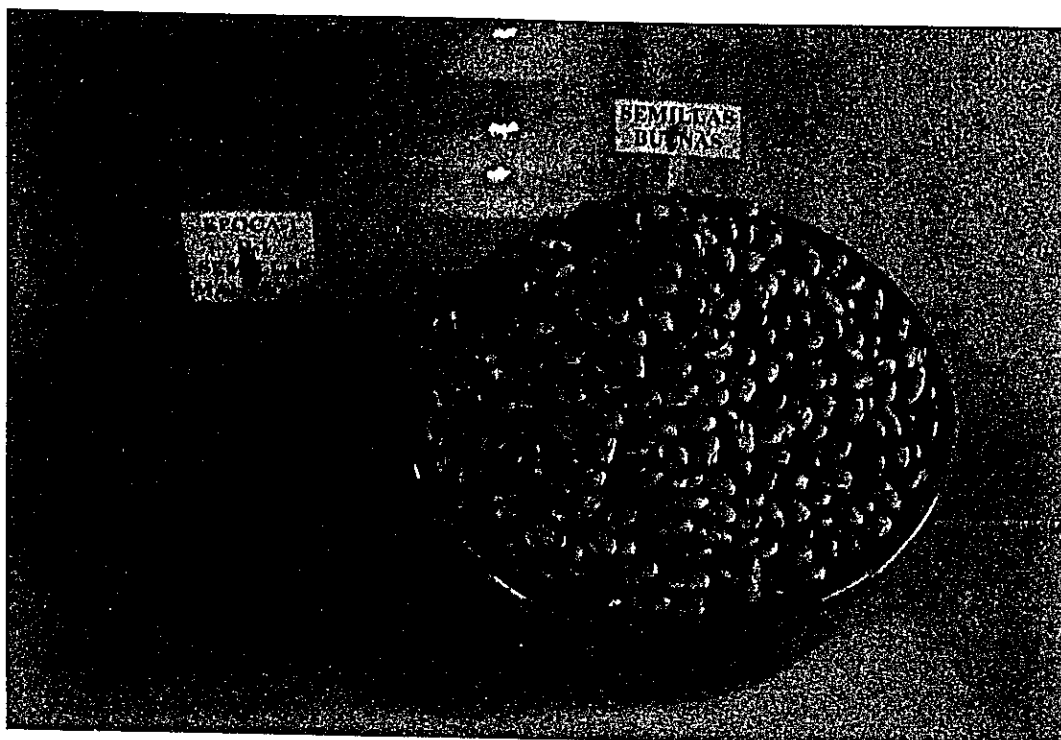


⇐ 〔開花期の刈り取り調査〕

↓ 〔茎葉の乾燥〕

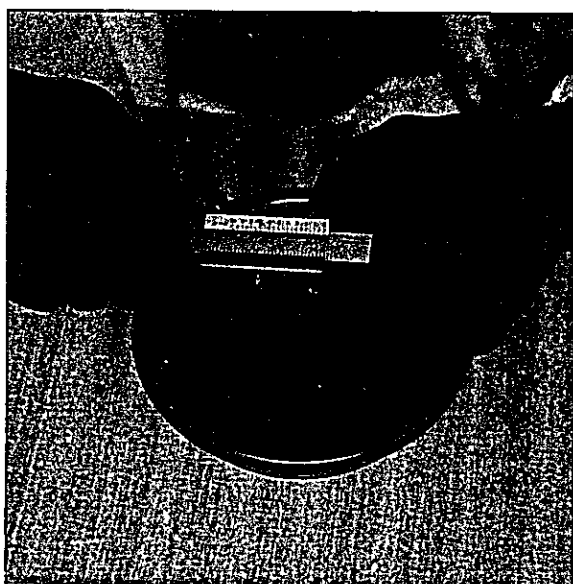


〔子実粒の品質〕

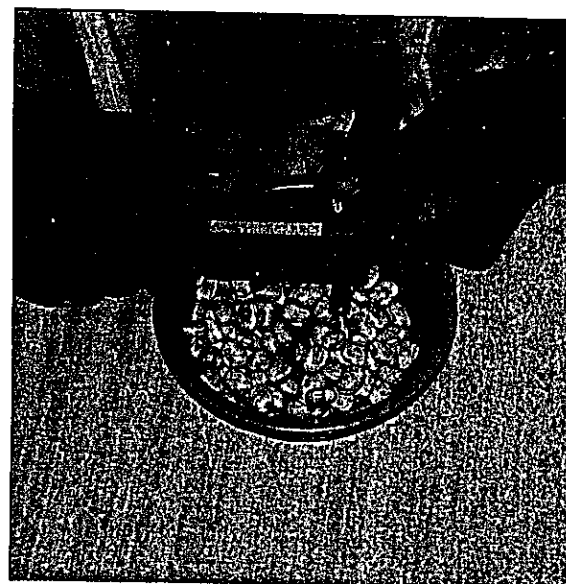


（不良粒）

（健全粒）

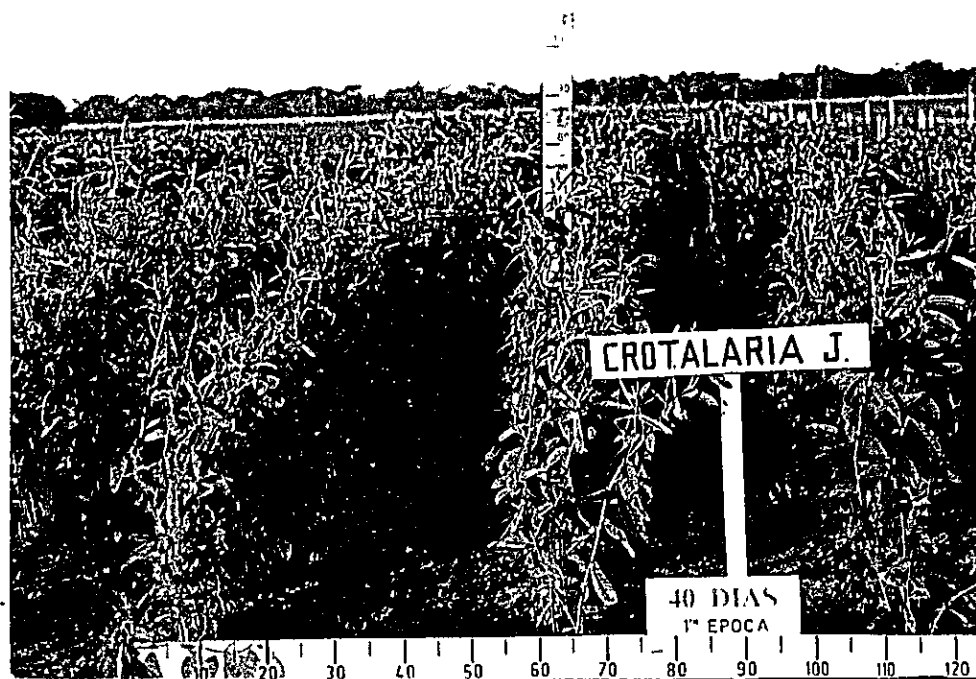


（莢大の調査）

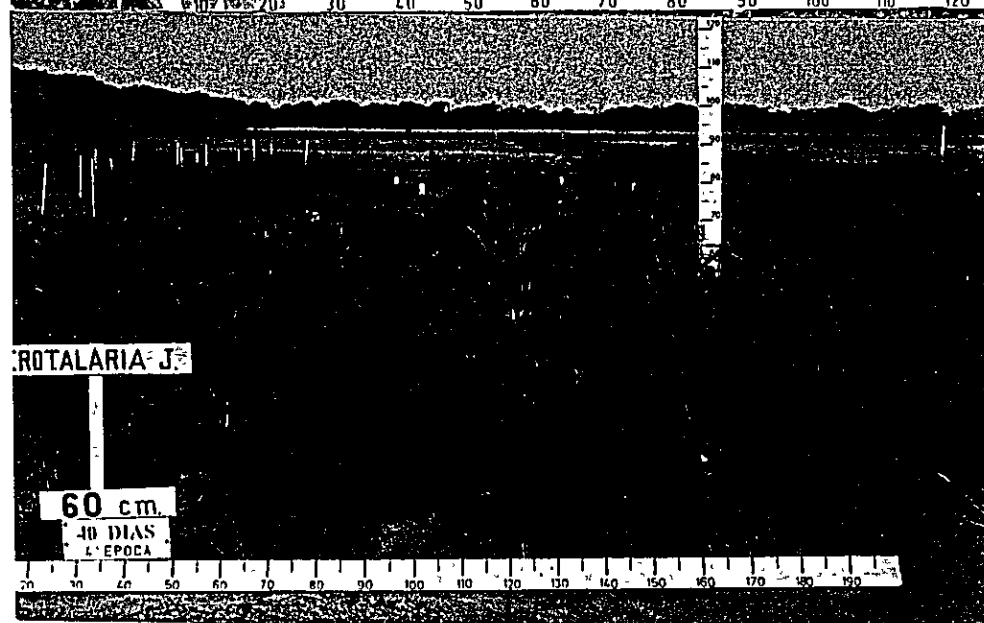


（粒大の調査）

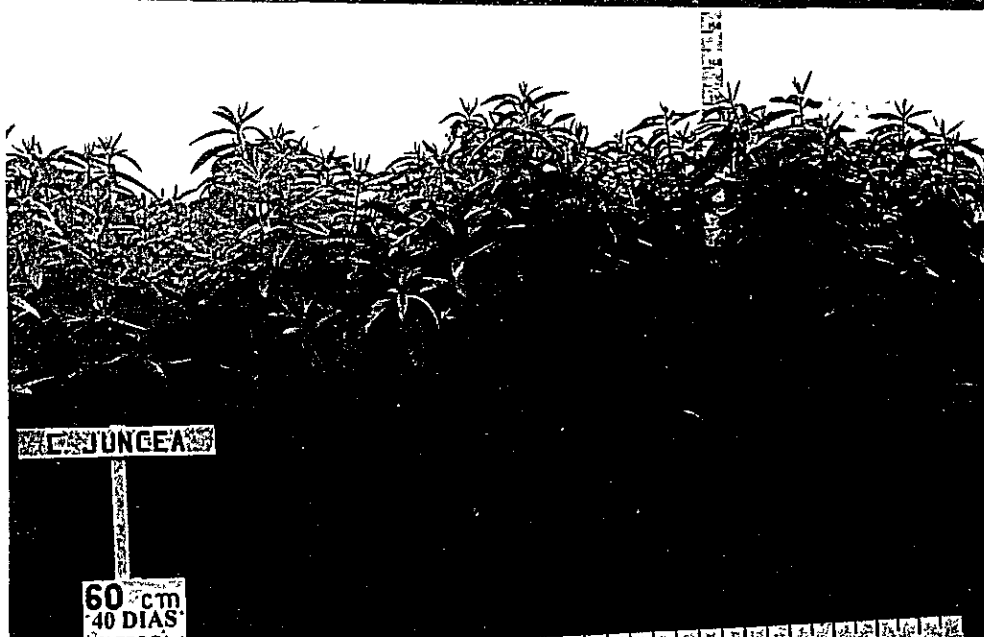
(*Crotalaria Juncea*)



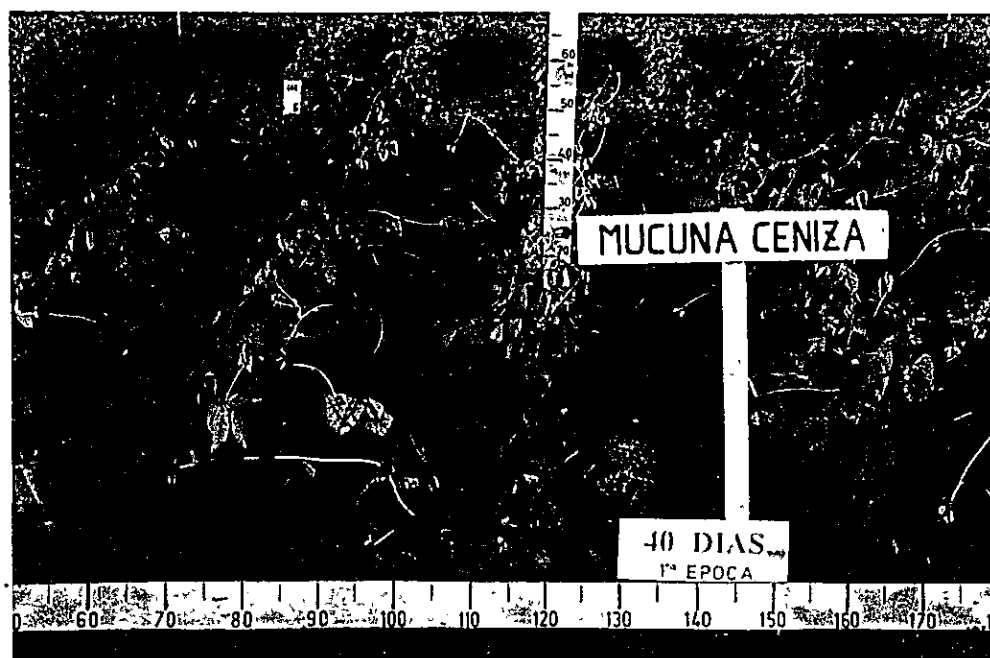
(4月播種)



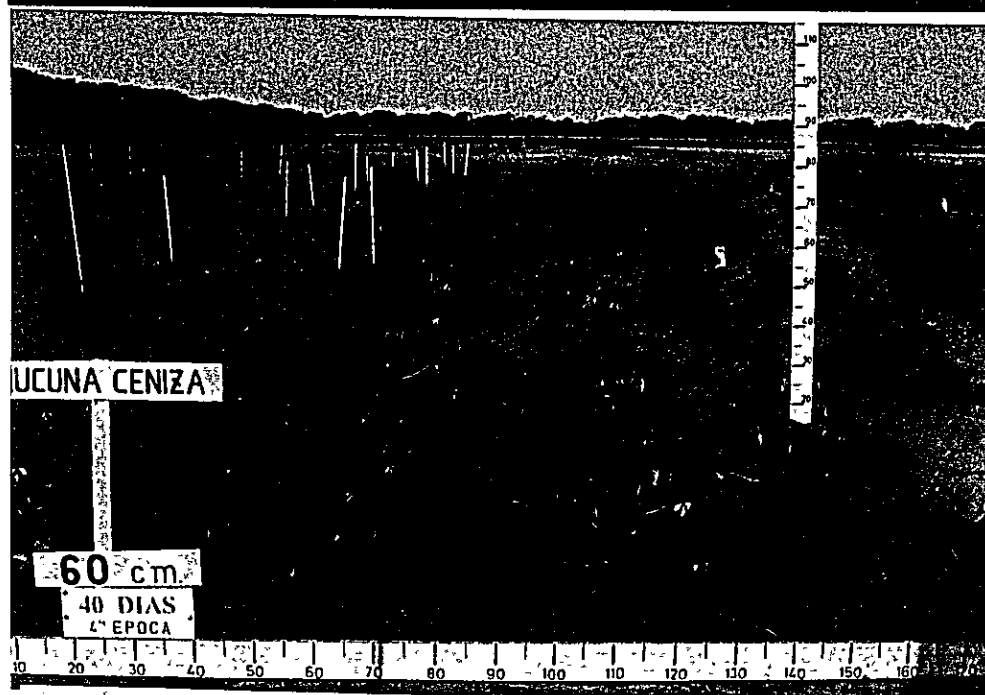
(7月播種)



(11月播種)



(4月播種)



(7月播種)

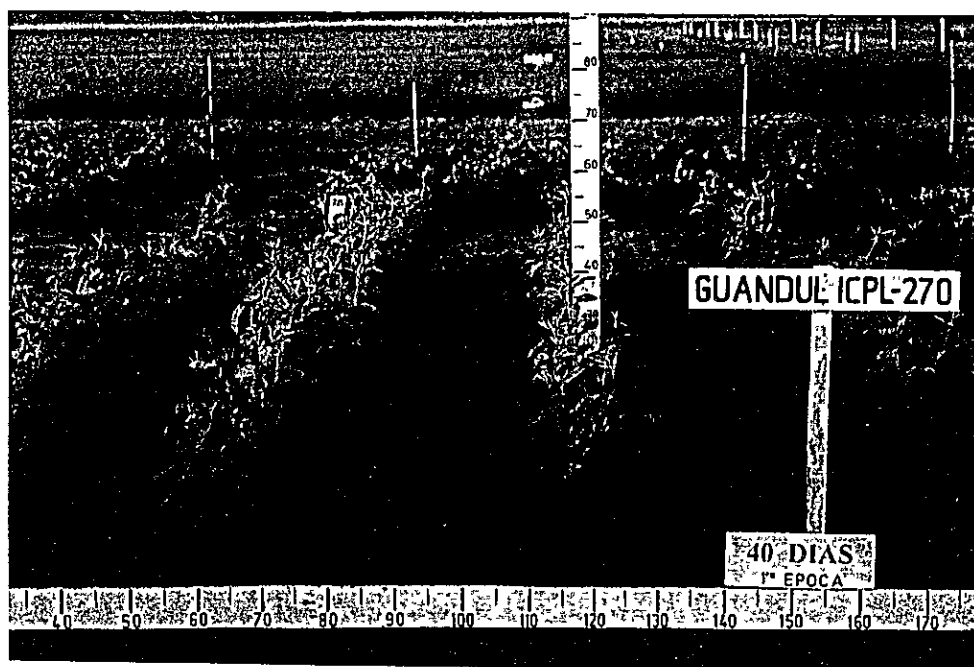


(11月播種)

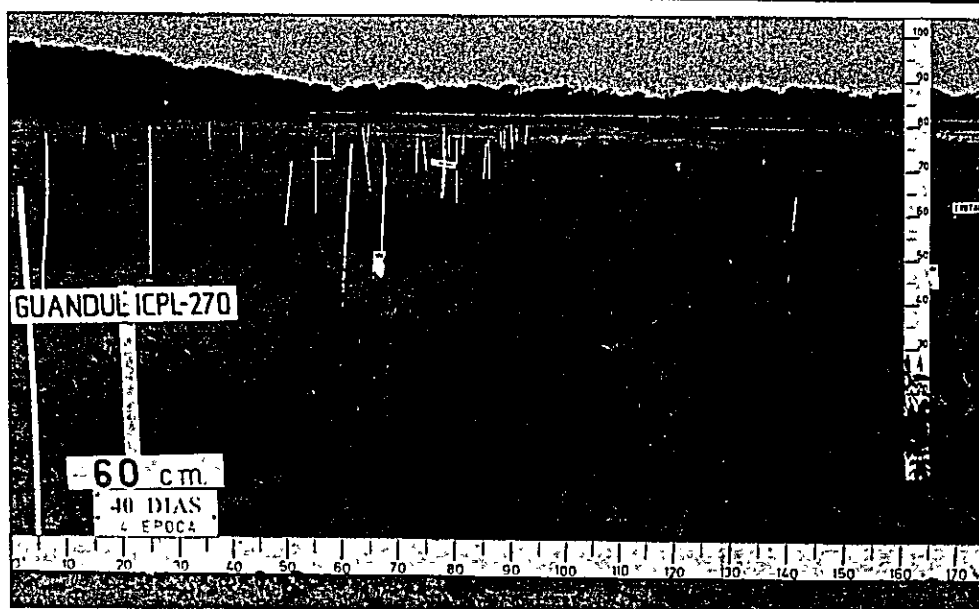
[播種後40日目の生育状況]

(Guandu ICPL-270)

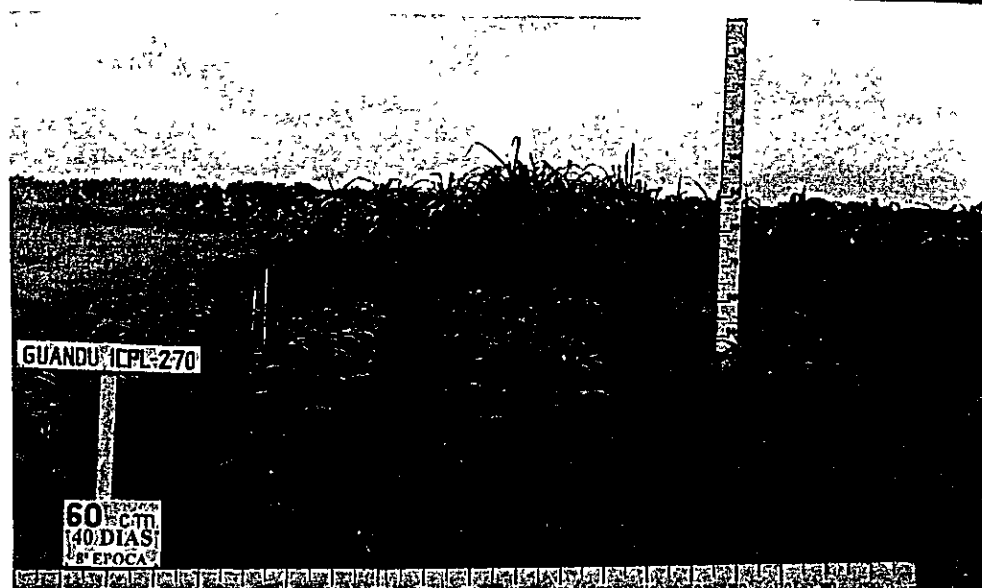
- 40 -



(4月播種)



(7月播種)

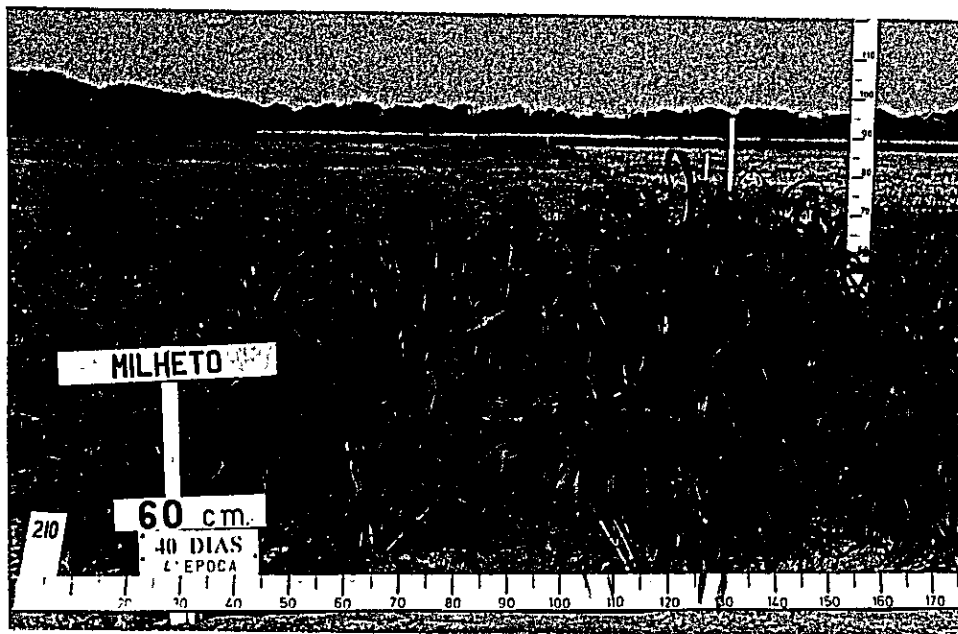


(11月播種)

(Milheto)



(4月播種)

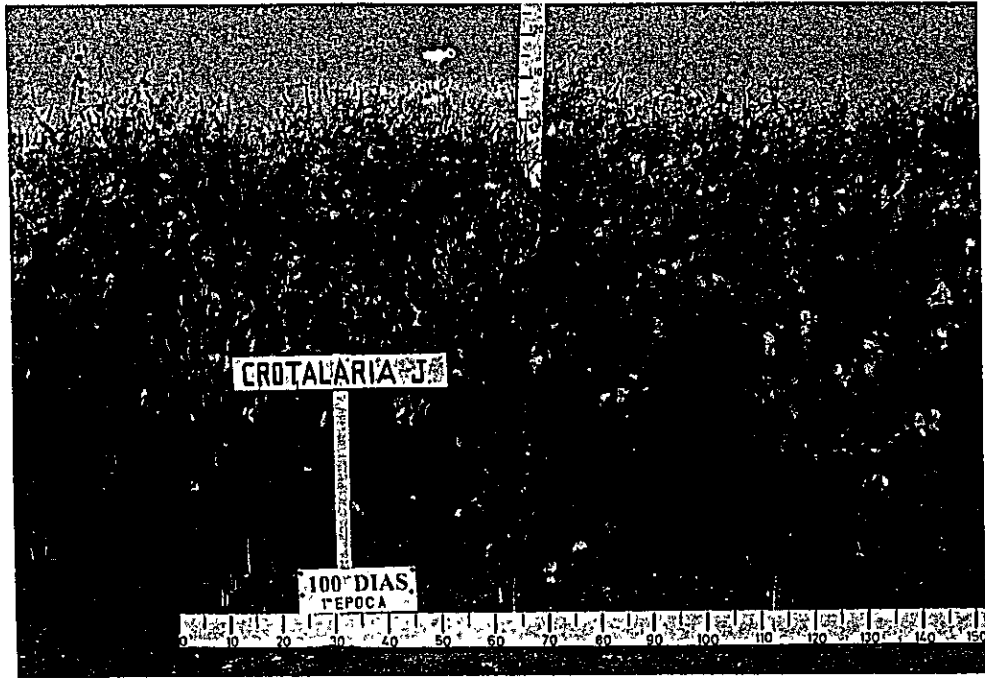


(7月播種)



(11月播種)

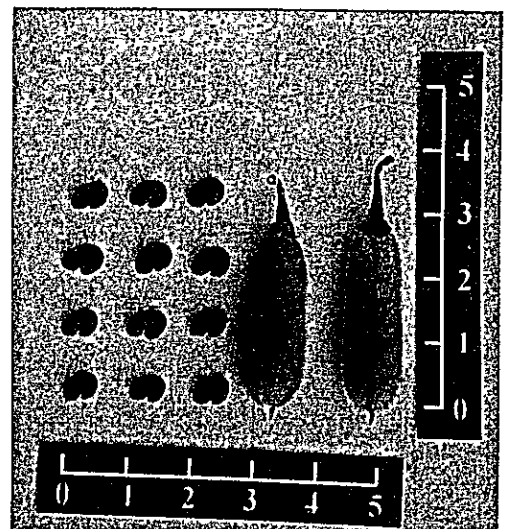
[Crotalaria Juncea]



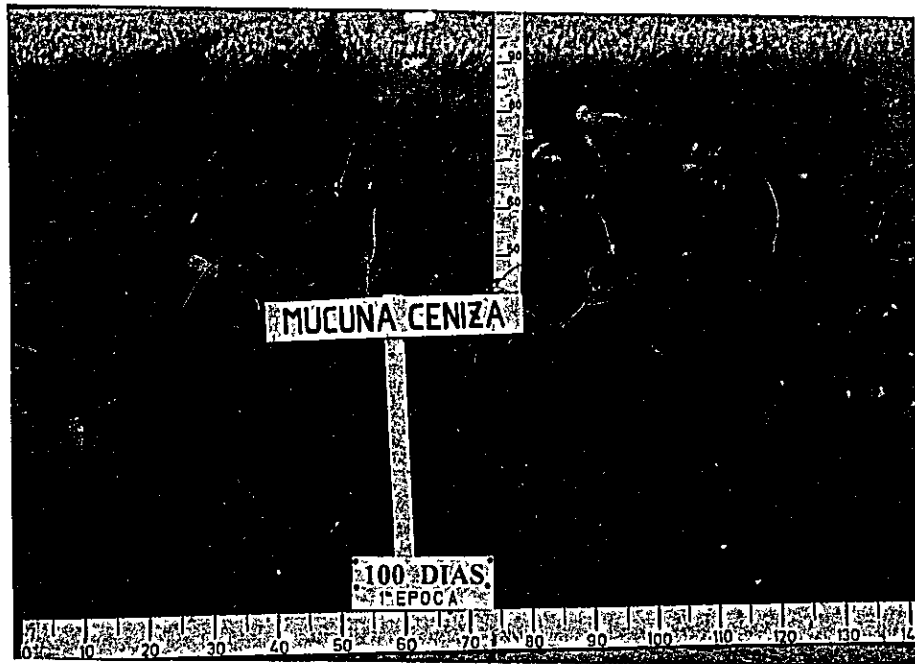
↑ (開花期)

⇐ (花)

↓ (莢と子実粒)



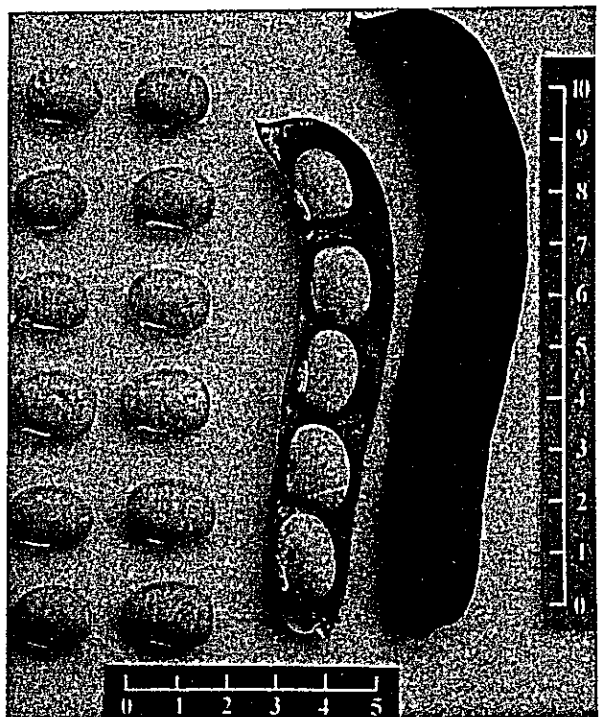
[Mucuna Ceniza]



(開花期)

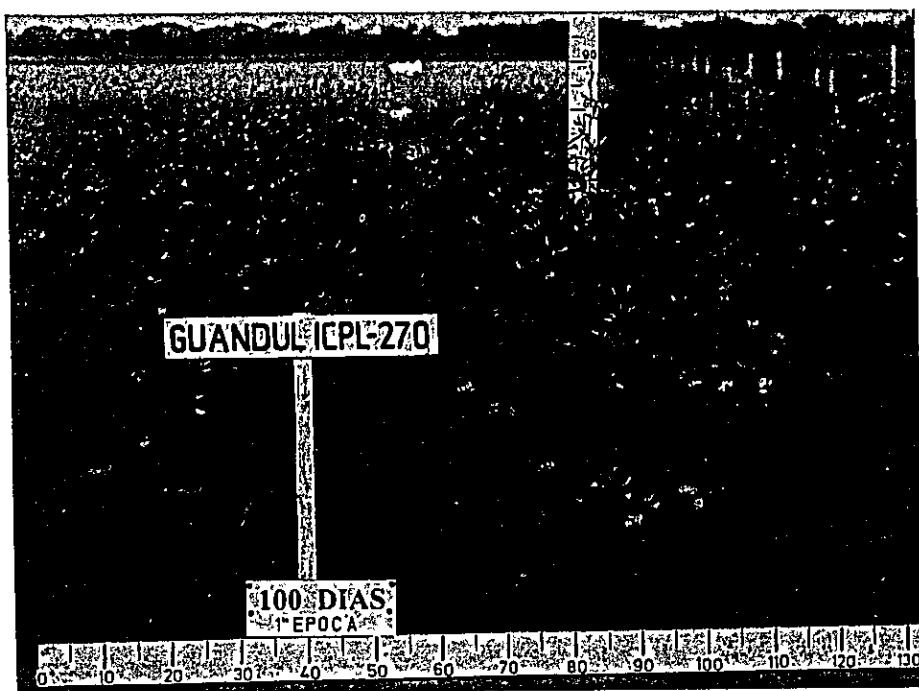


(登熟期)



(莢と子実粒)

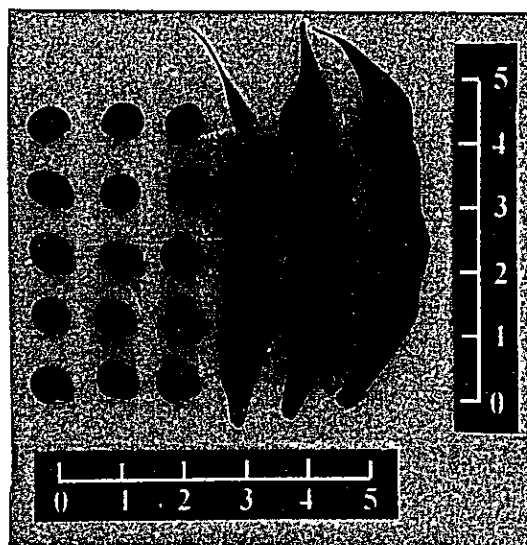
Guandú ICPL-270

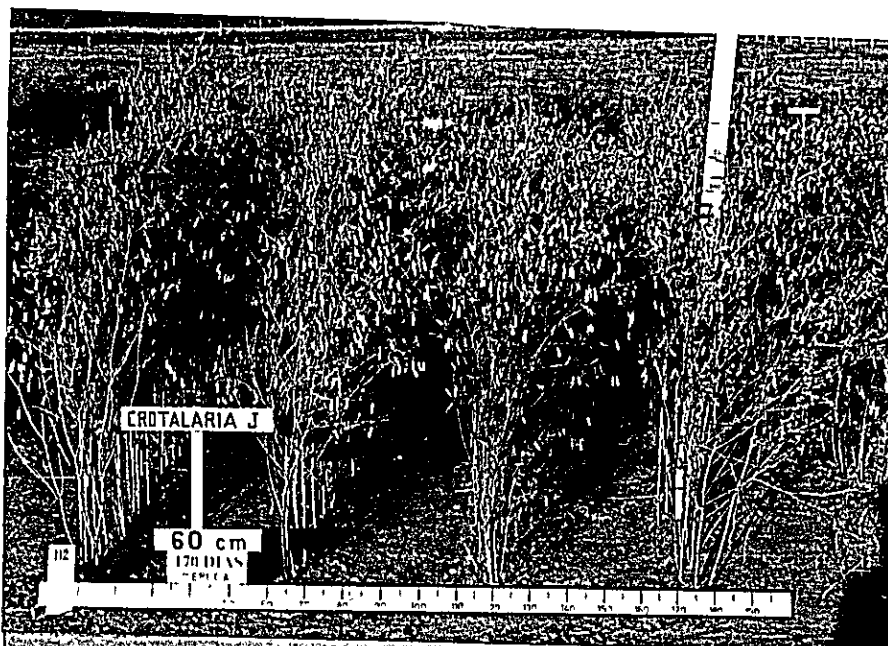


↑ (開花期)

⇐ (花)

↓ (莢と子実粒)





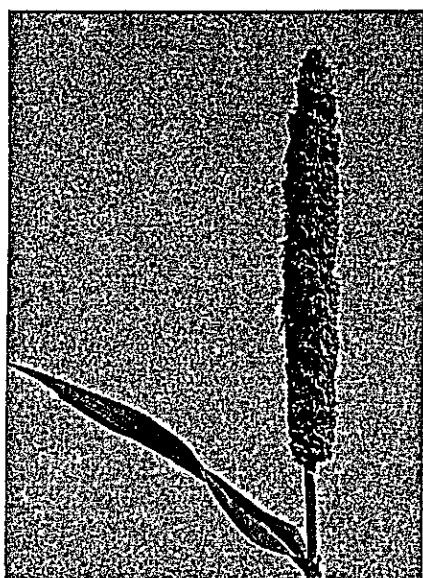
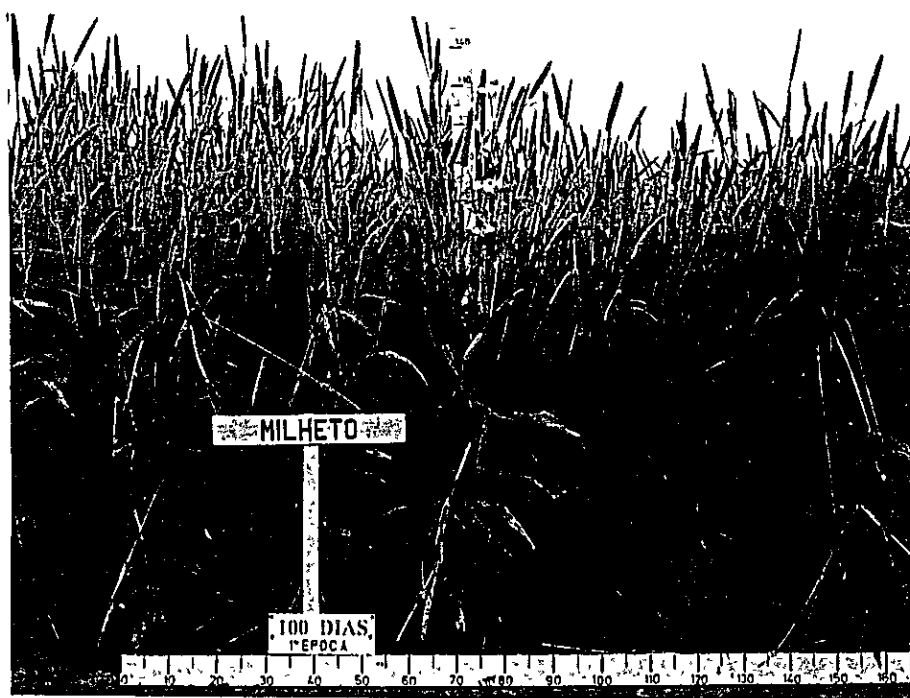
(Crotalaria Juncea)



(Guandu ICPL-270)



(Mucuna Ceniza)



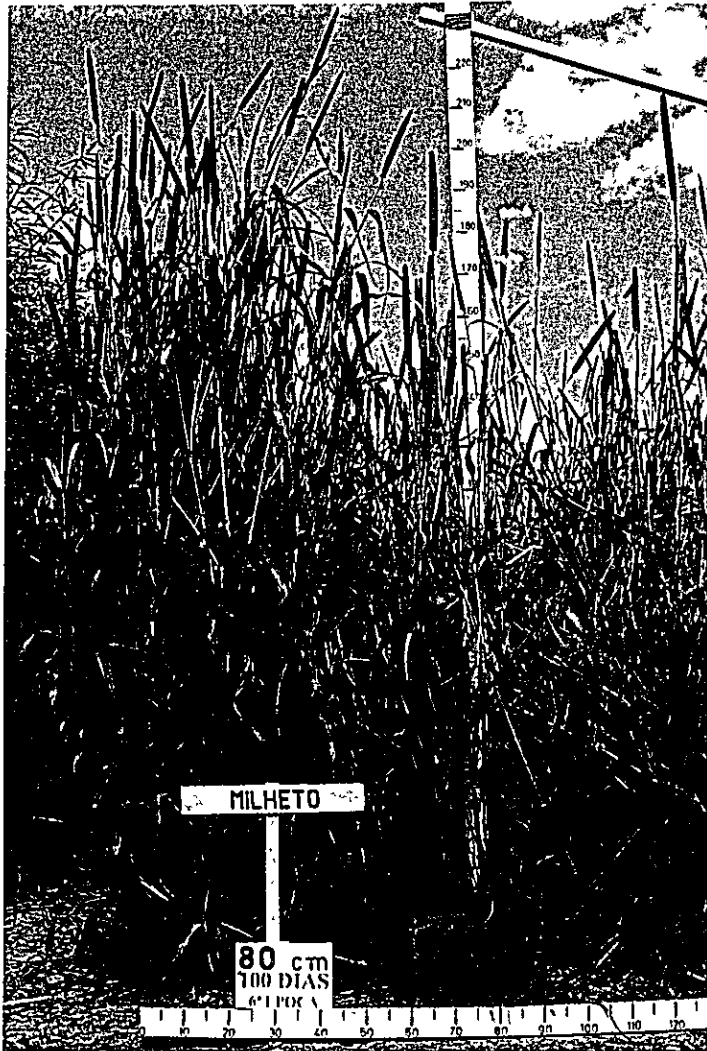
↑ (Milhetoの開花期)

⇔ (開花中の穂)

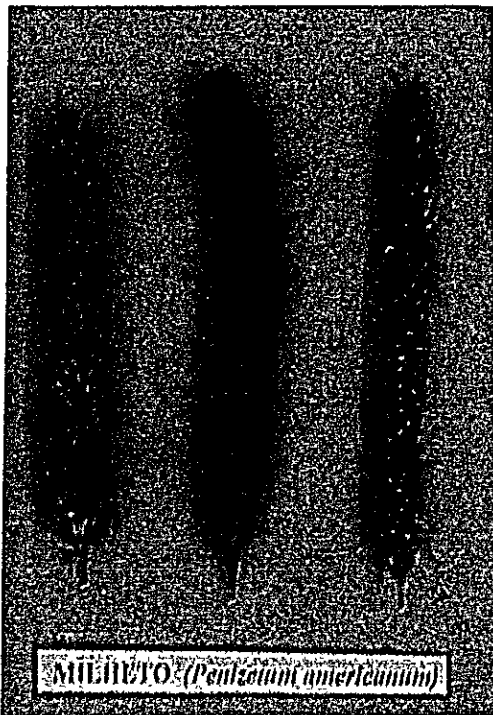
↓ (開花期後のサビ病による枯れ初め)



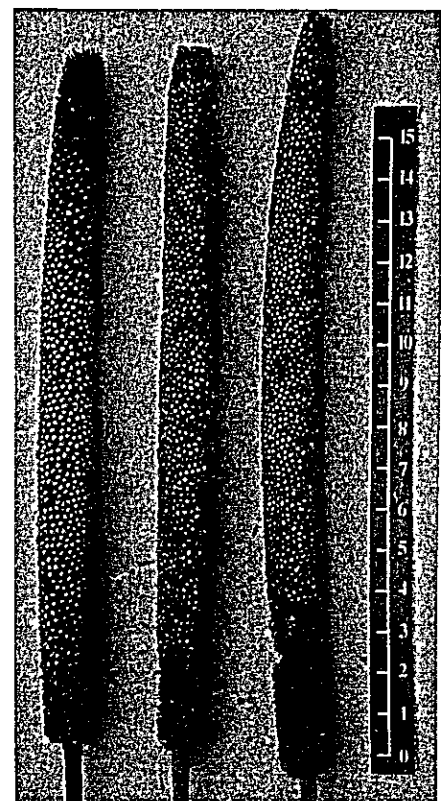
[Milheto]



⇐ (開花期後のサビ病による枯れ上がり)



(サビ病罹病による不稔穂)



(通常の稔実穂)

【莢個体間の成熟差】

(*Crotalaria Juncea*)



〔緑肥作物の圃場被覆による雑草抑制程度〕



(緑肥栽培による雑草抑制)

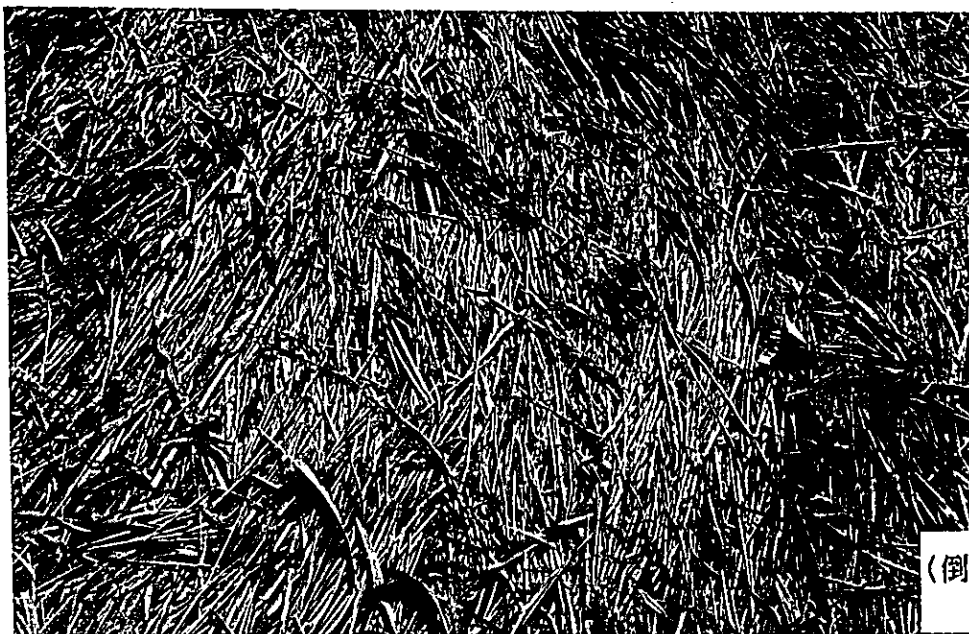


(放置圃場の雑草繁茂状況)

[イネ科の地面被覆処理]



（ロールによる倒伏被覆）

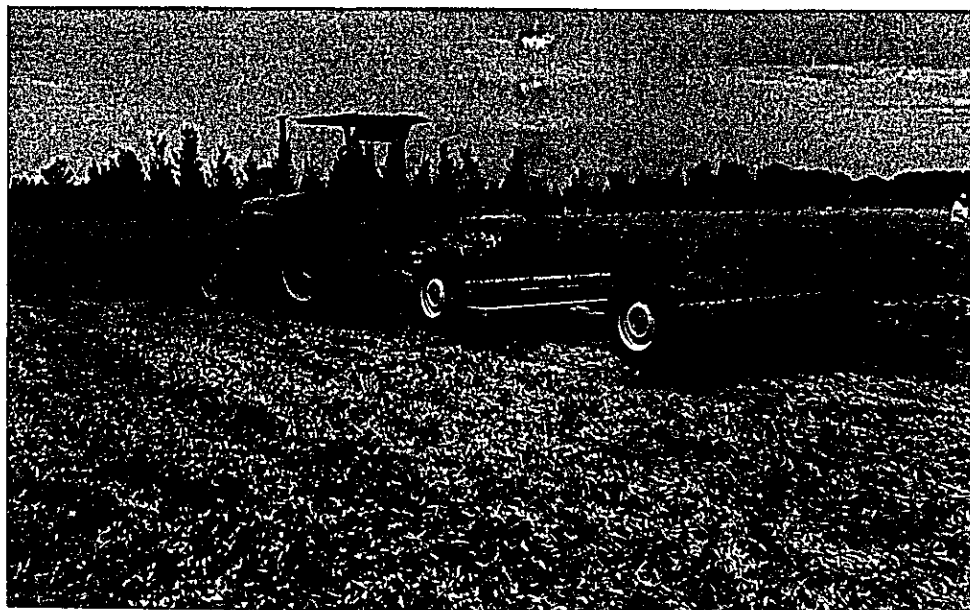


（倒伏処理後の被覆状況）



（次期作播種直前の被覆状況）

〔マメ科草種の地面被覆処理〕



（ロールによる倒伏被覆）
↓



（倒伏処理後の被覆状況）
↓

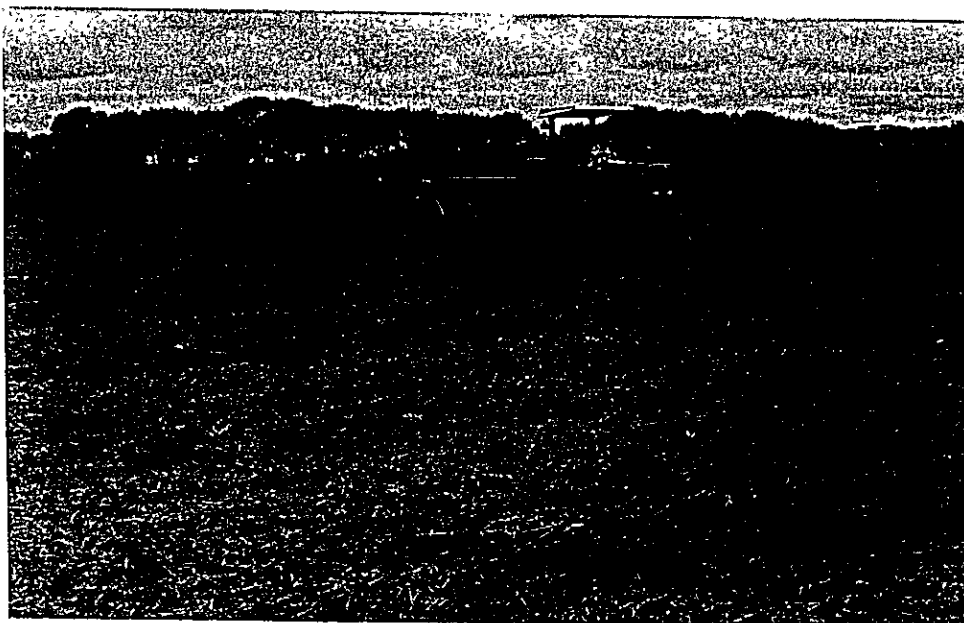


（小麦の不耕起播種）

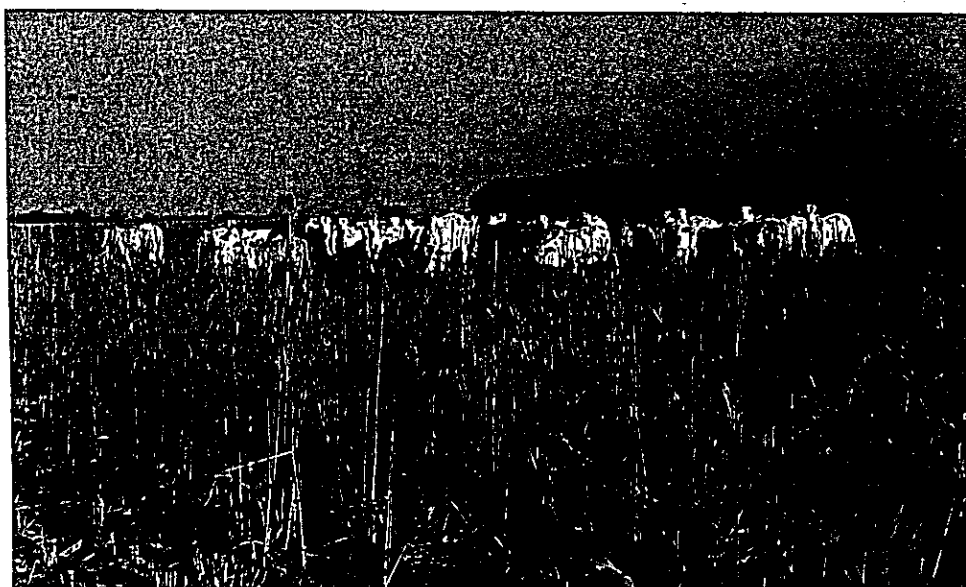
[畑作・畜産輪換営農体系の一例]



(夏期大豆の収穫)

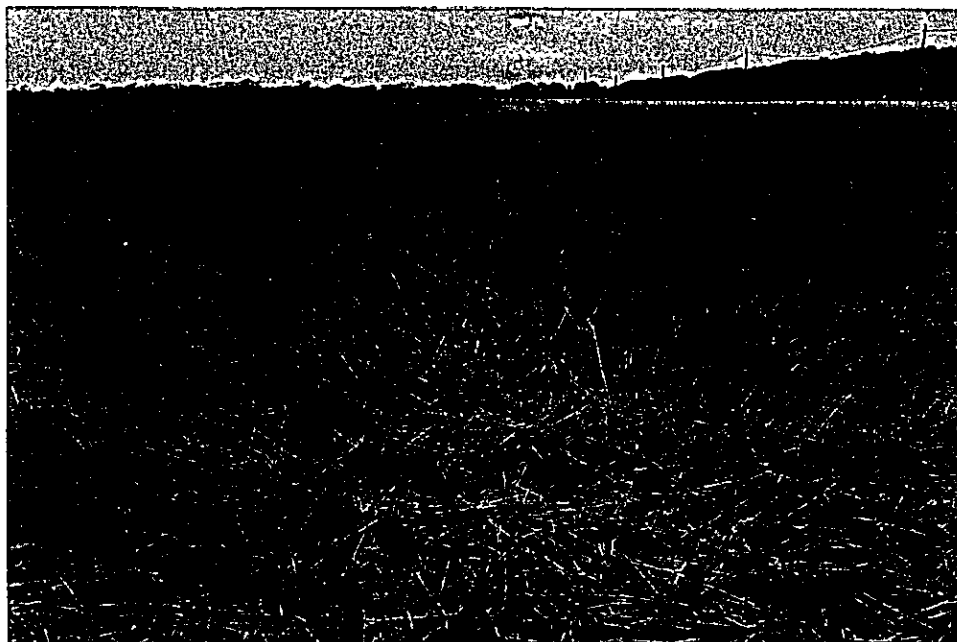


(飼料作物の不耕起播種)



(冬期の家畜放牧)





(放牧終了直後の圃場)



(夏期大豆の不耕起播種)



(大豆の初期生育状況)

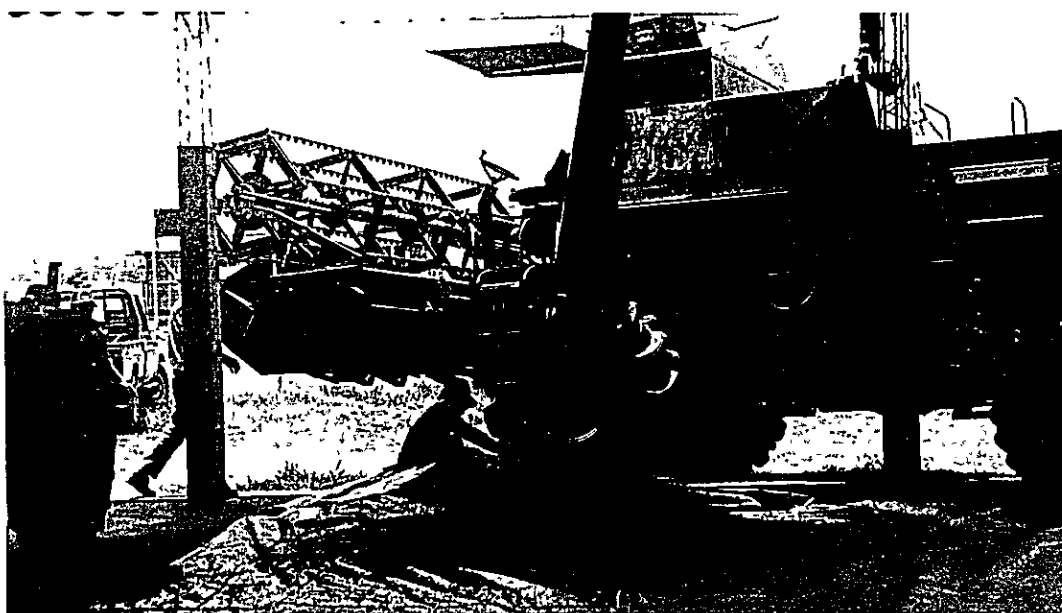
[*Crotalaria Juncea*]



(収穫前の落葉剤散布)



(種子の機械収穫)



(種子の機械搬出)

〔実施試験の一般公開〕



（緑肥草種の生育・特性説明）



（畑作・畜産輪換試験の紹介）

