

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônomico do Estado de São Paulo

Vol. 19

Campinas, novembro de 1960

N.º 57

ADUBAÇÃO DO MILHO

XIV — ENSAIOS COM MUCUNA INTERCALADA E ADUBOS MINERAIS (*)

G. P. VIÉGAS, *engenheiro-agrônomo, Seção de Cereais*, E. S. FREIRE, *engenheiro-agrônomo(**)*, e C. G. FRAGA JR., *engenheiro-agrônomo, Seção de Técnica Experimental, Instituto Agrônomico*

RESUMO

No presente artigo são relatados os resultados obtidos em seis ensaios realizados entre 1944 e 1955 no Estado de São Paulo, com o fim de estudar o efeito fertilizante da mucuna preta (*Sisymbrium* sp.) intercalada na cultura do milho. Os tratamentos comparados foram: sem adubo; calcário; fósforo e potássio; calcário, fósforo e potássio; mucuna; calcário e mucuna; fósforo, potássio e mucuna; calcário, fósforo, potássio e mucuna. Esta foi semeada entre as linhas do milho, após o início do florescimento deste, sendo incorporada ao solo, de mistura com a palhaça do cereal, algumas semanas depois da colheita das espigas.

A adubação com fósforo mais potássio aumentou significativamente a produção do milho em quatro localidades. Em regra a presença do calcário não modificou o efeito dessa adubação, mas a da mucuna o tornou mais pronunciado. Em média do período que durou cada ensaio o calcário praticamente não aumentou a produção. Notou-se, porém, que nos ensaios mais prolongados seu efeito tendeu a melhorar com o decorrer dos anos.

O efeito da mucuna foi significativo e positivo em Tatuí, Capão Bonito e Pindorama, mas foi nulo em Limeira e ligeiramente negativo em Engenheiro Hermilo. Em Pindamonhangaba, cujo ensaio só durou um ano, ela não poderia ter efeito fertilizante. No

(*) Na execução dos presentes ensaios colaboraram os engs. agrs. Airton Rigitano, Carlos Roessing, Clovis Pisa, Domingos Marcondes Corrêa, João Aloisi Sobrinho, Rubens A. Bueno, Walter Lazzarini e Wilson Corrêa Ribas, que na ocasião dirigiam as estações experimentais do Instituto Agrônomico. Os autores agradecem ao Sr. Oswaldo Rocha Miranda, proprietário da Fazenda Santa Albertina, Engenheiro Hermilo, bem como ao eng. agr. C. Vergueiro Pôrto, que na ocasião dirigia a Estação Experimental do Departamento da Produção Animal em Pindamonhangaba, pelas facilidades proporcionadas durante a realização dos ensaios instalados nessas localidades.

Recebido para publicação em 16 de maio de 1960.

(**) Contratado pelo Conselho Nacional de Pesquisas, para colaborar com técnicos do Instituto Agrônomico.

início dos ensaios a resposta à mucuna pouco se modificou com a presença do calcário ou da adubação com fósforo mais potássio; nos últimos anos, porém, ela se tornou mais pronunciada na presença dessa adubação ou daquele corretivo. O modo de aplicação do corretivo e dos adubos parece ter retardado consideravelmente sua influência sobre o efeito da leguminosa. Os resultados obtidos indicam que em regra o efeito da intercalação da mucuna é excelente em solos repetidamente cultivados, mas variável, por vezes muito pequeno, nos que permaneceram incultos por vários anos.

1 — INTRODUÇÃO

Para compensar a notória escassez, em nosso meio, de estêrco e outros adubos orgânicos volumosos, geralmente se recomenda o uso da adubação verde com leguminosas.

Os melhores resultados com essa adubação são obtidos quando a leguminosa é semeada na época apropriada e em área livre de outra cultura. Isso exige, contudo, o preparo de terra especialmente destinada à leguminosa e, no nosso clima, a ocupação dessa terra por um ano agrícola.

Semeando-se a leguminosa na mesma área e ao mesmo tempo que o milho, êste pouco se desenvolve, devido à concorrência que aquela lhe faz. Deixando-se para semeá-la depois que o milharal começa a florescer — o que, no Estado de São Paulo, em regra se verifica em janeiro — ela se desenvolve menos que nos dois primeiros casos. Em compensação, geralmente não faz apreciável concorrência ao milho, porque, quando seu desenvolvimento chega ao ponto de poder fazê-la, já o cereal se acha em plena maturação. Assim, com pequena despesa, que se restringe ao valor das sementes e ao trabalho de plantá-las nas entrelinhas do milharal, consegue-se adicionar ao solo, de mistura com a palhaça do milho, considerável quantidade de matéria orgânica rica de azoto, o que em regra aumenta a produção da cultura imediata, seja esta de milho ou de outra planta, e, possivelmente, contribui para manter ou melhorar a fertilidade da terra.

Mendes (1) estudou, em Piracicaba, a cultura contínua do milho associada ou não à de leguminosas. Durante três anos, em consequência do plantio da mucuna nas entrelinhas do milho, dois meses após a emergência dêste, obteve um aumento de produção superior a 20%.

Entre 1936-37 e 1943-44 foi conduzida, na Estação Experimental Central, Campinas, uma experiência visando determinar a melhor rotação para o algodão, na qual também figurou o milho. A análise dêsse ensaio,

feita por Yates (5), mostrou que, para o algodão, a rotação em que esta cultura seguiu a do milho com mucuna intercalada nas entrelinhas deu o melhor resultado, melhor mesmo do que na rotação com a cultura exclusiva de feijão de porco. Enquanto a produção média foi de 1 040 kg/ha de algodão em caroço na rotação milho-algodão, na com feijão de porco ela passou a 1 130 kg/ha e na com milho associado à mucuna elevou-se para 1 240 kg/ha. Quanto ao milho, sua produção foi maior quando este cereal (em cultura exclusiva) foi precedido pelo feijão de porco, mas na associação milho-mucuna ela foi aproximadamente a mesma que nas rotações com feijão comum ou com algodão, e bem superior (+18%) à da cultura contínua do milho. A intercalação da mucuna ao milho se mostrou, assim, uma excelente associação, porque, tendo constituído a melhor rotação para o algodão, manteve em alto nível a produção do cereal, sem ter-se que ocupar a terra com a cultura exclusiva de uma leguminosa para ser incorporada ao solo.

A partir de 1944-45 foram conduzidos seis ensaios para estudar-se o efeito da intercalação da mucuna na cultura contínua do milho, nos quais se incluíram tratamentos com calcário e adubação mineral com fósforo e potássio. Em artigo anterior (4) já foi estudado o efeito desses tratamentos sobre as propriedades químicas dos solos de três dos ensaios. O objetivo do presente trabalho é relatar os resultados obtidos, em todos eles, na produção do milho.

2 — PLANO EXPERIMENTAL

Nos presentes ensaios foram estudados, em esquema fatorial com quatro repetições, os oito tratamentos seguintes: (1), **pk**, **c**, **pkc**, **m**, **pkm**, **cm** e **pkcm**, nos quais (1) significa sem adubo; **p**, fósforo; **k**, potássio; **c**, calcário; **m**, mucuna intercalada.

Cada canteiro constou de cinco fileiras de 10 m de comprimento, espaçadas de 1 m, sendo aproveitadas somente as três fileiras centrais. Nas fileiras, as covas ficaram espaçadas de 0,20 m e cada uma destas recebeu três sementes, para aí deixar-se, no desbaste, uma planta. A área útil de cada canteiro foi, portanto, de 30 m², recebeu 450 sementes e sempre que possível ficou, após o desbaste, com 150 plantas.

Até 1950-51 o tratamento **pk** constou de 100 kg/ha de P₂O₅ e 70 kg/ha de K₂O, nas formas de Serranofosfato (com 28% de P₂O₅ e 6,8% de K₂O) e cinzas de café (com 6% de P₂O₅ e 15% de K₂O). Em 1951-52 as cinzas

foram substituídas por cloreto de potássio, com 60% de K_2O , ficando o tratamento **pk** com 80 kg/ha de P_2O_5 e 70 kg/ha de K_2O . Finalmente, de 1952-53 em diante se usaram superfosfato (com 20% de P_2O_5) e cloreto de potássio (60% de K_2O), ficando **pk** com 80 kg/ha de P_2O_5 e 50 kg/ha de K_2O .

O tratamento **c** constou sempre de calcário moído tendo 30-31% de CaO , na dose de 500 kg/ha, até 1951-52, e na de 1 000 kg/ha, nos anos seguintes.

Quanto ao tratamento **m**, constou do plantio, entre as fileiras do milho, de uma linha de mucuna preta (*Stizolobium* sp.), distando as covas de 0,40 m e recebendo cada uma delas duas sementes. A mucuna foi semeada após o início da floração do milho, em regra no mês de janeiro. Uma vez colhidas as espigas, passava-se uma grade de discos, para picar os colmos do milho de mistura com as ramas da mucuna. Semanas depois o terreno era arado, e assim permanecia até ser preparado para o plantio seguinte. Nos canteiros sem mucuna a palhaça do milho também era picada e enterrada nas mesmas datas e pela mesma maneira.

O fósforo e o potássio foram sempre aplicados nos sulcos destinados às sementes do milho, na sementeação. Até 1951-52 o calcário também foi aplicado nesses sulcos, com **pk**, mas de 1952-53 em diante foi espalhado a lanço, nas vésperas da sementeação do milho, em toda a área dos respectivos canteiros, sendo em seguida incorporado superficialmente à terra. A mucuna não recebeu, diretamente, qualquer adubação.

Com uma ou outra ligeira modificação, que será mencionada na apreciação dos resultados do ensaio em que ela teve lugar, o plano acima foi executado em Capão Bonito, Pindorama, Tatuí, Limeira, Engenheiro Hermilo e Pindamonhangaba. Nesta última localidade o ensaio só pôde ser executado por um ano, mas nas demais foi repetido por vários anos, sempre nos mesmos canteiros. A não ser em Tatuí, onde houve uma interrupção, as citadas doses de fósforo, potássio e calcário foram aplicadas anualmente, o mesmo acontecendo com a sementeação da mucuna.

3 — RESULTADOS OBTIDOS

3.1 — ENSAIO DE CAPÃO BONITO

3.1.1 — INFORMAÇÕES DIVERSAS

Este ensaio foi instalado na Estação Experimental de Capão Bonito, em solo glacial, barrento, com pH entre 5,5 e 5,7 e tendo uma camada

pouco permeável a cerca de 30 cm de profundidade. Estava, antes, coberto de capoeira. Cortada esta, formou-se denso samambaijal, assim permanecendo até ser preparado para a sementeira do milho.

Iniciado em 1945-46, o ensaio foi repetido até 1954-55. Nos dois primeiros anos a variedade usada foi a Pinhal; nos seguintes, Cristal. Em regra a sementeira foi efetuada na última década de outubro e na primeira ou segunda de novembro; somente em 1952-53 é que foi antecipada para a primeira de outubro. O desbaste foi feito 30-40 dias depois do plantio. Geralmente cerca de 50% das plantas floresceram 80-100 dias após o plantio. A colheita foi efetuada em maio ou junho.

A mucuna foi semeada, em geral, na segunda ou terceira década de janeiro, após o início do florescimento do milho, desenvolvendo-se relativamente bem.

O tempo, em seu conjunto, variou entre sofrível e bom. Somente em 1949-50 é que foi desfavorável, tendo corrido seco em outubro e novembro e excessivamente chuvoso nos meses seguintes.

3.1.2 — "STAND" E PRODUÇÃO

Em média de todos os tratamentos o "stand" inicial variou entre 81 e 99% do "stand" perfeito; o final, a não ser em 1945-46, 1948-49, 1951-52 e 1954-55, quando foi respectivamente de 75, 79, 76 e 45%, oscilou entre 84 e 96%. Não se observaram diferenças apreciáveis entre os tratamentos, salvo em 1954-55, quando nos canteiros que não receberam fósforo e potássio o número de falhas foi muito maior.

Os dados relativos à produção acham-se no quadro 1. Como a mucuna, cujo efeito é o que mais interessa estudar, não poderia ter agido como fertilizante no primeiro ano do ensaio, 1945-46 será deixado de lado nas considerações que se seguem.

A análise estatística foi feita para a produção dos nove anos 1946-47 a 1954-55. Exame preliminar dos resultados permitiu verificar que o efeito do calcário, em média desse período, foi praticamente nulo, fato este posteriormente comprovado pela análise estatística. Por esta razão os tratamentos com e sem calcário foram considerados equivalentes.

A análise dos totais dos nove anos (quadro 2) mostrou que os efeitos **M** e **PK** foram significativos. Em média desse período o aumento provocado pela intercalação da mucuna foi de 283 kg/ha de grãos (26%) e o devido à adubação com fósforo mais potássio elevou-se a 711 kg/ha (81%).

QUADRO 1. — Ensaio de adubação do milho em Capão Bonito. Produções de grãos obtidas com os diversos tratamentos

Tratamentos	1945-46	1946-47	1947-48	1948-49	1949-50	1950-51	1951-52	1952-53	1953-54	1954-55	Médias gerais	Médias de 46-47 a 54-55
(1) -----	1 117	1 304	958	725	708	800	420	383	497	375	729	686
pk -----	1 083	1 958	2 358	1 550	1 553	1 987	1 304	1 117	844	1 300	1 498	1 545
c -----	867	1 046	1 158	1 025	975	900	575	475	663	533	822	817
pke -----	1 083	1 775	2 483	1 433	983	1 450	947	1 067	689	1 167	1 308	1 333
m -----	1 175	1 383	1 458	1 467	967	1 400	723	567	817	833	1 079	1 068
pkm -----	1 233	1 846	2 450	2 092	1 292	2 704	1 829	1 292	1 323	1 650	1 771	1 830
em -----	842	875	817	1 175	1 017	1 417	814	567	896	1 017	948	955
pkem -----	1 133	1 775	2 375	1 925	1 283	2 000	1 162	1 208	1 352	1 867	1 608	1 660
Médias -----	1 067	1 495	1 757	1 424	1 095	1 576	972	834	885	1 093	1 220	1 237

A interação **PK x M** não foi significativa, o que quer dizer que o emprêgo conjunto dessas duas adubações redundou num aumento de produção correspondente à soma dos efeitos de cada uma delas, como se pode ver na seguinte comparação das produções:

	<i>Sem m</i>	<i>Com m</i>	<i>Médias</i>
	<i>kg/ha</i>	<i>kg/ha</i>	<i>kg/ha</i>
<i>Sem pk</i>	751	1 012	881
<i>Com pk</i>	1 439	1 745	1 592
<i>Médias</i>	1 095	1 378	1 237

O estudo da tendência (quadro 3) mostrou que a produção média anual diminuiu ($b = - 8,846$), no decorrer dos nove anos, numa proporção equivalente a 92 quilos por hectare e por ano, e que nenhum tratamento conseguiu mantê-la no nível do início do ensaio. Grande parte da variação anual da produção é explicada pelo seu decréscimo linear, não havendo diferenças definidas nas tendências dos diversos tratamentos. A figura 1 mostra a tendência das médias anuais das produções de todos os tratamentos.

QUADRO 2. — Ensaio de adubação do milho em Capão Bonito. Análise da variância da produção de 1946-47 a 1954-55

Fonte de variação	G. L.	Quadrados médios	F
Tratamentos	7	56,6807	17,52***
M	1	52,1560	15,38***
PK	1	327,4240	96,56***
MPK	1	0,3556	
Blocos	3	28,0632	8,67**
Erro (a)	25	3,3909	
Anos	8	31,8445	34,74***
Anos x tratamentos ..	24	3,4714	3,79***
Erro (b)	224	0,9166	
Total	287	3,8059	

QUADRO 3. — Análise da tendência anual das produções em Capão Bonito, durante nove anos

Fonte de variação	G.L.	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F
Anos	8	254,7561	31,8445	
Regressão linear ..	1	146,7330	146,7330	9,51*
Resíduo	7	108,0231	15,4319	

3.2 — ENSAIO DE PINDORAMA

3.2.1 — INFORMAÇÕES DIVERSAS

Conduzido na Estação Experimental de Pindorama, em solo arenoso, acinzentado, derivado do arenito Bauru, ainda bastante fértil e com pH pouco variando em torno de 6,5. Antes da instalação do ensaio vinha sendo cultivado com culturas anuais, não se tendo informação segura se estas foram adubadas. O ensaio foi instalado em 1945-46 e repetido até 1954-55.

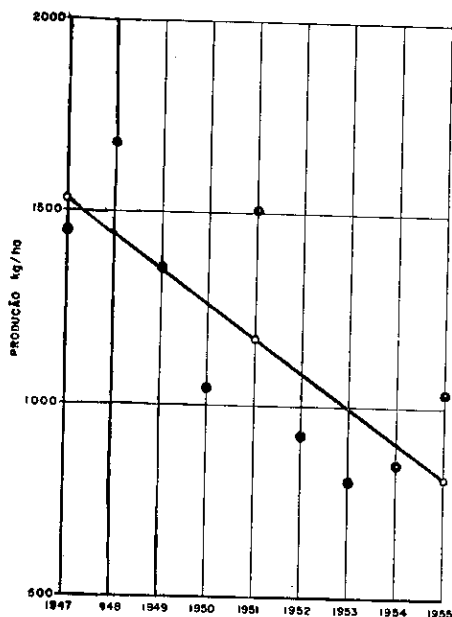


FIGURA 1. — Ensaio de adubação do milho em Capão Bonito. Tendência das médias anuais da produção.

Usou-se a variedade Armour. A semente foi efetuada na segunda quinzena de outubro e até na segunda de novembro, fazendo-se o desbaste, em regra, cerca de 25 dias depois. Somente em 1950-51 e 1951-52 é que o desbaste foi feito 35 e 39 dias após o plantio. Geralmente, 50% das plantas estavam em floração 70-75 dias depois da sementeação. Apenas em 1951-52 esse intervalo dilatou-se para 85 dias, devido ao atraso na germinação. Na

maioria dos anos a colheita foi efetuada em abril ou maio.

A mucuna foi semeada no fim de janeiro ou princípio de fevereiro (em 1951-52, no fim desse mês), sempre bem depois do início do florescimento do milho, desenvolvendo-se satisfatoriamente.

Em 1948-9 choveu pouco no período dezembro-fevereiro. Em 1949-50 o tempo correu sêco no período imediato ao plantio e extremamente chuvoso em dezembro e janeiro (920 mm nos dois meses). Em 1951-52 seguiram-se ao plantio, que foi feito em 5 de novembro, duas semanas de sêca, de sorte que a emergência das plantas só se verificou no fim desse mês. Em 1953-54 o período imediato ao plantio também foi sêco. Nos outros anos o tempo, em seu conjunto, foi favorável ao milho.

3.2.2 — “STAND” E PRODUÇÃO

A não ser em 1948-49, 1949-50, 1951-52 e 1953-54, os “stands” iniciais variaram entre 81 e 99% e, os finais, entre 81 e 94% do “stand” perfeito, sem diferenças sensíveis entre os tratamentos.

Em 1948-49 o “stand” inicial foi de 96%, mas a escassez de chuvas fez baixar o final para 74%, sendo que este foi de 78% nos tratamentos sem fósforo e potássio e de 70% nos que receberam esses nutrientes. Em 1949-50 o período imediato ao plantio foi sêco, reduzindo o “stand” inicial para 49% e o final para 39%, redução que foi mais acentuada nos tratamentos com fósforo e potássio ou com calcário. Em 1951-52 a emergência das plantas sofreu considerável atraso, o “stand” inicial foi de apenas 77% e o final baixou para 73%, mas não se observaram diferenças apreciáveis entre os tratamentos. Finalmente, em 1953-54, devido ao período sêco que se seguiu ao plantio, a germinação foi prejudicada, sobretudo nos tratamentos com fósforo e potássio, cujo “stand” final baixou para 78%, enquanto o dos que não receberam esses nutrientes foi de 86%.

As produções obtidas acham-se no quadro 4. Pela mesma razão indicada em 3.1.2, nas considerações seguintes serão excluídos os resultados do primeiro ano.

Em média de todos os tratamentos e dos nove anos considerados a produção de grãos atingiu 2 179 kg/ha. Em 1946-47 ela foi superior a 3 000 kg/ha, mas — a princípio rapidamente, depois com tendência a se estabilizar — baixou para cerca de 2 000 kg/ha nos últimos anos. Nenhum dos tratamentos foi capaz de mantê-la no nível inicial.

No quadro 5 acham-se os dados essenciais da análise estatística. Esta mostrou que, nos totais dos nove anos, os efeitos **PK**, **M** e **C** foram significativos; mas, enquanto os dois primeiros foram positivos, o último foi negativo. As interações não foram significativas.

Embora significativo, o efeito **PK** alcançou apenas +197 kg/ha (+9%). Em parte esse efeito foi prejudicado pelas apreciáveis reduções que a adubação em aprêço provocou nos “stands”. A fertilidade inicial da terra também parece ter concorrido para diminuí-lo, pois a média dos quatro primeiros anos, período em que a produção caiu rapidamente, foi de apenas +67 kg/ha (+3%), ao passo que a dos últimos cinco anos, quando a produção tendeu a se estabilizar, elevou-se a +301 kg/ha (+16%).

QUADRO 4. — Ensaio de adubação do milho em Pindorama. Produções de grãos obtidas com os diversos tratamentos

Treatamentos	1945-46	1946-47	1947-48	1948-49	1949-50	1950-51	1951-52	1952-53	1953-54	1954-55	Médias gerais	Médias de 46-47 a 54-55
(1) -----	3 667	3 225	2 417	2 575	1 392	2 242	1 650	1 817	1 642	1 808	2 244	2 085
pk -----	3 917	3 250	2 667	2 492	1 500	2 592	1 658	2 350	2 158	2 008	2 459	2 297 *
c -----	3 900	2 908	2 492	2 092	825	1 808	1 575	1 692	1 675	1 392	2 036	1 829
pkc -----	3 950	3 133	2 254	2 025	875	2 483	1 733	2 100	1 842	1 900	2 230	2 038
m -----	2 992	3 200	2 650	2 667	1 425	3 125	1 833	1 917	2 083	1 908	2 380	2 312
pkm -----	3 475	3 483	2 908	2 200	1 300	2 958	2 475	2 125	1 842	2 075	2 484	2 374 *
cm -----	3 258	2 992	2 692	1 950	1 183	2 425	1 725	1 892	2 167	1 850	2 213	2 097 *
pkcm -----	3 458	3 517	2 767	2 300	1 075	2 583	2 200	2 467	2 217	2 475	2 506	2 400 *
Médias -----	3 577	3 213	2 606	2 288	1 197	2 527	1 856	2 045	1 953	1 927	2 319	2 179

O efeito médio **M**, +233 kg/ha (+11%), também parece ter sido prejudicado pela fertilidade da terra, pois enquanto a média do período inicial acima referido foi de +136 kg/ha (+6%), a do último se elevou para +311 kg/ha (+16%).

Em média dos nove anos o efeito **C** foi -176 kg/ha (-8%). As maiores depressões foram observadas em 1948-49, 1949-50 e 1950-51, quando atingiram cêrca de 400 kg/ha. Nos últimos três anos as respostas ao calcário tornaram-se praticamente nulas. Conquanto as interações não tenham sido significativas, convém assinalar que, em média dos nove anos, a mucuna aumentou a produção de apenas 152 kg/ha na ausência do calcário e de 315 kg/ha na presença dêle.

Na média dos nove anos a produção dos canteiros sem adubo foi de 2 085 kg/ha e os tratamentos mais eficientes, **pk**, **m**, **pkm** e **pkcm**, aumentaram-na respectivamente de 10, 11, 14 e 15%. Essas médias, porém, foram prejudicadas pelos resultados obtidos no período inicial do ensaio. Em média dos últimos cinco anos a produção sem adubo baixou para 1 832 kg/ha, mas os aumentos provocados pelos citados tratamentos se elevaram, na mesma ordem, para 18, 19, 25 e 30%. Deve-se notar que o tratamento **pkcm** só se tornou superior ao **pkm** nos últimos três anos do ensaio.

Em resumo, registrou-se uma queda anual da produção equivalente a 116 quilos por hectare e por ano. As análises de regressão (quadro 6), que foram efetuadas para os tratamentos com e sem mucuna, com e sem calcário e com e sem fósforo e potássio, mostraram que as reduções trazidas pelas componentes linear e quadrática, em cada caso, são significativas. No entanto, as tendências para os citados tratamentos são paralelas. A figura 2 mostra a tendência das produções médias de todos os tratamentos que receberam fósforo e potássio.

3.3 — ENSAIO DE TATUI

3.3.1 — INFORMAÇÕES DIVERSAS

Êste ensaio foi instalado na Estação Experimental de Tatuí, numa área de terra-roxa-misturada com pH variando entre 5,50 e 5,80 e que

QUADRO 5. — Ensaio de adubação do milho em Pindorama. Análise da variância da produção de 1946-47 a 1954-55

Fonte de variação	G.L.	Quadrados médios	F
Tratamentos	7	12,79	4,64**
PK	1	25,09	9,09**
M	1	35,28	12,79**
C	1	20,05	7,27*
Interações	4	2,28	0,82
Flocos	3	22,55	8,16**
Erro (a)	21	2,76	1,72
Anos	8	93,13	60,47**
Anos × tratamentos ..	56	1,61	1,04
Erro (b)	184	1,54	
Total	279	4,78	

vinha sendo cultivada e adubada, pelo menos com fósforo, nos anos anteriores. Iniciado em 1945-46, foi executado até 1954-51. Em 1950-51 não foram empregados adubos minerais nem calcário, mas a mucuna foi semeada e oportunamente incorporada ao solo com a palhaça do milho. Em 1951-52 os canteiros não foram adubados nem plantados; a partir de 1952-53, porém, o ensaio prosseguiu conforme o plano geral.

A variedade usada foi sempre a Catêto. A sementeação foi efetuada no decorrer de outubro ou na primeira quinzena de novembro; o desbaste, 25-35 dias após. Em regra, 50% das plantas apresentavam pendões 70-80 dias depois da sementeação. A colheita foi feita em maio ou junho.

A mucuna foi semeada em janeiro, sempre após o início do florescimento do milho, e em regra desenvolveu-se muito bem, florescendo 110-130 dias após a sementeação.

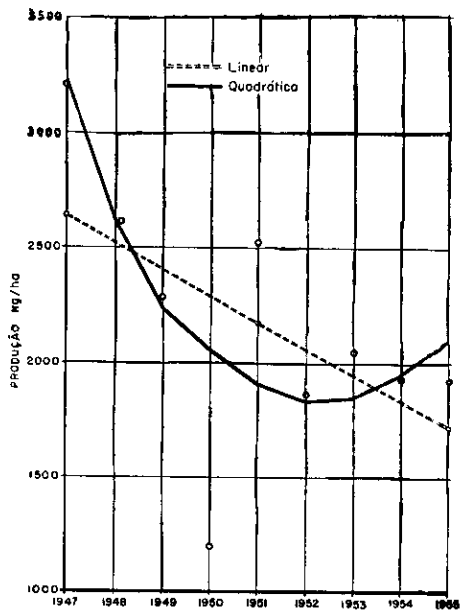


FIGURA 2. — Ensaio de adubação do milho em Pindorama. Tendências (linear e quadrática) das produções médias anuais obtidas com os tratamentos que receberam fósforo e potássio.

Quadro 6. — Análises de regressão para os tratamentos com e sem *pk*; com e sem *m* e com e sem calcário, dos dados do ensaio de adubação de milho efetuado em Pindorama

Fonte de variação	G. L.	Soma de quadrados	Redução linear	G. L.	Soma de quadrados	Redução quadrática	G. L.	Soma de quadrados
Com <i>pk</i> -----	8	389,5435	86,1003	7	313,4432	91,0827	6	222,3605
Sem <i>pk</i> -----	8	263,0235	148,7588	7	214,2647	65,9371	6	148,3276
Entre regressões -----	16	762,5670	234,8591	14	527,7079	527,7079	12	370,6881
Com <i>m</i> -----	8	393,8525	100,1688	1	4,2564	4,2564	1	5,4697
Sem <i>m</i> -----	8	365,9200	131,4980	7	293,6837	73,6620	6	220,0217
Entre regressões -----	16	759,7825	231,6668	14	528,1157	82,4688	6	151,9632
Com <i>c</i> -----	8	389,7735	85,0850	1	1,0642	1,0642	2	1,1885
Sem <i>c</i> -----	8	373,8797	150,1002	7	304,6885	108,7701	6	195,9184
Entre regressões -----	16	763,6532	235,1852	14	528,4680	52,3894	6	171,4401
Entre regressões -----				1	4,5825	161,1095	12	367,3585
							2	9,6855

Em 1946-47 o tempo correu relativamente sêco nos meses de novembro e dezembro, e, em 1947-48, nos de novembro e janeiro; em 1954-55 choveu muito pouco em novembro e dezembro. Fora disso, variou entre sofrível e favorável.

3.3.2 — "STAND" E PRODUÇÃO

Em média de todos os tratamentos o "stand" inicial variou, nos diversos anos, entre 91 e 99% do "stand" perfeito. Em 1946-47, 1952-53 e 1954-55 o "stand" final foi respectivamente de 64, 77 e 75%; nos outros anos oscilou entre 80 e 97%. Em nenhum ano se observaram, nos "stands", diferenças apreciáveis entre os tratamentos.

As produções obtidas são apresentadas no quadro 7. Como nos dois ensaios anteriores, a análise estatística foi feita para a produção de 1946-47 a 1954-55, compreendendo, portanto, oito anos, pois o presente ensaio não foi plantado em 1951-52. A inclusão de 1950-51, quando não foram empregados calcários, fósforo e potássio, e de 1952-53, quando não se poderia esperar efeito imediato da mucuna, que não foi plantada no ano anterior, não prejudicou os resultados. Conforme ver-se-á adiante, o efeito (residual) daqueles adubos, em 1950-51, não foi menor que os observados anterior e posteriormente; por outro lado, os aumentos provocados pela mucuna foram tão grandes, nos outros anos, que a queda verificada em 1952-53 não alterou substancialmente os resultados finais.

A análise estatística, cujos dados essenciais acham-se no quadro 8, revelou que somente o efeito principal **M** foi significativo. Os efeitos **PK** e **C**, bem como as interações, não foram significativos.

Em média dos oito anos em estudo, a produção dos tratamentos sem mucuna foi de 1 756 kg/ha e a dos que a receberam elevou-se a 2 395 kg/ha. Assim, além de significativo o efeito **M** foi magnífico, atingindo +693 kg/ha (+36%).

Embora as interações não tenham sido significativas, deve-se notar que a resposta média à mucuna foi de +539 kg/ha na ausência, passando para +737 kg/ha na presença de fósforo mais potássio. A presença do calcário também acentuou apreciavelmente a resposta à mucuna, elevando-a de +570 para +707 kg/ha.

Excluindo-se os resultados de 1952-53, o efeito **M** oscilou entre +402 e +569 kg/ha em três anos e entre +809 e +898 kg/ha nos outros quatro anos. Em 1952-53, porém, êle caiu para +200 kg/ha. Conforme

QUADRO 7. — Ensaio de adubação do milho em Tatuí. Produções de grãos obtidas de 1945-46 a 1954-55, excluindo 1951-52, quando o ensaio não foi plantado

Tratamentos	1945-46	1946-47	1947-48	1948-49	1949-50	1950-51	1952-53	1953-54	1954-55	Médias gerais	Médias de 46-47 a 54-55
(1) -----	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
pk -----	3 163	1 183	1 481	1 978	1 987	2 112	1 812	1 775	1 183	1 853	1 689
c -----	2 636	1 230	1 451	2 180	2 348	2 128	1 762	1 482	1 033	1 806	1 702
pkc -----	2 677	1 282	1 645	2 432	2 456	2 242	1 382	1 617	1 283	1 891	1 792
m -----	3 318	1 630	1 975	2 557	2 056	2 314	1 423	1 683	1 100	2 006	1 842
pkm -----	2 657	1 562	2 135	2 796	2 728	2 520	1 384	2 175	1 633	2 177	2 117
cm -----	2 959	1 714	2 130	3 170	2 917	3 015	2 005	2 667	1 683	2 473	2 413
pkcm -----	3 180	1 749	1 951	3 324	3 334	3 100	1 850	2 383	1 850	2 525	2 443
pkcm -----	3 491	1 908	2 304	3 351	3 461	3 386	1 939	2 783	1 708	2 705	2 606
Médias -----	3 010	1 532	1 884	2 724	2 661	2 603	1 695	2 071	1 434	2 180	2 075

já assinalado, em 1951-52 o ensaio não foi plantado, de sorte que em 1952-53 só se poderia esperar, da mucuna, efeito residual da que foi incorporada ao sólo até 1950-51.

Quanto aos efeitos **C** e **PK**, não significativos, foram pequenos e, em média dos oito anos considerados, alcançaram apenas +191 kg/ha (+10%) e +131 kg/ha (+7%), respectivamente. Deve-se lembrar, aqui, que em 1950-51, quando o ensaio não recebeu fósforo e potássio, o efeito residual desses nutrientes, +220 kg/ha, foi suficiente para manter o pequeno aumento de produção que êles provocaram nos outros anos.

Resumindo, em média dos oito anos a produção dos canteiros sem adubo foi de 1 689 kg/ha e os tratamentos **c**, **pk** e **pkc** aumentaram-na respectivamente de 6, 1 e 9%, enquanto os tratamentos **m**, **cm**, **pkm** e **pkcm** a elevaram de, respectivamente, 25, 45, 43 e 54%. Vê-se que a resposta à mucuna, magnífica mesmo quando ela foi usada sòzinha, foi bastante favorecida pela presença do calcário, de fósforo mais potássio, e, sobretudo, de calcário, fósforo e potássio.

Uma curva do segundo grau explica satisfatoriamente as tendências observadas para todos os tratamentos, inclusive o sem adubo (quadro 9). Este resultado faz supor que o acréscimo e subsequente decréscimo observados nas produções são apenas causados por flutuações climáticas. As curvas para os tratamentos com e sem mucuna estão em níveis diferentes, mas podem ser consideradas paralelas.

QUADRO 8. — Ensaio de adubação do milho em Tatuf.
Análise da variância da produção de 1946-47 a 1954-55, excluindo 1951-52

Fonte de variação	G. L.	Quadrados médios	F
Tratamentos	7	39,3165	4,89**
PK	1	9,8478	1,23
M	1	234,6066	29,24***
C	1	21,0050	2,62
Interações	4	2,4390	0,30
Blocos	3	39,5911	4,93**
Erro (a)	21	8,0242	4,76
Anos	7	79,3647	71,35***
Anos X tratamentos ..	49	1,6833	1,51
Erro (b)	168	1,1123	
Total	255	5,4408	

3.4 — ENSAIO DE LIMEIRA

3.4.1 — INFORMAÇÕES DIVERSAS

Conduzido na Estação Experimental de Limeira. A área utilizada, de terra-roxa-misturada, era antiga pastagem de capim gordura, nunca tendo recebido adubação mineral.

O ensaio foi instalado em 1945-46 e repetido até 1949-50. Usou-se a variedade Catêto. No primeiro, segundo e quarto anos a sementeação foi efetuada nos últimos dias de outubro; no terceiro e quinto, respectivamente em 13 e 22 de novembro. O desbaste foi feito cêrca de um mês depois do plantio. A metade das plantas apresentava pendões cêrca de 80 dias após o plantio. Nos três primeiros anos a colheita foi efetuada em princípios de maio; nos dois últimos, em fins de junho. A mucuna foi semeada no decorrer de janeiro, desenvolvendo-se relativamente bem.

Em nenhum ano o tempo foi inteiramente desfavorável ao milho. Apenas em 1948-49 a escassez de chuvas no período anterior ao florescimento concorreu para baixar a produção.

3.4.2 — "STAND" E PRODUÇÃO

O "stand" final, em média de todos os tratamentos, foi sempre satisfatório, variando entre 84 e 90% do "stand" perfeito, sem diferenças sensíveis entre os tratamentos.

Os dados referentes à produção encontram-se no quadro 10. Uma análise preliminar desses dados mostrou que no ensaio em estudo o efeito da mucuna sôbre a produção do milho foi praticamente nulo. Em vista disso, a análise apresentada no quadro 11 foi feita ignorando-se a existência da mucuna, isto é, considerando os outros tratamentos com oito repetições, e para os cinco anos de ensaio.

O estudo da tendência mostrou que a produção diminuiu com qualquer dos tratamentos e que êsse decréscimo foi menos sensível nos tratamentos com fósforo mais potássio ou calcário. Contudo, a variação anual foi muito acentuada, não permitindo conclusão segura sôbre o assunto.

Em média dos cinco anos as produções com e sem fósforo e potássio foram respectivamente de 2 462 e 1 811 kg/ha; portanto, a resposta a essa adubação, que foi significativa, alcançou +651 kg/ha (+36%). Do primeiro ano para o quinto essas respostas foram sucessivamente de +451,

+430, +620, +677 e +1 075 kg/ha, correspondendo a +19, +25, +26, +55 e +77%.

QUADRO 10. — Ensaio de adubação do milho em Limeira. Produções de grãos obtidas com os diversos tratamentos

Tratamentos	1945-46	1946-47	1947-48	1948-49	1949-50	Médias
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
(1) -----	2 272	2 057	2 642	1 150	1 425	1 909
pk -----	2 930	2 334	2 917	1 983	2 433	2 520
c -----	2 388	1 522	2 333	1 425	1 742	1 882
pkc -----	2 833	2 000	3 000	1 925	2 783	2 508
m -----	2 244	1 723	2 342	1 100	900	1 662
pkm -----	2 862	2 004	2 963	1 775	1 975	2 316
cm -----	2 600	1 447	2 067	1 292	1 550	1 791
pkcm -----	2 684	2 130	2 983	1 992	2 725	2 503
Médias -----	2 602	1 902	2 656	1 580	1 942	2 136

O efeito do calcário, em média dos cinco anos, foi muito pequeno (+3%) e não significativo. Nos três primeiros anos êle foi nulo ou negativo, ao passo que no penúltimo se elevou a +156 kg/ha e, no último, a +517 kg/ha.

Em média dos cinco anos (e sempre ignorando a mucuna) a produção dos canteiros sem adubo foi de 1 785 kg/ha e os tratamentos que receberam fósforo e potássio ou fósforo, potássio e calcário aumentaram-na respectivamente de 35 e 40%. Mas enquanto nos três primeiros anos a produção sem adubo foi de 2 213 kg/ha e os aumentos provocados pelos citados tratamentos foram, na mesma ordem, de 21 e 18%, nos dois últimos a produção sem adubo baixou para 1 144 kg/ha e os correspondentes aumentos se elevaram para 78 e 105%.

QUADRO 11. — Ensaio de adubação do milho em Limeira. Análise da variância da produção de 1945-46 a 1949-50

Fonte de variação	G. L.	Quadrados médios	F
Tratamentos -----	7	23,4601	12,43**
PK -----	1	152,3536	80,60***
C -----	1	1,7368	0,92
PKC -----	1	0,1226	0,06
Blocos -----	3	20,2440	10,71
Erro (a) -----	25	1,9860	
Anos -----	4	63,9612	60,84**
Anos X tratamentos -----	12	4,2711	4,34**
Erro (b) -----	112	0,9842	
Total -----	159	4,2888	

3.5 — ENSAIO DE ENGENHEIRO HERMILO

3.5.1 — INFORMAÇÕES DIVERSAS

Este ensaio foi instalado numa propriedade particular — Fazenda Santa Albertina — situada em Engenheiro Hermilo. A área utilizada, na seção denominada Pocinho, era de solo glacial, argiloso, vermelho. Era uma velha pastagem, nunca tendo sido adubada. A “análise sumária” de duas amostras colhidas no local, feita pela Seção de Química Mineral, revelou os seguintes teores médios: perda ao rubro, 8,073%; P_2O_5 , 0,019%; CaO, 0,080%; K_2O , 0,007%; N total, 0,148%; pH, 5,85.

Iniciado em 1944-45 o ensaio foi repetido em 1945-46 e 1946-47. A variedade usada foi a Catêto. No primeiro ano a sementeação foi efetuada em 18 de novembro; nos segundo e terceiro, respectivamente em 1 e 10 de outubro. O desbaste foi feito cêrca de um mês depois do plantio. Aproximadamente 50% das plantas apresentavam pendões 75-80 dias após o plantio. A colheita foi efetuada em maio ou junho.

A mucuna, que foi sempre semeada em janeiro, praticamente não se desenvolveu em qualquer dos anos.

Neste ensaio, em 1944-45 o tratamento **pk** constou de farinha de ossos degelatinados e cinzas de café, com um total de 100 kg/ha de P_2O_5 e 50 kg/ha de K_2O . Fora disso, os tratamentos foram os mesmos do plano geral. Em 1944-45 só foram aproveitadas as três fileiras centrais de cada canteiro, como no plano geral; nos dois anos seguintes, porém, foram utilizadas as cinco fileiras.

QUADRO 12. — Ensaio de adubação do milho em Engenheiro Hermilo. Produções de grãos obtidas com os diversos tratamentos

Tratamentos	1944-45	1945-46	1946-47	Médias
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
(1).....	1 725	1 780	1 592	1 699
pk.....	3 075	2 905	2 783	2 921
e.....	2 025	1 845	1 550	1 807
pkc.....	3 058	3 025	2 548	2 880
m.....	1 758	1 520	1 322	1 534
pkm.....	3 176	2 860	2 365	2 800
cm.....	1 625	1 655	1 267	1 516
pkcm.....	2 875	3 220	2 498	2 864
Médias.....	2 415	2 352	1 991	2 253

3.5.2 — “STAND” E PRODUÇÃO

Nos dois primeiros anos o “stand” final, em média de todos os tratamentos, foi respectivamente de 79 e 75%, sem diferenças apreciáveis entre os tratamentos. Em 1946-47, porém, caiu para 45%, observando-se, então, efeito favorável da adubação com fósforo mais potássio: a média dos tratamentos que não receberam êsses nutrientes foi de 41%, enquanto a dos que os receberam se elevou a 48%.

A produção (quadro 12), em média de todos os tratamentos e anos, foi de 2 253 kg/ha. Nos dois primeiros anos ela foi ligeiramente superior à média; no último, não obstante a enorme redução no “stand”, foi apenas um pouco inferior.

Como, neste ensaio, a mucuna não se desenvolveu, a análise estatística foi feita para o conjunto dos três anos. Os dados dessa análise (quadro 13) revelaram que somente o efeito principal **PK** foi significativo. Em média dos três anos a produção dos canteiros que não receberam fósforo e potássio foi de 1 639 kg/ha, enquanto a dos adubados com êsses nutrientes se elevou a 2 866 kg/ha. O efeito **PK** atingiu, portanto, +1 227 kg/ha, correspondendo a +75%. Do primeiro ano para o terceiro êsse efeito foi sucessivamente +1 263 kg/ha (+71%), +1 305 kg/ha (+77%) e + 1 115 kg/ha (+78%).

O efeito **C** foi praticamente nulo. Interessante é que, apesar de não se ter desenvolvido, a mucuna provocou uma depressão na produção do milho correspondente a 148 kg/ha, depressão que quase atingiu o nível de significância, pois a d.m.s. foi de ± 152 kg/ha. Do primeiro ano para o terceiro o efeito **M** foi sucessivamente -113, -77 e -255 kg/ha.

QUADRO 13. — Ensaio de adubação do milho em Engenheiro Hermilo. Análise da variância da produção de 1944-45 a 1946-47

Fonte de variação	G. L.	Quadrados médios	F
Tratamentos	7	131,96	41,11***
PK	1	904,05	281,61***
M	1	13,19	4,11
C	1	0,47	0,15
Interações	4	1,50	0,37
Blocos	3	11,10	3,45
Erro (a)	21	3,21	
Anos	2	41,96	9,34
Anos \times tratamentos ..	14	2,05	0,46
Erro (b)	48	4,49	
Total	95	14,24	

3.6 — ENSAIO DE PINDAMONHANGABA

Este ensaio, que só pôde ser executado em 1945-46, foi instalado na Estação Experimental do Departamento da Produção Animal (antigo Haras). O solo utilizado era argilo-arenoso, do Terciário, há muitos anos inulto e coberto de vegetação rala. O plantio, com a variedade Catêto, foi feito em outubro, sendo a colheita efetuada em abril. A mucuna, que foi semeada em janeiro, desenvolveu-se muito pouco.

Em média de todos os tratamentos o "stand" final foi de 83%. Nos tratamentos com fósforo e potássio êle foi de 88%, ao passo que nos demais baixou, em média, para 78%. O calcário e a mucuna não o modificaram.

A análise estatística mostrou que, na produção, não houve diferenças significativas entre os tratamentos. O efeito principal **M**, como seria de esperar, foi praticamente nulo: as produções dos tratamentos sem e com mucuna foram, respectivamente, de 1 750 e 1 790 kg/ha. O calcário também não modificou a produção. Nos canteiros sem fósforo e potássio a produção foi de 1 480 kg/ha, mas elevou-se, nos que receberam êsses nutrientes, a 2 060 kg/ha. Assim, embora não significativo, o efeito principal **PK** foi magnífico, de +580 kg/ha ou +39%.

4 — DISCUSSÃO

4.1 — EFEITO DA ADUBAÇÃO COM FÓSFORO MAIS POTÁSSIO

Em Capão Bonito, Engenheiro Hermilo e Limeira o efeito principal **PK** foi significativo e atingiu, respectivamente, +711 kg/ha (+81%), +1 227 kg/ha (+75%) e +651 kg/ha (+36%). Em Pindamonhangaba êle também foi magnífico, de +580 kg/ha (+39%), mas não alcançou significância. Nessas localidades, as áreas em que foram instalados os ensaios estavam inultas, com vegetação espontânea, nunca tendo recebido adubação mineral.

Conquanto significativo, o efeito **PK**, no ensaio de Pindorama, foi de apenas +197 kg/ha (+9%). Em três anos essa adubação prejudicou o "stand", provavelmente por ter sido aplicada nos sulcos de plantio e não ter chovido nos dias imediatos à sementeação. Contudo, a causa principal do pequeno efeito na produção parece residir na fertilidade, ainda elevada, da terra em que foi instalado o ensaio, tanto que nos primeiros

anos a resposta a qualquer das adubações foi muito pequena. Em média dos últimos cinco anos o efeito **PK** se elevou a +301 kg/ha (+16%).

Em Tatuí o efeito médio **PK** foi muito pequeno e não significativo. O solo utilizado para o ensaio havia sido adubado com fertilizantes minerais nas culturas anteriores, e aparentemente estava muito deficiente de azoto. O fato é que na ausência da mucuna a resposta à adubação com fósforo mais potássio foi quase nula, ao passo que na sua presença atingiu +230 kg/ha.

O emprêgo simultâneo do calcário e da adubação com fósforo mais potássio tendeu a prejudicar o efeito desses nutrientes em alguns anos e a beneficiá-lo em outros; na maioria dos casos, porém, não o modificou sensivelmente. Assim aconteceu quando o calcário foi empregado nos sulcos de plantio ou em tôda a superfície dos canteiros. Aliás, tendo sido elevadas as doses de fósforo e potássio, mesmo que o emprêgo simultâneo do calcário tenha reduzido sua solubilidade, a porção que permaneceu em forma facilmente utilizável pelas plantas ainda deve ter sido suficiente para a produção máxima nas condições dos ensaios. Além disso essa influência desfavorável do calcário, que é temporária, talvez tenha sido compensada pela conhecida influência benéfica, que por certo se manifestou no decorrer dos ensaios. Pelo menos o estudo dos solos (4), feito cêrca de 11 meses após as últimas aplicações, revelou que o teor de PO_4^{--} fracamente adsorvido era um pouco mais elevado nos canteiros que receberam calcário.

Em Limeira e Pindorama — não obstante a queda geral da produção, que em parte pode ser atribuída ao plantio contínuo do milho no mesmo lugar — o efeito da adubação com fósforo mais potássio tendeu a aumentar com o decorrer dos anos. Provavelmente deve-se isso não somente à escassez desses nutrientes, cada vez mais acentuada, no solo dos canteiros que os não recebiam, como também à acumulação, nas demais parcelas, da parte remanescente das doses empregadas nos anos anteriores. Em Capão Bonito a resposta àquela adubação tendeu a diminuir em números absolutos, mas a causa principal parece ter sido a queda contínua da produção, tanto que, em porcentagem da produção dos canteiros sem fósforo e potássio, a resposta em aprêço tendeu a aumentar. Em Tatuí o efeito médio **PK** também tendeu a diminuir, devido principalmente à resposta quase nula a essa adubação nos canteiros sem mucuna. Nos com esta leguminosa a tendência foi antes para aumentar. No ensaio de En-

genheiro Hermilo, que só durou três anos, e no Pindamonhangaba, em um ano, nada se pode ver nesse sentido:

4.2 — EFEITO DO CALCÁRIO

Em média do período que durou cada ensaio, o efeito principal **C** foi praticamente nulo em Capão Bonito, Limeira, Engenheiro Hermilo e Pindamonhangaba. Em Tatuí êle atingiu +191 kg/ha (+10%), mas não foi significativo, ao passo que em Pindorama foi significativamente negativo (-176 kg/ha).

Deixando de lado os ensaios de Pindamonhangaba e Engenheiro Hermilo, de curta duração, observa-se que, com o decorrer dos anos, o efeito **C** tendeu a melhorar ligeiramente em Capão Bonito; em Pindorama êle passou de negativo a simplesmente nulo; em Limeira, onde foi praticamente nulo nos três primeiros anos, em média dos dois últimos alcançou +377 kg/ha (+21%). Em Tatuí também tendeu a melhorar no decorrer da primeira fase do ensaio, mas essa melhoria não se manteve depois da interrupção que o ensaio sofreu. Essas tendências não foram significativas; todavia, convém discutí-las, porque elas fornecem algumas indicações úteis.

O estudo feito até agora se baseou no efeito principal **C**, mesmo porque as interações não foram significativas. Entretanto, se a resposta ao calcário foi mais ou menos a mesma na ausência ou presença de fósforo mais potássio, em regra a presença da mucuna acentuou-a apreciavelmente. À parte Engenheiro Hermilo, onde a leguminosa não se desenvolveu, e tomando somente as médias dos 2-3 últimos anos, quando em geral o calcário tornou-se mais eficiente, as respostas a êsse corretivo foram, respectivamente na ausência ou na presença da mucuna, de +13 e +71 kg/ha em Capão Bonito, -94 e +161 kg/ha em Tatuí, -197 e +186 kg/ha em Pindorama, +222 e +452 kg/ha em Limeira. Como em Tatuí, por motivos para os quais não encontramos explicação satisfatória, o efeito do calcário foi menor na segunda fase do ensaio, deve-se dizer que em média dos três últimos anos da primeira fase êle aumentou a produção de 211 kg/ha na ausência e de 470 kg/ha na presença da mucuna.

Êsses números indicam que, com exceção de Limeira e da primeira fase do ensaio de Tatuí, o calcário não beneficiou o milho diretamente, mas indiretamente. Em outras palavras: em duas, das quatro localida-

des consideradas, a calagem não aumentou a produção do milho cultivado sòzinho; entretanto, favorecendo o desenvolvimento da mucuna, que aparentemente é mais exigente de cal ou quanto à reação do solo, tornou mais pronunciado o efeito da sua intercalação na cultura do milho. Nas outras duas localidades, onde o milho, por si, respondeu à calagem, essa resposta foi bem maior por intermédio da mucuna.

O emprêgo, até 1950-51, de adubos alcalinos como Serranofosfato e cinzas de café, deve ter concorrido para diminuir a necessidade da calagem. Mas o fato é que o milho é tolerante quanto à reação do solo (2). Aliás, ensaios conduzidos em solos mediana até fracamente ácidos mostraram que a aplicação de 1 a 4 tons/ha de calcário (em tôda a área dos canteiros) não aumentou a produção do milho cultivado sòzinho (3).

Mesmo na presença da mucuna a resposta à calagem não foi satisfatória, e, sobretudo, manifestou-se com excessiva lentidão. Normalmente o efeito do calcário não é imediato; nos presentes ensaios, porém, outros fatores contribuíram para retardá-lo. Já se mencionou o uso de adubos alcalinos em grande parte do período dos ensaios. Além disso, a não ser nos últimos anos, o calcário foi aplicado em pequenas doses e nos sulcos de plantio do milho, daí resultando que a mucuna só pôde aproveitá-lo convenientemente quando, pela repetição do preparo anual da terra, o corretivo atingiu o volume de solo mais explorado pelas raízes da leguminosa na fase inicial do seu desenvolvimento. Isso, porém, ainda não trouxe vantagem imediata ao milho; só nos anos seguintes é que êste pôde tirar proveito da incorporação ao solo de maior quantidade da leguminosa.

Em resumo, os resultados obtidos nos presentes ensaios não oferecem a necessária garantia para se tirarem conclusões definitivas sôbre o emprêgo do calcário em culturas de milho com mucuna intercalada. Êles indicam, porém, que para se obter completo êxito dessa intercalação em solos ácidos, convém empregar cal em quantidade suficiente para tornar sua reação favorável à leguminosa, e que o corretivo deve ser aplicado a lanço e bem incorporado ao solo muito antes do plantio do milho.

4.3 — EFEITO DA MUCUNA

A mucuna não poderia ter agido como fertilizante em Pindamonhagaba, pois que aí o ensaio só foi executado por um ano. Por isso, êsse ensaio será excluído da presente discussão.

Em Capão Bonito, Pindorama e Tatuí o efeito médio **M** foi significativo e alcançou respectivamente +283, +233 e +639 kg/ha, correspondendo a +26, +11 e +36% das produções sem mucuna. Em Limeira e Engenheiro Hermilo, porém, o efeito **M** foi praticamente nulo.

Em Capão Bonito o solo estava, há muitos anos, coberto de vegetação espontânea, achando-se relativamente bem provido de matéria orgânica: o efeito **M** foi pequeno no comêço do ensaio, mas alcançou, em média do último triênio, +357 kg/ha (+47%). Em Pindorama, embora já cultivado anteriormente, o solo ainda era bastante fértil: a resposta à mucuna foi inicialmente quase nula, mas tendeu a crescer, atingindo +301 kg/ha (+16%) na média do último quinquênio. Finalmente em Tatuí, cujo solo vinha sendo cultivado antes do ensaio, o efeito **M** foi magnífico durante o período em estudo, excetuando-se apenas o ano de 1952-53, aparentemente porque a leguminosa não foi plantada no ano anterior.

Vê-se que, em regra, o efeito da mucuna tendeu a aumentar com o decorrer dos anos, provávelmente devido à crescente deficiência de azoto nos canteiros que não receberam a leguminosa. Mesmo em Tatuí, onde foi grande desde o início e não aumentou em números absolutos, êle se elevou em porcentagem da produção dos canteiros sem mucuna, indicando que nestes, tal como aconteceu em Capão Bonito e Pindorama, a queda na produção foi um pouco mais acentuada que nos adubados com a leguminosa.

A resposta à mucuna, em Pindorama, foi praticamente a mesma na ausência ou presença da adubação com fósforo mais potássio, mas em Tatuí e Capão Bonito essa adubação acentuou um pouco o efeito da leguminosa. Quanto ao calcário, sua presença não modificou o efeito da mucuna em Capão Bonito, ao passo que o tornou mais pronunciado em Pindorama e Tatuí. Essas observações referem-se às médias dos períodos que duraram os ensaios. Convém notar, porém, que a influência benéfica da presença do calcário ou da adubação com fósforo mais potássio foi muito mais acentuada nos últimos anos que nos primeiros, e que mesmo em Capão Bonito, onde, na média geral, o calcário não modificou o efeito da leguminosa, nos últimos anos êle o beneficiou apreciavelmente.

A aplicação de fósforo e potássio, em todos os anos, e a do calcário, até 1951-52, foi feita nos sulcos de plantio do milho. Assim, a mucuna, que foi semeada nas entrelinhas, nos primeiros anos ficou longe da faixa adubada, e, por certo, só pôde tirar conveniente proveito dos adubos e

do corretivo quando, em conseqüência da repetição do preparo anual da terra, êles foram levados ao volume de solo mais explorado pelas raízes da leguminosa. Isso explica, em parte, por que nos ensaios há pouco estudados a influência do calcário e da adubação com fósforo mais potássio sôbre o efeito da mucuna se tornou mais pronunciada nos últimos anos. No que toca ao calcário, o aumento da dose e a aplicação em tôda a área, alterações que só foram feitas a partir de 1952-53, também devem ter concorrido para acentuar sua influência, benéfica mas tardia, sôbre o efeito da mucuna.

O ensaio de Tatuí não foi plantado em 1951-52. Portanto, o que se observou, em 1952-53, foi o efeito residual da mucuna incorporada ao solo até 1950-51. Êsse efeito — o principal **M** — foi apenas +200 kg/ha (+13%), enquanto nos dois anos anteriores êle atingiu +898 e +809 kg/ha (+41 e +37%), e, nos dois posteriores, +863 e +569 kg/ha (+53 e +49%). Note-se que, além da mucuna, os canteiros adubados com a leguminosa também receberam, até 1950-51, maior quantidade de palhaça de milho. Trata-se da observação de um só ano. Seja como fôr, convém registrá-la. Aliás, êsse resultado está de acôrdo com o que se verificou ao ser encerrado o ensaio, quanto ao teor, no solo, de matéria orgânica residual (4).

O ensaio de Limeira foi instalado numa área que estava como pastagem de capim gordura. O solo tinha bom teor de matéria orgânica e azôto, e, aparentemente, não era muito pobre de outros nutrientes, tanto que nos próprios canteiros sem adubo a produção do milho oscilou, nos três primeiros anos, entre 2 057 e 2 642 kg/ha. Assim, embora se tenha desenvolvido relativamente bem, a mucuna tornou-se supérflua, e o efeito **M** foi praticamente nulo. Em Engenheiro Hermilo o ensaio também foi instalado numa área que estava como pastagem, e o efeito **M** foi até ligeiramente negativo. Mas aqui a causa principal do insucesso da intercalação da mucuna foi a falta de desenvolvimento desta, provávelmente porque o solo em questão era muito pobre, conforme se depreende do efeito espetacular da adubação com fósforo mais potássio na produção do milho. Mesmo nos canteiros que receberam essa adubação a leguminosa não se desenvolveu em qualquer dos três anos, sem dúvida porque, devido à pobreza do solo, suas raízes não cresceram a ponto de alcançar a faixa adubada, que, por sua vez, não chegou a se alargar suficientemente, porque o ensaio foi de curta duração.

Conquanto não se tenha desenvolvido, a mucuna provocou, em Engenheiro Hermilo, uma depressão média na produção do milho que quase alcançou o limite de significância. Em Pindorama, onde foi satisfatória a resposta média à mucuna, o efeito **M** foi fortemente depressivo (-15%) em 1945-46, quando, sendo o primeiro ano do ensaio, a leguminosa, ainda não podia ter agido como fertilizante. Essas e outras observações levaram a procurar a causa das depressões.

Confrontando as datas da sementeira da leguminosa e do florescimento do milho, concluiu-se que, em todos os anos e ensaios, quando a mucuna se desenvolveu a ponto de poder fazer alguma concorrência ao milho, êste já se achava em fase adiantada de maturação. Aliás, estudo minucioso das chuvas caídas nesse período também mostrou que não houve, então, deficiência de umidade. Por outro lado, o enterrio das ramas e da palhaça foi feito pelo menos quatro meses antes do plantio seguinte, e não se observou qualquer prejuizo — na germinação, no “stand” e na coloração do milho — que pudesse ser atribuído à decomposição daquele material. Afastadas essas possíveis causas de depressão, resta supor que a operação do plantio da mucuna, conquanto feita nas entrelinhas e a enxada, em alguns anos, conforme o operador, tenha danificado o cereal justamente numa fase em que êle se mostra muito sensível.

Mesmo nos canteiros adubados com fósforo e potássio, a mucuna não se desenvolveu em Engenheiro Hermilo, e, nos primeiros anos dos outros ensaios, em regra foi muito pequena a influência que essa adubação exerceu sobre o efeito da leguminosa. Tudo indica que isso foi consequência da aplicação dos adubos somente nos sulcos de plantio do milho, e mostra a conveniência de, em terras pobres, adubar-se diretamente a leguminosa, pelo menos no primeiro ano. Essa adubação é tanto mais recomendável quanto, por necessidade, a mucuna tem que ser semeada depois da época que lhe é mais favorável e iniciar seu crescimento sob forte concorrência do milho ainda em plena vegetação. Aliás, ela representa apenas um adiantamento de pequena quantidade de nutrientes minerais, pois, dentro de pouco tempo, a leguminosa deixará, na camada arável, essa mesma quantidade acrescida de matéria orgânica rica de azoto e ainda de elementos minerais que se achavam em formas e camadas menos acessíveis às raízes de outras plantas.

4.4 — QUEDA DA PRODUTIVIDADE

Em alguns dos ensaios mais prolongados, conforme assinalado no capítulo anterior, com o decorrer dos anos a produção do milho tendeu a cair em todos os tratamentos. Por outro lado, as considerações feitas no presente capítulo indicam que, em regra, as respostas à intercalação da mucuna, à calagem e à adubação com fósforo mais potássio tenderam a aumentar nos últimos anos. Quer isso dizer que nos canteiros que receberam êsses tratamentos a queda na produção foi menos acentuada que nos canteiros testemunhas. O fato, porém, é que os citados tratamentos, mesmo quando usados conjuntamente, não foram suficientes para manter a produção no nível inicial.

As informações fornecidas pelos ensaios não permitem explicar se essa queda foi provocada pela cultura contínua do milho no mesmo terreno, como geralmente se supõe, pela crescente deficiência de certos nutrientes ou por qualquer outra causa.

5 — CONCLUSÕES

a) O efeito médio da adubação com fósforo mais potássio foi significativo em Pindorama, Limeira, Capão Bonito e Engenheiro Hermilo, alcançando respectivamente +197, +651, +711 e +1 227 kg/ha (+9, +36, +81 e +75%). Em Tatuí êle foi de +131 kg/ha (+7%) e, em Pindamonhangaba, de +580 kg/ha (+39%), nos dois casos sem significância.

b) As maiores respostas a essa adubação foram obtidas em solos que estavam incultos, nunca tendo recebido adubos minerais. Em Pindorama o solo era bastante fértil e a resposta foi muito pequena no início, mas aumentou no decorrer do ensaio. Em Tatuí o efeito médio tendeu a diminuir, devido à resposta quase nula que a adubação em aprêço obteve nos canteiros sem mucuna; na presença desta, porém, a tendência foi antes para aumentar.

c) A resposta à adubação com fósforo mais potássio foi praticamente a mesma na ausência ou na presença do calcário. A presença da mucuna também não a modificou em Pindorama, mas tornou-a mais pronunciada em Capão Bonito e, sobretudo, em Tatuí. Em Pindamonhangaba e Engenheiro Hermilo não se pôde verificar a influência da presença da mucuna; em Limeira essa influência foi nula.

d) Em média do período que durou cada ensaio o efeito do calcário foi quase nulo na maioria dêles e significativamente negativo em Pindorama. Notou-se, todavia, que nos ensaios mais prolongados — Pindorama, Capão Bonito, Tatuí e Limeira — êle tendeu a melhorar com o decorrer dos anos.

e) O efeito do calcário foi, em regra, mais ou menos o mesmo na presença ou na ausência da adubação com fósforo mais potássio. A presença da mucuna, porém, tornou-o mais pronunciado, sobretudo nos últimos anos. Assim, o calcário pouco ou nada beneficiou o milho cultivado sòzinho; entretanto, favorecendo o desenvolvimento da mucuna, aumentou o efeito da intercalação desta na cultura do cereal.

f) A não ser nos últimos anos, o calcário foi aplicado nos sulcos de plantio do milho, longe da mucuna. Disso resultou que esta só pôde ser convenientemente beneficiada quando, pela repetição do preparo anual da terra, o corretivo atingiu o volume de solo mais explorado por suas raízes. Provavelmente a resposta ao calcário teria sido maior e menos lenta se êle sempre tivesse sido espalhado a lanço e incorporado ao solo muito antes do plantio.

g) As respostas médias à mucuna foram significativas em Pindorama, Capão Bonito e Tatuí, onde atingiram respectivamente +233, +283 e +639 kg/ha (+11, +26 e +36%). Em Limeira ela foi nula, e, em Engenheiro Hermilo, negativa, quase alcançando o nível de significância. O ensaio de Pindamonhangaba só foi executado por um ano, não se podendo esperar efeito fertilizante da mucuna.

h) No ensaio de Tatuí, em solo que já vinha sendo cultivado, o efeito da mucuna foi grande desde o início. No de Capão Bonito, em terra antes inculta, e no de Pindorama, cujo solo era bastante fértil, seu efeito foi pequeno ou nulo no comêço, mas cresceu progressivamente, ultrapassando muito, nos últimos anos, as médias mencionadas em g.

i) No período inicial dos ensaios a resposta à mucuna foi, em regra, praticamente a mesma na ausência ou na presença do calcário ou da adubação com fósforo mais potássio. Nos últimos anos, porém, tanto essa adubação como o corretivo tornaram mais pronunciadas as respostas à leguminosa. Parece que, devido ao modo de aplicação usado, a mucuna só pôde aproveitá-los na fase mais avançada dos ensaios (v. f).

j) Em Engenheiro Hermilo a mucuna não se desenvolveu. O solo era muito pobre e, aparentemente, as raízes da leguminosa não puderam alcançar as faixas adubadas, que, por sua vez, devido à curta duração do ensaio, pouco se alargaram. Êste ensaio evidenciou a necessidade de, em solos deficientes de elementos outros que não o azôto, também adubar-se diretamente a leguminosa.

l) Em Limeira o solo não era muito pobre e a mucuna se desenvolveu relativamente bem. Entretanto, mesmo na presença de calcário, fósforo e potássio seu efeito sobre o milho foi nulo. Como a terra estava inculca, seu teor inicial de azôto devia ser elevado, o que talvez tenha tornado supérflua a adição da leguminosa.

m) Na média geral a mucuna deprimiu quase significativamente a produção em Engenheiro Hermilo, onde ela não se desenvolveu, e, em anos isolados, em alguns dos ensaios em que seu efeito médio foi satisfatório. A causa de tais depressões não foi determinada; tanto quanto se pôde verificar, elas não foram provocadas por concorrência da leguminosa ao milho ou por danos decorrentes da decomposição da matéria orgânica incorporada ao solo.

n) No ensaio de Tatuí não se plantou mucuna em 1951-52, o que possibilitou verificar, em 1952-53, o efeito residual da que foi incorporada ao solo até 1950-51. Êsse efeito foi de apenas +13%, enquanto nos dois anos anteriores êle atingiu +41 e +37%, e, nos dois posteriores, +53 e +49%.

o) Nos ensaios mais prolongados pôde-se verificar que, em regra, a produção do milho tendeu a cair com o decorrer dos anos, sendo que essa queda foi menos acentuada nos canteiros que receberam mucuna, calcário ou fósforo mais potássio, e, sobretudo, quando êsses tratamentos foram usados conjuntamente.

p) O presente estudo não permite fazerem-se recomendações específicas para diferentes tipos de solo, mas indica que os resultados da intercalação da mucuna em regra são excelentes nos solos repetidamente cultivados, deficientes de matéria orgânica e azôto, ao passo que são variáveis, por vêzes muito pequenos, nos que permaneceram inculcos (capoeiras, pastos etc.) por vários anos.

FERTILIZER EXPERIMENTS WITH CORN

XIV — EFFECT OF UNDER-SOWING THE CORN CROP WITH VELVET BEANS

SUMMARY

This paper reports the results obtained in six trials conducted in different zones of the State of São Paulo and designed to study mainly the effect of under-sowing the corn crop, grown without rotation, with velvet beans (*Stizolobium* sp.). While one of the trials, at Pindamonhangaba, was interrupted after the first crop, the others, located at Capão Bonito, Pindorama, Tatuí, Limeira, and Engenheiro Hermilo, were conducted respectively for 10, 10, 9, 5 and 3 years. The treatments compared were the following: none; ground limestone; phosphorus and potassium; limestone, phosphorus and potassium; velvet beans; limestone and velvet beans; phosphorus, potassium and velvet beans; limestone, phosphorus, potassium and velvet beans. The phosphorus and potassium fertilizers were applied annually in the furrows opened for the corn seed; the limestone was applied also annually and in the mentioned furrows, except in the last three years of the trials of Capão Bonito, Pindorama and Tatuí, when it was broadcast. The velvet beans were sown in a row between each pair of corn rows, after the beginning of the tasseling stage, and were turned under with the stovers few weeks after the harvest of the corn ears.

In most of the experiments the corn yields were fairly to highly increased by the application of phosphorus plus potassium. The response to limestone was generally very small when judged by the averages of the whole period of each trial; it was observed, however, that in the longer trials it tended to grow better as the years passed, mainly in the presence of velvet beans.

Excluding Pindamonhangaba, whose trial was conducted for only one season, the under-sowing of velvet beans increased significantly the corn yields at Tatuí, Capão Bonito and Pindorama, but not at Limeira and Engenheiro Hermilo. In the general averages of each of the experiments of Tatuí, Capão Bonito and Pindorama the response to the addition of velvet beans was practically the same in the absence or presence of either limestone or phosphorus plus potassium; during the last years, however, it was fairly better in the presence of both the amendment or the fertilizers. The application of these near the corn but far from the velvet bean plants seems to have delayed considerably their favorable influence on the effect of the leguminous. At Engenheiro Hermilo the velvet beans failed to grow, apparently because the soil was poor, the leguminous was not directly fertilized and the experiment was of short duration. The velvet beans grew fairly well at Limeira; but this trial was located on a pasture and it seems that the soil was well supplied with nitrogen. The results obtained indicate that the effect of under-sowing velvet beans is generally excellent in soils repeatedly cropped in the previous years, but doubtful in areas that have been fallow for some time.

LITERATURA CITADA

1. MENDES, CARLOS TEIXEIRA. As adubações na cultura do milho. *Rev. Soc. rur. bras.* 276:22-27. 1943.
2. MORGAN, M. G., GOURLEY, J. H. & ABLEITER, J. K. The soil requirements of economic plants. *In* Hambidge, Gove, ed. *The Yearbook of Agriculture*, 1938. Washington, D.C., U.S. Department of Agriculture. p.753-776.
3. VIÉGAS, G. P. & FREIRE, E. S. Adubação do milho. X — Ensaio com calcário. *Bragantia* 15:[169]-176. 1956.
4. ———, GARGANTINI, H. & FREIRE, E. S. Adubação do milho. XIII — Efeito da mucuna, do calcário e de outros adubos sobre as propriedades químicas do solo. *Bragantia* 19:[91]-100. 1960.
5. YATES, F. Análise de uma experiência de rotação. *Bragantia* 12:[213]-235. 1952.