

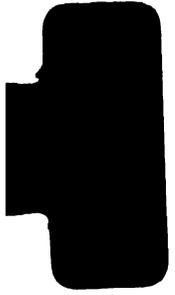
PROCISUR
IICA
DIALOGO #43



DIALOGO XLIII

MAIZ: SISTEMAS DE PRODUCCION

**PROGRAMA COOPERATIVO PARA EL DESARROLLO
TECNOLOGICO AGROPECUARIO DEL CONO SUR**



PROGRAMA COOPERATIVO PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO AGROPECUARIO DEL CONO SUR
PROCISUR

DIALOGO XLIII

MAIZ: SISTEMAS DE PRODUCCION

EDITOR: *Dr. Juan P. Puignau*

IICA
Montevideo, Uruguay
1995

IICA PROCISUR
Diálogo # 43

EV-009010

00001898

Maíz: sistemas de producción. --
ed. por Juan P. Puignau.-- Montevideo : IICA - PROCISUR, 1995.
188 p. -- (Diálogo - IICA-PROCISUR; 43)

ISBN 92-9039-273 8

Contiene trabajos presentados en: Seminario sobre sistemas de producción con el cultivo de maíz (La Estanzuela, Colonia, Uruguay : 6-10 ag. 1990)

/MAÍZ/ /ZEA MÁYZ/ /PRODUCCION/ /ANALISIS ECONOMICO/ /LABRANZA/ /MANEJO DEL SUELO/ /BRASIL/ /BOLIVIA/ /CHILE/ /PARAGUAY/ /ARGENTINA/ /URUGUAY/

AGRIS F01

CDD 630.74

Las ideas y planteamientos contenidos en los artículos firmados son propios del autor y no representan necesariamente el criterio del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

Este DIALOGO reproduce los trabajos presentados en el Seminario sobre Sistemas de Producción con el Cultivo de Maíz realizado en La Estanzuela, Colonia, Uruguay, del 6 al 10 de agosto de 1990.

Este Seminario fue coordinado por los Ingenieros Agrónomos Adelqui Damilano, Federico Blanco y Alberto Fassio.



Presentación

Este DIALOGO recoge importantes informaciones sobre aspectos relacionados a los distintos sistemas de producción del maíz en los seis países que constituyen el Cono Sur de América.

Todo cultivo se realiza dentro de un sistema de producción, que puede ser agrícola o agrícola-ganadero, intensivo o extensivo, sustentable o insustentable.

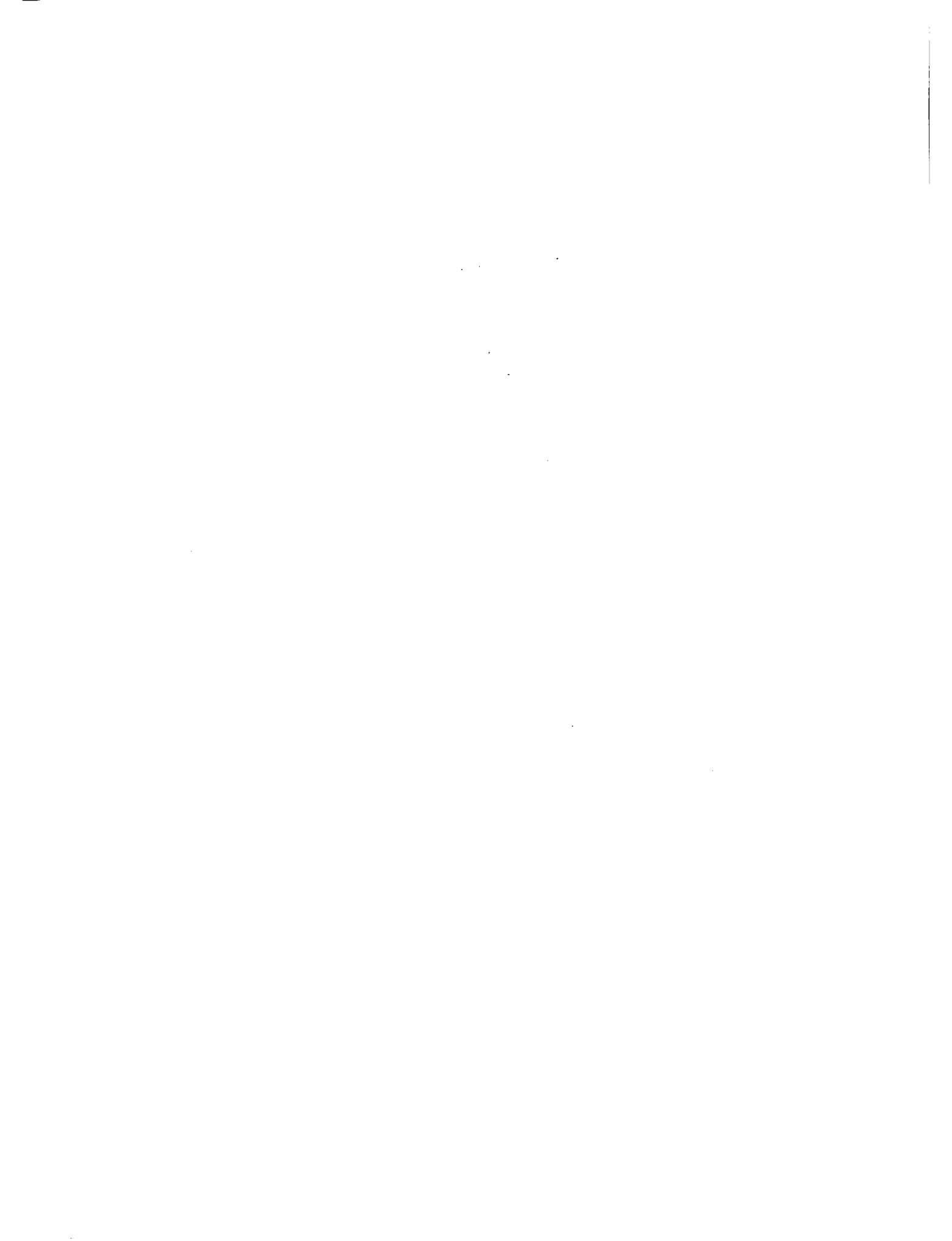
Lo que se puede constatar, de la lectura de este documento, es que los sistemas de producción pueden cambiar de país a país y de una para otra región dentro del mismo país, a causa de diferencias ecológicas, socioeconómicas y culturales.

Llama la atención, también, la fragilidad de algunos sistemas de producción de maíz, los que están demandando cambios urgentes para no dañar aún más la base de los recursos naturales que los sustentan.

El mejor sistema de producción de maíz cambia en razón de los factores antes mencionados, lo que implica que para elegirlo, además de las obvias consideraciones económicas, se debe tener en cuenta razones ecológicas y sociales.

Que este DIALOGO se constituya en una buena fuente de información para productores e investigadores de maíz de la región y también hacia afuera.

Amélio Dall'Agnol
Secretario Ejecutivo PROCISUR



Indice

- Presentación, por A. Dall'Agnol	i
- Conclusiones	1
- Análise econômica de sistemas de produção no Brasil. Uma revisão, por J. C. Garcia	3
- Estudo de sistemas de produção de milho no Brasil: Um enfoque agroecológico, por D.P. Santana	9
- El rol del maíz en sistemas transhumantes en los valles de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia por N.A. Rodríguez Méndez	23
- La dinámica de enmalezamiento y sus efectos sobre el rendimiento de arroz y maíz según el sistema de cultivo, control de malezas y uso de fertilizante en una zona de colonización, Santa Cruz de la Sierra, 1986-1989, por M. Weeb, G. González y J.L. Escobar	31
- Maíz - base de sistemas intensivos de producción en riego en Chile, por C. Lagos S., R. Velasco H. y J. González U.	39
- Estudio de variedad y densidad de poroto en asociación con maíz, por M.A. Espinoza B.	69
- Efecto del abono verde sobre el cultivo de maíz, por D. Bordón Amarilla	77
- Producción de maíz para la alimentación animal en el Paraguay, por B.C. Aguilera C....	81
- Principales factores condicionantes de la evolución maicera en la región pampeana argentina, por J.B. Pizarro	85
- Estudios de alternativas de labranza en el área maicera argentina, por V.J. Zeljkovich, L. Totis de Zeljkovich y O.M. Hansen.	119
- Situación actual sobre sistemas en Argentina, por J.J. Actis	131
- Análisis económico de ensayos de labranzas bajo condiciones de riesgo. El caso del maíz, por J.J. Actis, A. Justo y G. Vicente	135
- Evolución de los márgenes brutos de los principales cultivos. El maíz. Período 1971/72-1987/88, por J.J. Actis	141
- Situación del maíz en la agricultura uruguaya, por R. Cibils, A. Fassio, D. Risso y R. Romero	149
- Rol del maíz en los sistemas productivos de pequeños productores de Tacuarembó, por J.R. Collares	161
- Manejo de suelos y agua en el cultivo de maíz, por G. Cardellino y F. García	167
- Abonos verdes para maíz, por D. Torres, A. del Pino, O. Casanova y F. Arrondo	177
- Listas de participantes	183
- Nota del editor, por J. P. Puignau	187



Conclusiones

Durante los días 6 al 10 de agosto de 1990, se realizó en INIA La Estanzuela, el Seminario sobre Sistemas de Producción donde el Maíz es parte del Sistema, organizado por el PROCISUR y con la presencia de delegaciones de profesionales pertenecientes a Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay.

El objetivo de este Seminario consistió, principalmente, en promover el intercambio de metodologías, conocimientos y experiencias sobre esta temática, de gran importancia para la producción agropecuaria de los países participantes.

El programa desarrollado durante el transcurso del Seminario ha permitido acceder al conocimiento de las experiencias realizadas en cada país, así como entablar un interesante intercambio de ideas y discusiones.

Las conclusiones fueron las siguientes:

- De acuerdo a las exposiciones realizadas se ha podido observar un creciente interés, por parte de los investigadores, por el enfoque de sistemas como herramienta de síntesis, que facilita la integración de resultados obtenidos en la investigación por producto.
- Se remarcó la necesidad de adecuar los resultados de la investigación a la realidad agroecológica y socioeconómica en que desarrolla su actividad el productor, que señala desde hace un tiempo, la conveniencia de trabajar con sistemas de producción como elemento de síntesis.
- Cada país mostró aspectos en la aplicación del enfoque de sistemas de producción, que si bien responden a sus realidades particulares, presentan metodologías utilizables por todos ellos.
- De acuerdo a las opiniones de los investigadores, el uso intensivo de los recursos naturales por parte de los sistemas actuales de producción está deteriorando los mismos. Existe, evidentemente, un alto grado de concientización por preservar y utilizar, racionalmente, dichos recursos mediante la integración de actividades en sistemas de producción menos agresivos, más estables y que mantengan una rentabilidad aceptable, los cuales debieran ser formulados y transferidos a nivel de productor.
- Se consideró fundamental, por otra parte, la adecuación institucional que facilite la asignación de recursos por sistemas ya que el enfoque exclusivamente por productos y/o disciplinas, presenta limitaciones para el logro de los objetivos de los trabajos en sistemas.
- En el Seminario se reafirmó la importancia del cultivo de maíz como integrante de sistemas de producción, tanto extensivos como intensivos, con orientación agrícola, mixta o ganadera (lecheros).
- Se destacó la adaptabilidad y posibilidades del maíz a diferentes usos entre otros: grano para alimentación humana y animal, pastoreo directo, conservación de forraje e insumo industrial, además de la relevancia estratégica que el mismo representa como producto de auto-consumo y/o comercial para pequeños productores.
- Facilita el trabajo en sistemas de producción el conocimiento proveniente de los resultados de la investigación, destacándose, en tal sentido, la necesidad de estimular el desarrollo de experiencias de mediano y largo plazo, como por ejemplo, los estudios sobre rotaciones, sistemas físicos y su manejo integrado.

- Se recomendó estimular la formación y capacitación de recursos humanos orientados hacia ese enfoque, con el propósito de cumplimentar las diferentes etapas que requiere el trabajo en sistemas de producción. Se destacó en ese sentido, la conexión permanente con la realidad a través de metodologías rápidas de diagnóstico y estudios de caso y su complementación con la capacidad para la simulación de modelos de producción.
- Se sugirió al PROCISUR la coordinación y organización de un taller con el objetivo de ajustar metodologías para la formulación de diferentes alternativas de sistemas de producción.

Análise econômica de sistemas de produção no Brasil. Uma revisão

por João Carlos Garcia *

INTRODUÇÃO

Uma grande ênfase foi dada, quando no início da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) ao estudo dos sistemas de produção dos diversos produtos agropecuários que são objetos de pesquisa dos respectivos Centros Nacionais de Pesquisa da EMBRAPA. Estes sistemas de produção teriam por objetivo a integração de tecnologias geradas isoladamente, em um complexo produtivo que se aproximasse do executado pelo produtor. Vários enfoques foram utilizados, com o objetivo de tentar reproduzir o "sistema" utilizado pelos agricultores e testar neste qual o impacto das novas tecnologias geradas, tanto do ponto de vista da adequação como do resultado agrícola e econômico.

O que se pretende neste artigo é uma revisão de algumas das abordagens sobre sistemas de produção, da experiência do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) e de outros Centros de Pesquisa, não necessariamente vinculados ao produto milho, que podem servir para ilustrar as tentativas efetuadas para estudar este assunto no Brasil. Não serão detalhados os resultados obtidos, pois o maior interesse está na metodologia empregada na montagem dos sistemas e na sua análise. Será apresentado, ao final, um levantamento dos recentes direcionamentos, alguns ainda na fase de projeto, que pode fornecer uma idéia do progresso realizado na tentativa de compreender e analisar os sistemas de produção existentes na agricultura brasileira.

ALGUMAS ABORDAGENS SOBRE SISTEMAS DE PRODUÇÃO

- Avaliação de sistemas de produção de milho em solos de cerrado

O objetivo foi analisar o comportamento da cultura do milho em solos sob vegetação de cerrado. Foram instaladas dez parcelas de 500 m² cada, com duas repetições, sendo estudados aspectos como: influência de métodos de aplicação de adubação fosfatada (em sulco ou combinações a lanço no início x sulco a cada ano), adubação verde (intercalar ou rotação) e rotação milho-soja (Cruz et alii 1984). O tamanho da parcela visava principalmente eliminar, ou ao menos reduzir, o excessivo controle experimental de forma a tentar uma maior aproximação com as condições dos agricultores. Um resumo dos sistemas encontra-se no Quadro 1. Estes sistemas foram conduzidos por seis anos, entre os anos agrícolas 1975/76 e 1980/81.

A análise dos resultados incluiu considerações de ordem agrônômica e econômica. Para normalizar o efeito das condições climáticas e para evitar o efeito das diferentes populações de plantas por parcela foram ajustadas equações matemáticas do tipo quadrática, raiz quadrada e logarítmica. A forma completa da equação quadrática foi a seguinte:

$$PRD = b_0 + b_1S + b_2S^2 + b_3D_1 + b_4D_2 + b_5A_1 + b_6A_2 + b_7A_3 + b_8A_4 + b_9A_5 + b_{10}R + b_{11}D_1R + b_{12}RA_1 + b_{13}RA_3 + b_{14}RA_5$$

onde: PRD é a produção de milho em kg/ha;

S é a população de plantas por área;

D₁ e D₂ são variáveis tipo zero-um que caracterizam combinações de sistemas de aplicação de adubação fosfatada.

A_i (i = 1, ..., 5) são variáveis do tipo zero-um que caracterizam os anos.

* Engenheiro Agrônomo, M.Sc. em Economia Rural. Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo da EMBRAPA. Sete Lagoas, M. Gerais, Brasil.

Ré uma variável do tipo zero-um que caracteriza os sistemas com rotação milho-soja.

Quadro 1. Sistemas de produção de milho instalados em latossolo vermelho-escuro, fase cerrado, em Sete Lagoas, no período de 1975 a 1987.

Sistema	Adubação		Culturas
	Correção (a)	Manutenção (b)	
1	0	0-80-30	Milho contínuo
2	0	20-80-30	Milho contínuo
3	120	20-60-30	Milho contínuo
4	240	20-40-30	Milho contínuo
5	0	20-80-30	Milho + mucuna preta
6	120	20-60-30	Milho + mucuna preta
7	0	20-80-30	Crotolária em 1975/76 e milho contínuo
8	120	20-60-30	Crotolária em 1975/76 e milho contínuo
9	0	20-80-30	Rotação soja/milho
10	120	20-60-30	Rotação soja/milho

a)Kg de P_2O_5

b)Kg de N-P-K por hectare.

Fonte: Cruz et alii (1984).

Os valores de PRD, obtidos através das equações ajustadas, são que foram utilizados para a análise econômica.

Como os custos e benefícios dos sistemas são distribuídos ao longo dos anos, foi utilizado o critério do valor presente para a comparação econômica entre os sistemas. Este critério permite avaliar o resultado de investimentos iniciais de aplicação de fósforo e a consideração da produção de soja nos sistemas com rotação.

- Avaliação de sistemas de produção de milho em Sete Lagoas

O objetivo deste experimento foi avaliar o comportamento de 10 sistemas obtidos a partir de combinações entre densidades de plantio, níveis de

adubação e métodos de controle de ervas daninhas (Cruz et alii, 1980). Estes tratamentos representam diferentes sistemas de produção, com aproximações e variações de pacotes tecnológicos desenvolvidos para a cultura, em reuniões que envolveram pesquisadores, extensionistas e produtores. Em cada parcela foram utilizados implementos, equipamentos e insumos mais condizentes com a tecnologia empregada. Um resumo dos sistemas, que foram instalados segundo um delineamento em blocos ao acaso com duas repetições em uma área total de 1.000 m² por parcela, está no Quadro 2.

Os dados obtidos serviram para dois tipos de análise econômica. Na primeira (Cruz et alii, 1980) foram empregados os cálculos normais de avaliação de custos de produção e de receita. Os custos e receitas assim calculados servem para comparar o desempenho econômico de práticas substitutas (herbicidas e cultivo mecânico p. ex.) em situações semelhantes. Servem também para avaliar os sistemas como um todo em comparação com os demais, além de possibilitar uma avaliação média do acréscimo de produtividade necessária para cobrir os custos de sistemas com diferentes níveis de uso de insumos ou práticas agrícolas.

O segundo tipo de análise surgiu e consequentemente o retorno econômico variavam entre anos agrícolas. Nesta análise, os resultados destes sistemas foram avaliados por meio de técnicas que introduziam considerações com respeito ao risco na atividade agrícola (Garcia & Ruas 1981).

Como os sistemas foram instalados por apenas três anos, somente três observações por sistema eram disponíveis. Para obter a curva de distribuição de probabilidade foi utilizada a técnica de "dados esparsos" (Anderson, 1973). A partir da curva de distribuição de probabilidade assim obtida, parâmetros estatísticos como média, desvio-padrão e o coeficiente de assimetria dos rendimentos físicos por área plantada podem ser obtidos. Com estes parâmetros, foi possível traçar um gráfico de lucro esperado e desvio-padrão e ter-se uma noção dos sistemas de melhor comportamento com relação ao risco.

Quadro 2. Resumo das características dos sistemas de produção testados no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo

Sistema	Plantio		Adubação		Controle de Ervas	
	Sementes/m	Equipamento	Plantio	Cobertura	Método	Equipam.
			N-P-K	N		
1	6-7	trator	20-60-30	40	químico	trator
2	4-5	trator	20-60-30	0	mecânico	trator
3	4-5	trator	0-0-0	40	mecânico	trator
4	6-7	trator	20-60-30	40	mecânico	trator
5	6-7	trator	30-90-45	60	químico	trator
6	4-5	trator	20-60-30	40	mecânico	trator
7	4-5	trator	10-30-15	20	mecânico	trator
8	4-5	trator	20-60-30	40	químico	trator
9	4-5	animal	10-30-15	20	mecânico	animal
10	4-5	animal	0-0-0	0	mecânico	animal

Fonte: Cruz et alii (1980).

Com a curva de distribuição de probabilidade é possível utilizar-se também da técnica da dominância estocástica (Anderson et alii, 1977) para selecionar os sistemas eficientes quanto ao risco. Comparando os sistemas selecionados no que diz respeito a características como: lucro médio; mediana do lucro; desvio-padrão do lucro; probabilidade de prejuízos; maior prejuízo; maior lucro e probabilidade de um sistema fornecer retorno econômico inferior a outro, foi possível avançar-se mais na análise dos sistemas e selecionar apenas um que teria mais possibilidade de ser adotado pelos agricultores.

- Sistemas de produção de leite

No caso do estudo de sistemas de produção de leite a nível de estação experimental, existem dificuldades que não ocorrem em estudos com culturas agrícolas. Como o tamanho mínimo necessário é relativamente grande em termos de área, número de animais, benfeitorias etc., os custos da implantação de vários sistemas diferentes são altos. Devido a isto, apenas um número reduzido de modelos podem ser avaliados, o que implica em dificuldades de ordem estatística para a análise dos efeitos de cada componente particular (Gardner & Alvin 1980).

Uma abordagem utilizada no caso da produção de leite no Brasil é a montagem de uma única unidade nas estações experimentais, geralmente conhecido como "modelo físico". Procura-se então a partir de uma situação ao menos semelhante aos das propriedades da região e pela introdução de novas técnicas desenvolvidas pela pesquisa, atingir determinadas metas pré-estabelecidas (EMBRAPA/CNPGL, 1985).

Estes "modelos físicos" tem servido basicamente para difusão de tecnologia, para a geração de indicadores técnicos e econômicos necessários a modelos de simulação de sistemas econômicos alternativos (EMBRAPA/CNPGL 1986) e, para estudos de custo de produção de leite.

A análise econômica e agrônômica do desempenho do sistema assim instalado são levantados de forma usual, com cálculo de custo de produção, fluxo de caixa, índices zootécnicos etc. (Gomes et alii, 1986 e Oliveira 1986). A interação com outros produtos agrícolas é feita apenas na medida em que existe utilização destes no sistema instalado. No Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (EMBRAPA/CNPGL 1985) existe uma área de 4,5 ha de milho (com um sistema fixo de produção) e de cerca de 8 ha

de cana. No sistema instalado na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais existe uma área de 8 ha de milho e 2 ha de soja (Ferreira et alii, 1986). O milho é geralmente utilizado para silagem e, no caso de eventuais frustrações de safra, produtos agrícolas colhidos fora do sistema são usados para complementar as necessidades. Neste caso seu preço, para análise econômica, é o de mercado.

De um modo geral, os sistemas atuais apresentam pequenas diferenças com relação aos implantados inicialmente. Estas diferenças nas práticas utilizadas refletem as tecnologias geradas e as necessidades observadas na condução do rebanho.

Uma alternativa a estes modelos "físicos" de produção é o emprego da técnica de simulação, onde é possível a estimativa dos impactos de alterações em componentes do sistema sobre o desempenho global desta através do uso de computadores. Um exemplo da aplicação desta técnica no Brasil está em Brockington et alii, 1983.

- Sistemas de produção em agricultura irrigada

Com o crescimento do número de sistemas de irrigação em uso no Brasil nos últimos anos, uma melhor compreensão do interrelacionamento entre as culturas possíveis e serem exploradas passou a ser necessária. Como a irrigação possibilitou, em áreas não tradicionais, a colheita de duas safras por ano (existem sistemas experimentais com três), a escolha dos produtos a serem cultivados, a interrelação entre estas culturas, a sua distribuição temporal, a apropriação de custos por produto agrícola e a própria definição sobre o sistema de irrigação a ser utilizado passaram a ser objetos importantes de pesquisa.

Como estes sistemas de irrigação são de dimensões relativamente grandes e de alto custo de instalação, as primeiras tentativas de se estudar os aspectos levantados acima foram por meio de planilhas eletrônicas (Mattoso & Silva 1989). Os coeficientes técnicos entretanto foram obtidos em lavouras extensivas e irrigadas de milho, instaladas no Centro Nacional de Pesquisa em Agricultura Irrigada da EMBRAPA.

O modelo é composto por cinco etapas. A primeira considera os custos de mão-de-obra, máquinas e equipamentos agrícolas disponíveis. A segunda trata dos custos da irrigação, incluindo o equipamento que no caso é um pivô central. A terceira considera o custo de preparo da infra-estrutura agrícola (desmatamento, correção e conservação de solo). A quarta refere-se ao custo das culturas a serem implantadas e a quinta globaliza todos os aspectos acima e calcula as receitas total, bruta e líquida, o ponto de equilíbrio e a taxa de retorno sobre os custos. O objetivo desta formulação do modelo é que qualquer destas etapas podem ser alteradas independentemente das outras, de tal forma que simulações são possíveis e testes de sensibilidade podem ser realizados.

NOVAS ABORDAGENS NO ESTUDO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Com base na experiência adquirida durante estes anos passados, novas abordagens estão sendo desenvolvidas para o estudo de sistemas de produção, seja para atingir determinados objetivos que anteriormente se pretendia atingir por meio dos sistemas, seja para contornar algumas dificuldades apresentadas nestes estudos que, de certa forma, lançavam dúvidas sobre a efetividade de seus resultados.

No Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) planeja-se um estudo onde aspectos de ordem ecológica são levados em consideração, no que diz respeito à definição dos sistemas de produção em uso pelos agricultores (Santana 1990).

No que diz respeito aos sistemas de produção irrigados existe um projeto de pesquisa em execução no CPMS onde a caracterização das regiões com concentração onde os equipamentos de irrigação e o acompanhamento de sistemas irrigados pré-selecionados são os objetivos básicos. A partir dos dados de acompanhamento periódicos é possível avaliar os seguintes aspectos: o comportamento dos proprietários em resposta aos estímulos de mercado; os fatores condicionantes na escolha das culturas a serem exploradas e da tecnologia a ser empregada;

os parâmetros de eficiência técnica dos equipamentos de irrigação e, por fim, a eficiência agrônômica do sistemas irrigados. Com estas informações é possível, por meio de planilhas de cálculo ou de programas especialmente desenvolvidos, avaliar o desempenho econômico dos sistemas irrigados em diferentes padrões de gerenciamento. A vantagem deste tipo de abordagem é que os dados são coletados sistematicamente dos agricultores. O cuidado necessário é tentar não influir no gerenciamento do agricultor, o que, pelo número de visitas a serem efetuadas talvez seja difícil.

Com relação aos sistemas de produção de leite, pesquisadores do Centro Regional do Centro-Oeste da EPAMIG estão planejando instalar o acompanhamento sistemático da produção de leite em 12 fazendas da região. De certa forma é uma versão modificada, para pecuária leiteira, do sistema proposto para agricultura irrigada. A diferença entre as duas abordagens está em que serão sugeridas mudanças no sistema de produção das fazendas, que poderão ou não ser aceitas pelos agricultores.

Para finalizar, a atividade de estudo de sistema de produção que mais se desenvolveu, talvez pela própria continuidade que apresentou, foi a relativa à produção de leite no CNPGL. Os coeficientes técnicos coletados no 10 anos de funcionamento do sistema físico instalado na área do CNPGL, servem hoje para a montagem da planilha oficial, que orienta o reajuste do preço do leite no Brasil (controlado pelo governo até o mês de junho de 1990). Deste sistema físico passou-se ao acompanhamento de fazendas, em conjunto com órgãos estaduais de extensão rural. Esta atividade a nível de propriedades particulares cresceu e hoje envolve também produtores vinculados a cooperativas e fornecedores de leite para empresas privadas de uma ampla região de Minas Gerais. Atualmente cada produtor acompanhado preenche registros mensais (com evolução do rebanho; alimentação fornecida; receitas pela venda de leite, animais, etc.; despesas com mão-de-obra, máquinas e insumos e outros gastos), semestrais (onde são avaliadas as modificações em fatores fixos como: terra, estoque de animais, edificações, máquinas e benfeitorias etc.) e anuais (que trata basicamente de aspectos gerenciais

e tecnológicos). Em troca o produtor recebe toda uma análise do desempenho econômico e tecnológico de sua atividade de produção de leite (a análise do desempenho tecnológico é enviada também aos responsáveis públicos ou privados pela assistência técnica a sua propriedade).

CONCLUSÕES

Uma série de abordagens foram empregadas na tentativa de avaliar sistemas de produção de serem difundidos aos agricultores. No início tratou-se de realizar uma espécie de síntese dos conhecimentos já existentes, de forma de verificar seu desempenho em áreas experimentais de maior tamanho e um pouco menos sujeitos a um excessivo controle experimental. A tendência destas experiências tem sido sua substituição por dois tipos de abordagem. Uma delas são os sistemas gerados em computador (por simulação), com os pontos que apresentam alguma dificuldade de definição, sendo analisados entre agricultores para obtenção de coeficientes técnicos mais precisos. A outra consiste no acompanhamento de sistemas em produtores "típicos" com a metodologia de estudos de casos. Ambos apresentam suas vantagens, e o ideal seria uma combinação entre elas, com os sistemas de computador indicando os pontos com necessidade de serem mais aprofundados, o que seria feito a um custo baixo pelo acompanhamento de um número reduzido de produtores agrícolas.

LITERATURA CITADA

ANDERSON, J. 1974. Risk efficiency in the interpretation of agricultural production research. *Review of Marketing and Agricultural Economies*. New South Wales, 42 (3): 131-184.

——— 1973. Sparse data, climatic variability, and uncertainty in response analysis. *American Journal of Agricultural Economics*. Menasha, 55 (1): 77-82.

BROCKINGTON, N. R.; TEIXEIRA, N. M.; ASSIS, A. G. de; GONZALES PERES, C. A. & VERA INFANZON, R. R. 1983. Modelo bioeconômico de sistemas de produção de leite na Zona da Mata de Minas Gerais. Coronel Pacheco, MG, Brasil. CNPGL/EMBRAPA. 57 p. (CNPGL/EMBRAPA. Documentos, 8).

- CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; CORREA, L. A.; SILVA, A. F. da & VIANA, A. C. 1984. Análise comparativa de sistemas de produção de milho em solo de cerrado. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 15, Maceió, AL, Anais. Brasília, Brasil. DDT/EMBRAPA 1986. p. 331-340. (CNPMS/EMBRAPA. Documentos, 5).
- ; SILVA, A. F. da; MEDEIROS, J. B. de; RUAS, D. G. G. & GARCIA, J. C. 1980. Sistema de produção de milho, avaliação agronômica e econômica. Sete Lagoas, CNPMS/EMBRAPA, 37 p. (CNPMS/EMBRAPA. Documentos, 2).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 1985. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite. Coronel Pacheco-MG, Brasil. 3 ed. res. ampl. Sistema de produção implantado no CNPGL. Coronel Pacheco, 76 p. (CNPGL/EMBRAPA. Documentos, 1).
- FERREIRA, J. J.; LIMA, A. L. E.; MIRANDA, C. S. de & MARQUES NETO, J. 1986. Sistema de produção de leite para a região Metalúrgica de Minas Gerais; resultados zootécnicos. Inf. Agropec., Belo Horizonte, Brasil 12 (137): 3-6.
- GARCIA, J. C. & RUAS, D. G. 1981. Seleção de sistemas de produção para milho em condições de risco. R. Econ. Rural, Brasília, Brasil 19 (4): 585-595.
- GARDNER, A. L. & ALVIM, M. J. 1985. A relevância dos resultados de pastagens para os sistemas reais de produção de leite. Coronel Pacheco, MG, Brasil. CNPGL/EMBRAPA. 53 p. (CNPGL/EMBRAPA. Documentos, 23).
- GOMES, A. T.; CASTRO, F. G. de & ASSIS, A. G. de. 1986. Análise técnico-econômica de sistemas de produção de leite. Coronel Pacheco, MG, Brasil. CNPGL/EMBRAPA. 34 p. (CNPGL/EMBRAPA. Documentos, 30).
- MATTOSO, M. J. & SILVA, W. L. C. 1989. Modelo para estimativa de custos de produção de culturas irrigadas; caso do milho irrigado por pivô central. Parnaíba, PI. CNPAI/EMBRAPA. 22 p. (CNPAI/EMBRAPA. Circular Técnica, 1).
- OLIVEIRA, A. C. de. 1986. Sistema de produção de leite para a região Metalúrgica de Minas Gerais; resultados econômicos. Inf. Agropec., Belo Horizonte, Brasil 12 (137): 6-9.
- SANTANA, D. P. 1990. Estudo de Sistemas de produção de milho no Brasil: Um enfoque agroecológico. Trabalho apresentado no "Seminário sobre sistemas de produção onde o milho é um componente do sistema". Colonia, Uruguai, 27 p.

Estudo de sistemas de produção de milho no Brasil: um enfoque agroecológico

por Derli Prudente Santana *

INTRODUÇÃO

Com seus 8.511.965 km de superfície, ocupando cerca de 48 por cento da área total da América do Sul, o Brasil, é um país que apresenta características continentais. Suas terras se estendem desde 5°16' de latitude norte (Serra do Caburá, na fronteira com as Guianas) até 33°45' de latitude sul (Arroio Chuí, no Rio Grande do Sul) e desde 34°45' (Ponta do Seixas, na Paraíba) até 75°59' de longitude oeste (Serra de Contamana, no Acre).

Devido à sua grande extensão latitudinal e a posição geográfica de seu território, o Brasil se estende por duas zonas climáticas: a tropical e a subtropical (Figura 1).

As baixas latitudes e as modestas altitudes (apenas 0,5 por cento do território brasileiro tem altitudes superiores a 1.200 m) são os principais fatores que fazem do Brasil um país de climas quentes (Quadro 1). Os índices de pluviosidade, na maior parte do país, são superiores a 1.000 mm anuais, mas a duração do período seco varia bastante (Figura 2).

Como resultado dessa variedade climática o Brasil possui formações vegetais que variam na exuberância, na densidade e na extensão, de uma região para outra. A vegetação sendo uma expressão de combinação dos fatores clima e solo, expressa, na realidade domínios naturais. Assim, as províncias vegetacionais do Brasil (Figura 3), expressam, na realidade, os grandes domínios naturais brasileiros.

Quadro 1. O Brasil é um país de climas quentes.

Cidade	Latitude	Média térmica anual (1987) (°C)
Macapá	0°	27,3
São Luis	2°	26,6
Aracaju	10°	26,2
Salvador	12°	25,2
Vitória	20°	24,9
Florianópolis	27°	20,4
Porto Alegre	30°	19,3

Fonte: IBGE, Anuário Estatístico do Brasil, 1988.

A região da floresta amazônica, no norte brasileiro, apresenta precipitação elevada e constante, e alta umidade relativa do ar. Este ambiente favorece sobremaneira a incidência de doenças e aumenta as dificuldades na maturação e colheita de algumas culturas. Quando a vegetação natural é removida, essas precipitações elevadas facilitam a lixiviação e o arraste de nutrientes, depauperando ainda mais um ecossistema caracteristicamente pobre em nutrientes.

No domínio da caatinga, no nordeste brasileiro, estão as áreas mais secas, muito mais devidas à irregularidade das precipitações do que aos totais das mesmas. Estas áreas perdem, paradoxalmente, grande quantidade de água, com enchentes catastróficas. Nos anos chuvosos, o solo raso e pouco protegido por vegetação, condiciona uma grande remoção de solos e nutrientes, por erosão.

Na região dos cerrados, no centro-oeste brasileiro, há uma variação estacional muito pronunciada na

* Engenheiro Agrônomo. PhD, Pesquisador Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo/EMBRAPA. Sete Lagoas-MG. Brasil.

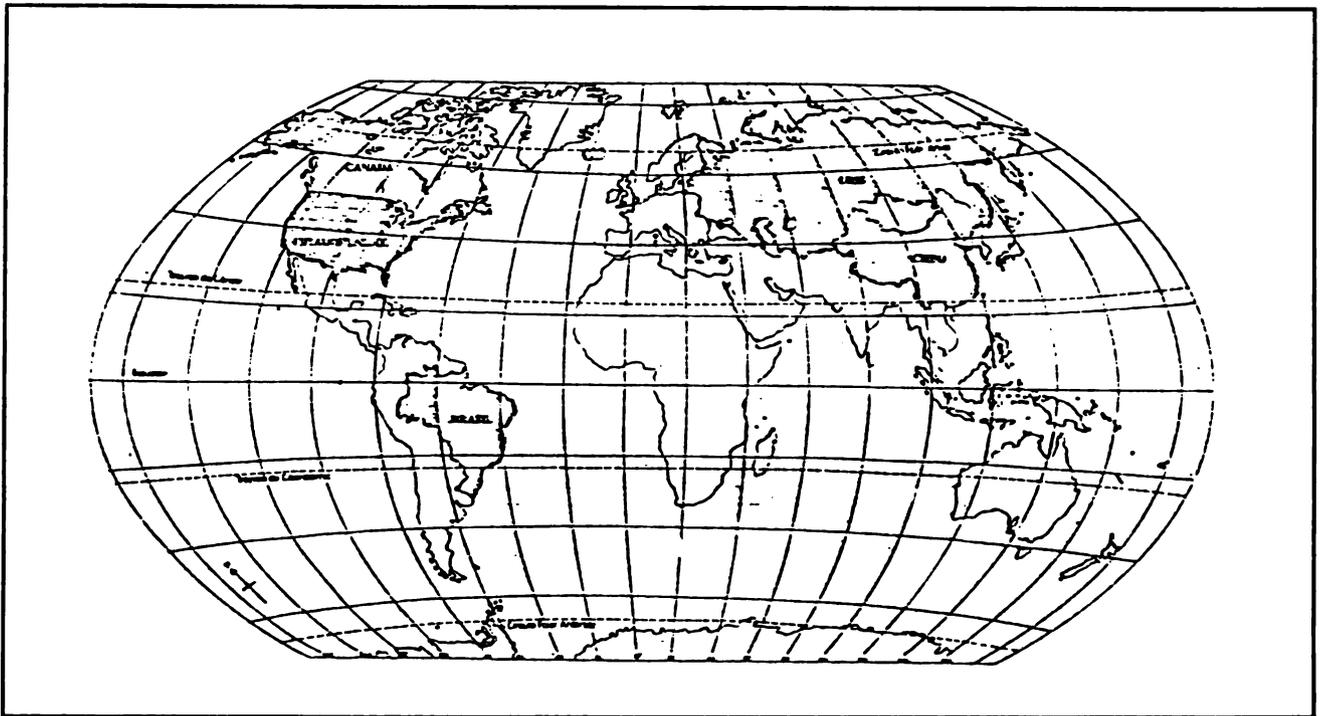


Figura 1. Ocupando cerca de 48 por cento da área total da América do Sul, o Brasil se estende por duas zonas climáticas: a tropical e a subtropical.

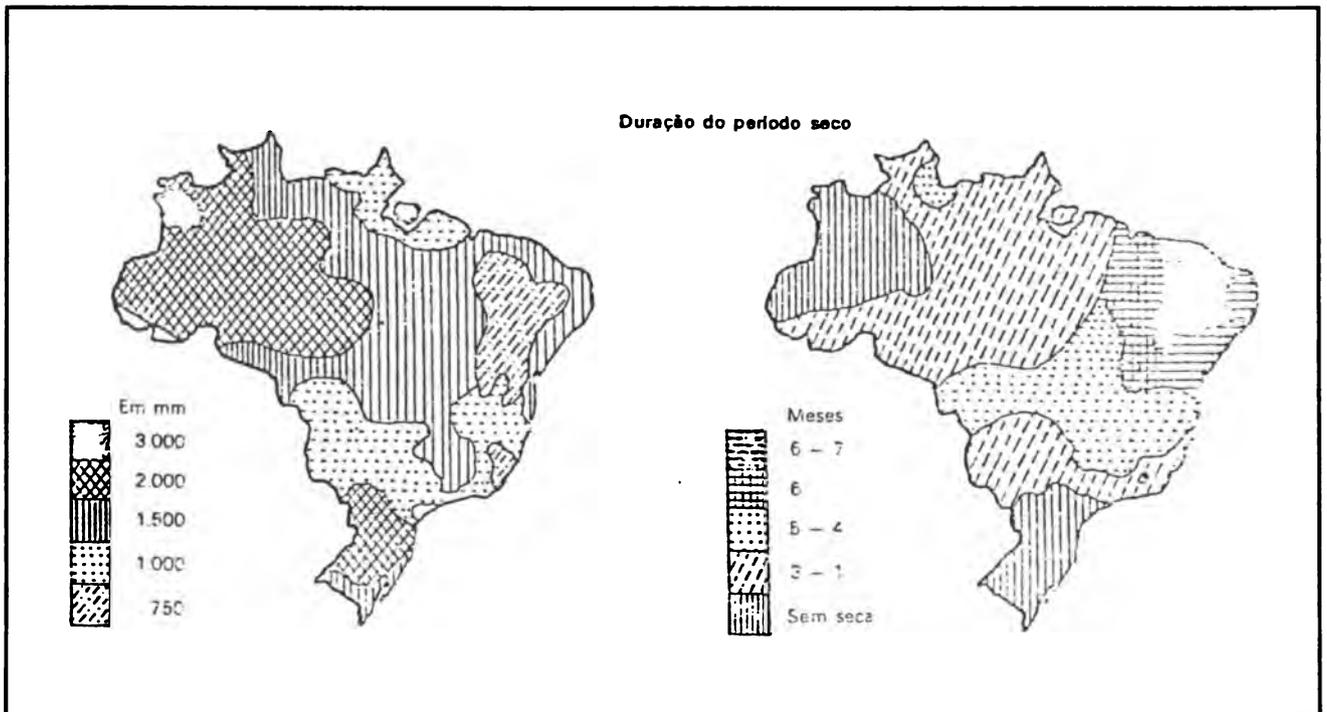


Figura 2. Variabilidade de precipitação e de duração do período seco no Brasil. (PRONI, 1987).



Figura 3. Grandes domínios naturais brasileiros. (Adaptado de Ab'Saber).

disponibilidade de água no solo, havendo inclusive os chamados veranicos, (períodos secos inseridos no período chuvoso), determinando grandes variações na produção das plantas de sistema radicular mais superficial. É aí o grande domínio das áreas planas, mecanizáveis, mais muito pobres, principalmente em fósforo e cálcio.

A chamada Mata Atlântica, ocupa as áreas acidentadas do sudeste do Brasil e ao longo de quase toda a costa e apresenta, em geral, menor número de meses secos do que a região dos cerrados. É aí onde se encontra a mais exuberante rede de drenagem perene do Brasil.

A mata de araucária, no sul tropical, apresenta temperaturas médias anuais mais baixas e com extremos de temperatura muito acentuados. As precipitações em geral são mais bem distribuídas do que, por exemplo, no Planalto Central mas, mesmo aí os veranicos determinam freqüentemente grandes variações de produção. Apesar das características gerais delineadas, esta região, pela diversidade de cotas e latitude mais acentuadas, apresenta uma grande multiplicidade de ambientes que ajuda a

diversificar, ao lado de aspectos étnico-culturais, a sua paisagem agrícola.

Os domínios acima definidos são, na realidade formados por uma mosaico de ambientes contrastantes. E, em cada um deles o homem tem, ao longo dos anos no contexto sócio-econômico e geográfico em que se encontra, adaptado de alguma forma as suas atividades, especialmente aquelas voltadas para o setor agrícola. A agricultura, desta maneira, está estreitamente determinada por condicionamentos de ordem física (solo, clima, organismos) e sócio-econômicos (homem), que interagem de forma específica a nível de espaço agrícola. Isto é particularmente verdade com a cultura do milho.

O milho é produzido em quase todo o território brasileiro, estendendo-se uma faixa territorial que vai do equador ao paralelo 30° sul (Figura 4). Apesar desta grande dispersão geográfica de produção, existe uma substancial concentração no centro-sul, onde os rendimentos culturais são bem mais elevados (Quadro 2).

Quadro 2. Produção, área e rendimento por regiões. (safra 1987/88).

Regiões	Produção		Área		Rendimento	
	1.000 t	%	1.000 t	%	kg/ha	índice
Norte	597	2,41	427	3,24	1.398	74
Nordeste	2.046	8,27	3.207	24,33	638	34
Centro-Oeste	4.387	18	1.698	13	2.584	138
Sudeste	7.253	29	2.991	23	2.425	129
Sul	10.466	42	4.877	37	2.146	114
Total	24.749		13.200		1.875	100

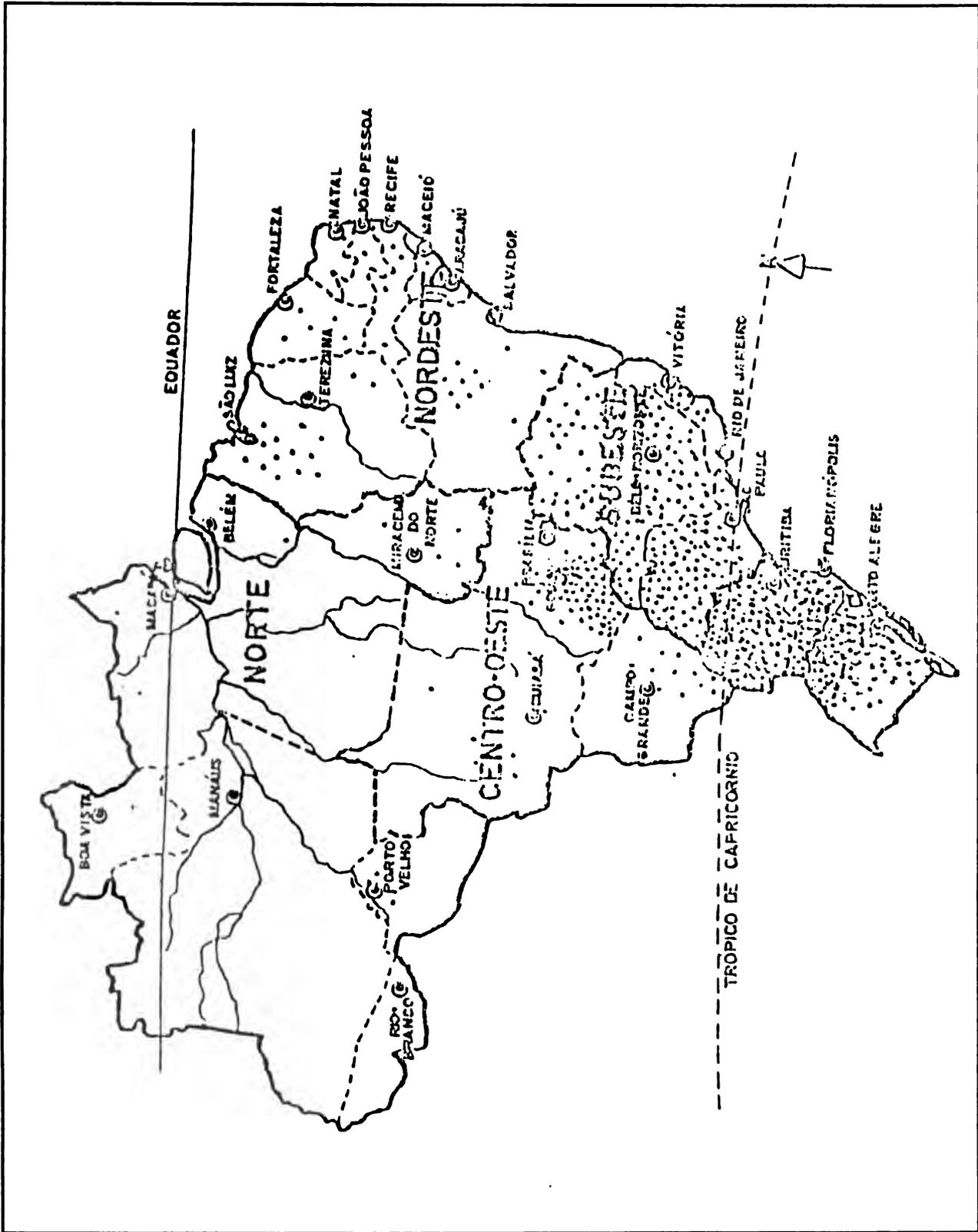


Figura 4. Concentração geográfica da produção de milho no Brasil.

Do ponto de vista geográfico, considera-se comumente que a cultura do milho no sul, sudeste e centro-oeste, seja uma atividade diferenciada da cultura do milho no norte e nordeste. As regiões centro-oeste, sudeste e sul, respondem por praticamente 88 por cento da produção brasileira, ficando os restantes 12 por cento as regiões norte e nordeste. Do total produzido, 42 por cento da região sul, 28 por cento da sudeste e 18 por cento da centro-oeste.

Tradicionalmente as duas regiões maiores produtoras que são sul e sudeste, detinham também os maiores rendimentos. Contudo, como mostra o Quadro 2, hoje o centro-oeste, com 26 toneladas por hectare, é a região brasileira de maior rendimento médio para a cultura do milho. Isto se deve a fatores do meio-físico e aspectos sócio-econômicos. Em termos de meio-físico, essa é a região dos cerrados onde os solos são ácidos e pobres, mas apresentam propriedades físicas e topografia extremamente favoráveis a uma mecanização intensiva. Há cerca de vinte anos o baixo custo da terra e programas do governo federal dirigidos para a expansão da fronteira agrícola na região do cerrado (POLOCENTRO), atraíram para o local agricultores de melhor nível empresarial. Os incentivos do governo possibilitaram a adoção de tecnologias adequadas àquelas condições (corretivos, fertilizantes, mecanização), transformando uma região até então inexpressiva, em termos agrícolas, num importante celeiro de grãos do Brasil. O centro-oeste é hoje um bom exemplo de um local onde o homem (aspectos sócio-econômicos) tem interagido positivamente com um ambiente naturalmente limitado para fins agrícolas.

O rendimento médio não é uniforme dentro de cada região. Em plantios mais tecnificados são encontrados produtividades bem mais elevadas, acima de seis toneladas por hectare. Estes plantios, entretanto, ainda são pouco expressivos, não contribuindo para elevarem significativamente as médias nacionais, regionais e até estaduais.

Por outro lado, o objetivo do produtor, especificamente com relação ao milho, pode induzir a formas de condução diferenciadas. Existem as lavouras

conduzidas de forma bem tecnicada e voltadas para o mercado, onde procura-se atender à demanda da indústria e de atividades de criação animal. Outra parcela de produção reveste-se de uma característica de cultura de apoio as atividades principais da fazenda. Nestes casos, por não serem o primeiro negócio do fazendeiro, não merecem também sua melhor atenção, embora sejam atividades importantes. Por fim, existe uma parcela da produção conduzida como atividade de subsistência em que o objetivo primeiro do produtor é a reprodução da força de trabalho familiar, para o que ele procura otimizar o uso dos limitados recursos de que dispõe.

Em resumo, o Brasil apresenta uma grande variabilidade do meio físico e de aspectos socio-econômicos. Neste quadro, o milho é cultivado nos mais diferentes sistemas de produção, invalidando qualquer tentativa de receita única que, na maioria das vezes, procura-se dar ao tema. Assim, o que se procura nessa discussão é apresentar um enfoque metodológico que dê um tratamento às dimensões físicas e sócio-econômicas, pois qualquer estudo de enfoque agrícola, por mais complexo e sofisticado que seja em sua concepção e execução, não poderá furtar-se ao determinismo provocado pela estreita interação entre o homem e seu meio ambiente.

OBJETIVOS

O objetivo geral da presente proposta metodológica é o conhecimento dos diferentes sistemas de produção de milho no Brasil, dentro de um enfoque agroecológico, onde há um tratamento das dimensões físicas e sócio-econômicas.

Especificamente:

- a) Conhecer os ambientes agroecológicos das principais regiões produtoras de milho e sua influência sobre a produção.
- b) Conhecer os ambientes sócio-econômicos das principais regiões produtoras e sua influência sobre a produção de milho.

- c) Identificar os diferentes sistemas de produção de milho, predominantes nas principais regiões produtoras.
- d) Analisá-los no aspecto de limitações da produção e da produtividade do milho.
- e) Subsidiar o estabelecimento de prioridades de pesquisa que possibilitem melhorar os sistemas vigentes.

- Conceitos básicos

A metodologia a ser apresentada apresenta aspectos já discutidos por diferentes autores (Beek, 1978; Beek and Bennema, 1972; Bennema *et alii* 1965; FAO, 1979; Hart, 1979, Myers and Shelton, 1980; Resende, 1983; Sys, 1981). Contudo, dado o enfoque e o contexto a ser inserido, é importante discutir-se alguns conceitos fundamentais.

Criação e teste de modelos

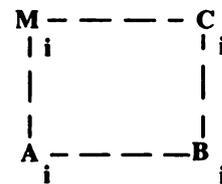
A reação tradicional do homem diante da complexidade aparente do mundo a sua volta tem sido a de fazer, para si mesmo, um quadro simplificado e inteligível do mundo. A mente decompõe o mundo real numa série de sistemas simplificados alcançando, num ato, uma visão superior das características essenciais de um domínio. Essa construção mental que fazemos da realidade, calcados nas nossas observações, experiências e modos de sentir é chamada de "modelo".

A idéia básica a nortear a formulação de modelos é a de que "a ciencia deve começar nos fatos e terminar nos fatos", o que ilustraremos a seguir, explicando a mecânica de elaboração de um modelo (Resende, 1982).

De um conjunto de observações A, relativas a um determinado fato, construímos por um processo mental, um modelo (uma hipótese) M. Este modelo, por implicações lógicas, conduz a determinadas conseqüências C que deverão ser verificadas como teste de aplicabilidade ou previsão do modelo. A não verificação do modelo M através da observação B

indica a necessidade de anexá-la às observações A e reformular M.

Assim temos:



A = observações iniciais

B = modelo ou hipótese

C = conseqüência lógica do modelo

B = verificação da conseqüência ou seja teste do modelo

i = índice expressando os ciclos de modelos

Em resumo, tem-se então a seqüência: observações - criação de hipótese (modelos) - conseqüência lógica deste modelo - testes com as novas observações pertinentes às conseqüências lógicas. Está implícito que o modelo deverá sofrer modificações toda vez que uma só observação não verifique as conseqüências que seriam deduzidas do mesmo. Portanto, na realidade, existem maiores ou menores aproximações da verdade. Pode-se mesmo imaginar que a verdade V é aproximada cada vez mais (como uma noção de limite) à medida que o número de observações i cresce, assim:

$$V = \lim_{i \rightarrow \infty} M_i$$

O Tetraedro Ecológico

O homem primitivo dependia, para sua sobrevivência, da caça, pesca e plantas comestíveis encontradas ao seu redor, sendo assim, altamente dependentes dos recursos naturais disponíveis. Sua adaptação ao meio era total pois ele vivia como parte integrante deste e provavelmente, não causando maiores impactos ao equilíbrio ambiental do que qualquer outra espécie viva.

Aprendendo a controlar o fogo e a fazer ferramentas, o homem pôde deixar de ser nômade e se assentar. Para isso foi de crucial importância o advento revolucionário da agricultura. Nesta fase, o homem passou a desenvolver trabalhos que modificavam o meio natural para produzir vegetais e ou animais úteis a si próprio. A agricultura, então, possibilitou ao homem transcender aos limites naturais impostos pelo meio físico, porque ele passou a modificá-lo em seu próprio benefício.

Desde esta remota origem, a agricultura tem sofrido uma evolução contínua, revelando ênfase, principalmente, ao aspecto modificação do meio físico. Contudo, apesar do avançado nível de sofisticação tecnológica de que hoje dispomos, como engenharia genética, informática, etc., os maiores problemas da agricultura ainda estão relacionados com as condições adversas do meio físico e como o homem interage com este. A agricultura, desta maneira, está estreitamente determinada por condicionantes de ordem física (solo, clima, organismos) e sócio-econômicos (homem), que interagem de forma específica a nível de espaço agrícola.

Conforme Resende (1982), as diversas inter-relações entre os aspectos sócio-econômicos (homem) e os fatores físicos podem ser representados pelo tetraedro ecológico (Figura 5).

Com o tetraedro pretende-se mostrar, esquematicamente, as inter-relações de dependência dos quatro vértices. Para isso, enfoque-se, com mais cuidado, os seguintes aspectos:

1. No tetraedro, os vértices da base representam os fatores ecológicos: clima, solo e organismos.
2. No vértice superior estão representados os aspectos sócio-econômicos que podem relacionar-se aos três fatores ecológicos da base.
3. Os lados do tetraedro representam as inter-relações respectivas. Por exemplo: o lado do tetraedro que liga clima e aspectos sócio-econômicos quer representar as relações entre

estes dois "vértices" especificamente, ou seja, as influências dos fatores climáticos sobre os aspectos sócio-econômicos.

4. As faces do tetraedro apresentam um nível maior de inter-relações, isto é, entre três vértices.
5. O sólido, o tetraedro como um todo, agora tridimensionalmente, representa as inter-relações globais. Por motivos didáticos e talvez mentais, nossas preocupações não chegam muitas vezes, a passar das inter-relações **UNIDIMENSIONAIS**, isto é, entre dois vértices (representados por uma linha) e algumas vezes sem **DIMENSÃO NENHUMA** (um ponto). É inegável, até onde se pode entender, que os fatores se encontram inter-relacionados em todo o sólido (três dimensões).

O tetraedro ecológico ressalta o fato de que os fenômenos estão relacionados apesar de toda a impressão do contrário dada pela nossa especialização estanque. Assim, o sistema do agricultor exige um enfoque amplo, uma visão agrônômica, no sentido amplo do termo que inclua atenção para todos os componentes do tetraedro ecológico. Mesmo que profissionais mais específicos sejam valiosos em vários aspectos, é necessário, pela natureza do sistema, que ele seja considerado como um todo.

Agricultor - Fonte de conhecimentos

Embora não se possa discutir a validade e a enorme contribuição do chamado método científico ao ganho de conhecimento, não se pode negar que o homem mais primitivo possui conhecimentos sobre determinados aspectos da natureza que encerram tal teor de informações que deixa freqüentemente em desvantagem o que se conseguiu pelo método científico, considerando o mesmo enfoque (Resende, 1983). Assim é que tribos primitivas têm conhecimento sobre o poder medicinal de determinada planta. Esta afirmativa assim feita pode carecer de importância, mas, refraseando-a: entre milhares de espécies de plantas, escolhe-se uma e, freqüentemente, somente a parte de uma (talvez a raiz) que, preparada de determinado modo e não de outro, tem poder curativo

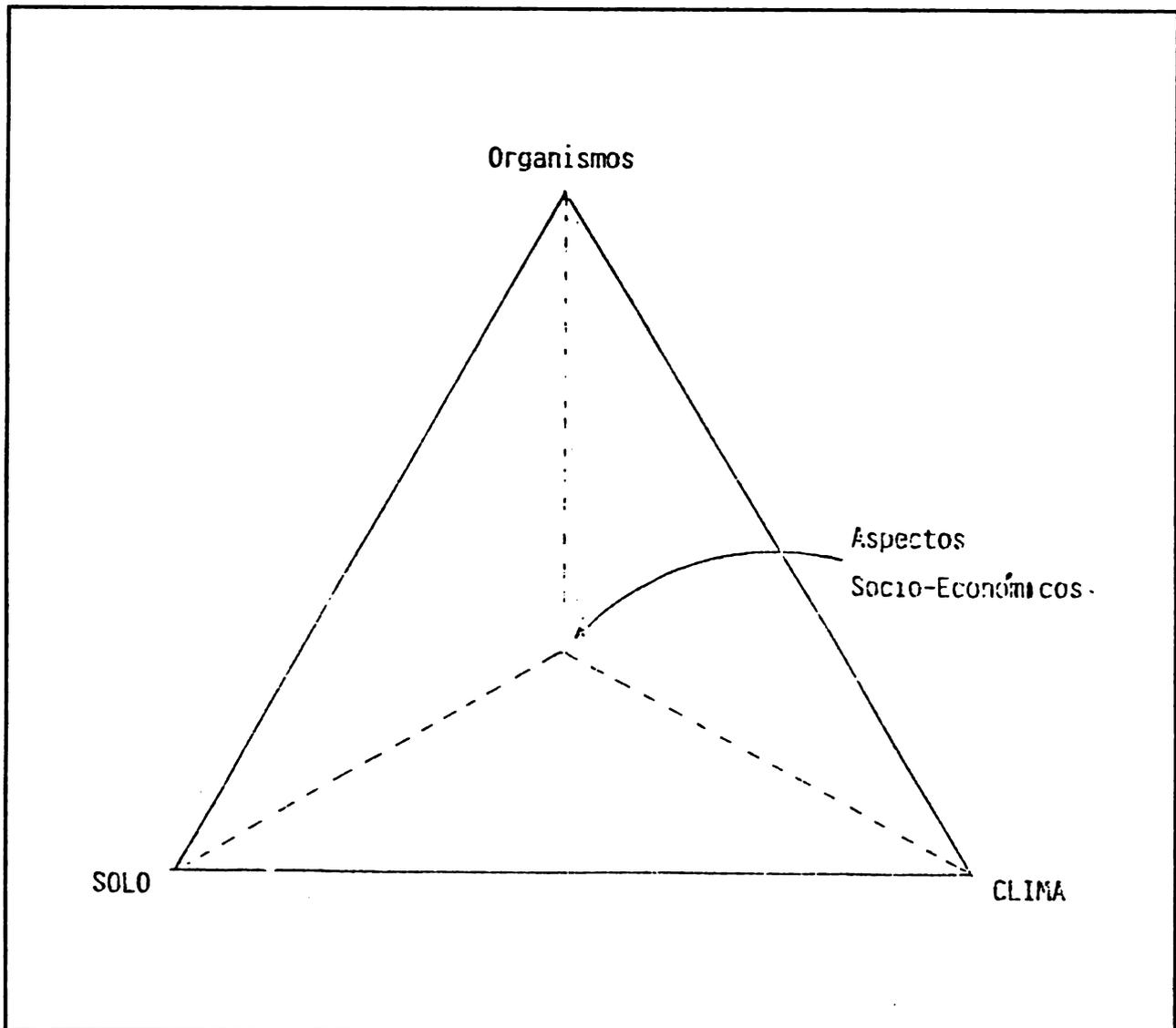


Figura 5. Inter-relações do sistema agrícola, representadas pelo tetraedro ecológico (Resende, 1982).

sobre um mal específico. A explicação, evidentemente simplista, que se dá é a de que através das tentativas e erros, por muitas gerações, o indígena conseguiu identificar o remédio para determinado mal. Um pequeno cálculo de probabilidade, considerando-se o enorme número de possíveis eventos e os efeitos danosos de alguns destes eventos, tornam a explicação causalística muito problemática. Mas para os objetivos que temos em mira, a forma de aquisição desse extraordinário conhecimento, se foi por tentativas e erros, ou viu-se por qualquer outro mecanismo, não vem muito ao caso. Temos aqui, isto é fundamen-

talmente importante, um enorme teor de informações em povos carentes de qualquer bagagem científica. E este exemplo poderia ser estendido a outras áreas do interesse humano, tais como alimentação, agricultura, artes, etc. E não é só o indígena, estas informações são encontradas entre os indivíduos mais simples dos vários povos, em todo o mundo. A verdade é que não podemos ficar alheios e estes fatos sob pena de perdermos um extraordinário conjunto de informações que poderiam, muito bem, servir de modelos para verificação pelo método científico. É também verdade que muitas informações estarão enquadradas no rol

das idéias supersticiosas, sem maiores valores, mas é quase certo que alguns "modelos" destes povos mais primitivos e de pessoas simples do povo poderão suprir a nossa enorme carência na criação de modelos.

A experiência tem mostrado (Ernesto Sobrinho *et alii*, 1983; Resende, 1983; Romeiro, 1987), que uma das melhores maneiras de se aproveitar o grande conhecimento do agricultor é com o uso da técnica de convergência.

Esta técnica foi descrita e aplicada por Ernesto Sobrinho *et alii* (1983) e descrita por Resende (1982). Consiste, basicamente, no exame de um número relativamente grande de casos independentes (entrevistas, por exemplo) e, pela tendência das informações, estima-se a verdade. Eventualmente, até os casos de informações divergentes pode servir de substrato valioso para ganho de mais informações.

As entrevistas com agricultores da região, que se enquadraram na unidade agroecológica em estudo, com a finalidade de identificar problemas, usos principais, etc. para melhor compreensão de suas observações rotineiras e possibilidades de extração de conhecimentos para outras áreas.

A metodologia utilizada na condução das entrevistas consiste basicamente de conversação informal com o entrevistado, conforme sugestão de Ernesto Sobrinho *et alii* (1983). Estas entrevistas informais devem ser conduzidas de forma que o agricultor se sinta o mais à vontade possível, sendo que os entrevistadores intervêm apenas suficiente para manter a conversa.

De modo geral, são observados os seguintes passos:

- (a) Um entrevistador dirige o contato, enquanto os outros dois fazem anotações e levantam alguma questão não abordada, no final da entrevista.
- (b) Toda atenção é dispensada à palavra do agricultor.
- (c) A interferência dos entrevistadores é mínima.
- (d) As anotações são sintéticas e discretas.

(e) O número de entrevistas é determinado em comum acordo no grupo.

(f) Deve-se pedir ao agricultor entrevistado que indique outros agricultores para colaborarem, pois eles se tornam mais confiantes quando têm seus nomes sugeridos por um amigo.

(g) As entrevistas devem ser feitas, preferencialmente, na propriedade do entrevistado.

Segundo Posey (1986), deve-se tratar os informantes, que são tidos como peritos, da mesma forma que tratamos nossos especialistas, sem menosprezá-los, deixando que sejam os guias e não eliminando dados que, numa análise superficial, possam parecer absurdos.

Solo: Estratificador ambiental

Na quase universalidade dos casos os ecossistemas agrícolas são muito heterogêneos. Essa heterogeneidade é espacial e temporal, sendo o clima e o solo os maiores responsáveis por essas variações. Torna-se assim necessária uma estratificação da população inicial para se restringir a heterogeneidade. A identificação de sistemas mais homogêneos tenderia a fixar, dentro de limites relativamente mais estreitos, a amplitude de variação de um grande número de variáveis, propiciando a oportunidade de relacionamento simple entre algumas poucas variáveis restantes.

O componente clima é espacialmente menos variável do que o componente solo. O elemento climático pode, então, funcionar como estratificador de populações amplas de caráter regional, sendo ainda demasiadamente heterogêneo para funcionar como unidade de estudo.

Por outro lado, a natureza multifásica e multi-compoente do solo traz a importantíssima consequência de que um número razoável de variações, tende a restringir, a limites estreitos, o campo de variação das outras variáveis. Postula-se, então que o quadro natural possa ser estratificado pelo componente solo. (Resende, 1983; Santana, 1983).

O mapeamento de solos ao separá-los usando critérios do próprio solo, da vegetação e do clima, na realidade está separando ambientes. Dessa maneira, as unidades de mapeamento (manchas representadas nos mapas), podem ser consideradas como unidades do meio físico. Estas unidades servirão de base para uma primeira subdivisão do espaço agrícola em estudo, tornando-se imprescindível para o desenvolvimento das etapas posteriores.

Mensagem final

Em resumo, a discussão até o momento, procurou realçar dois pontos relevantes:

1. O sistema agrícola exige um enfoque amplo, uma visão agrônômica, no sentido amplo do termo que inclua atenção para todos os componentes do tetraedro ecológico.
2. O sistema agrícola é um sistema multivariável bastante heterogêneo, havendo necessidade de uma estratificação da população inicial, para se restringir esta heterogeneidade.

METODOLOGIA

A metodologia proposta na realidade não passa de uma estrutura didática para sistematizar as idéias, uma hipótese de trabalho, pode-se assim dizer, e como tal deve se encarada.

O diagrama da Figura 6, ilustra de maneira sucinta as várias etapas envolvidas no modelo proposto. Discutir-se-á, a seguir, cada uma dessas etapas.

O quadro natural objetiva estratificar o ecossistema agrícola, em estudo, em unidades mais homogêneas. Visa, basicamente, estudar a variabilidade regional dos fatores ligados ao meio físico, principalmente solo, clima e vegetação. Estes fatores interagem entre si dando lugar a uma fisionomia individualizada -um sistema individualizado. Como o mapeamento de solos no Brasil, ao separar solos na paisagem, usa critérios do próprio solo e da vegetação original (indicadora de condições climáticas), ao separar solos na realidade está separando ambientes. Dessa maneira, utilizar-se-á como referência a divisão do Brasil em unidades

macro-ecológicas, elaborada pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (EMBRAPA - SNLCS, 1988). Contudo, essa subdivisão baseia-se principalmente em solo e vegetação e assim, dada a grande importância dos fatores climáticos para a cultura do milho, far-se-á uma complementação de informações, neste aspecto. Esta estratificação do meio físico se traduz em mapas que hierarquizam a área em diferentes unidades do meio físico. Estas unidades servem como uma primeira subdivisão do espaço agrícola considerado, e por conseqüência, do público meta, sendo um instrumento valioso para os trabalhos multidisciplinares das etapas seqüentes.

O quadro sócio-econômico visa caracterizar o ambiente sócio-econômico do ambiente estudado. Enfoca itens que permitem uma abordagem das estruturas agrárias, aqui concebidas como cristalização de relações de força de trabalho em torno da apropriação da renda agrícola á nível de produção e comercialização de milho. Através de entrevistas a técnicos, instituições e produtores, procura-se caracterizar os sistemas de administração no que diz respeito ao uso atual do solo, disponibilidade de máquinas, equipamentos, benfeitorias, mão-de-obra, atividades complementares e concorrentes, e o próprio empresário agrícola. Por outro lado, estudos de comercialização e mercado, visando retratar aspectos de oferta e procura, complementam o quadro.

O quadro agrícola objetiva uma indicação sucinta do tipo de agricultura em cada unidade do meio físico. Envolve a busca de informações precisas visando a descrição dos principais sistemas de produção de milho, bem como a identificação dos fatores e problemas que têm limitado a produção e a produtividade agrícola.

O levantamento preliminar de informações e experiências dará subsídios para se elaborar o primeiro modelo sobre a agricultura e o agricultor de cada unidade. Este modelo seria aperfeiçoado com as observações de campo feitas por uma equipe multidisciplinar. Além do objetivo de colher a informação necessária à elaboração do trabalho, a visita a cada unidade agroecológica, pelo grupo multidisciplinar, visa desenvolver no pesquisador uma

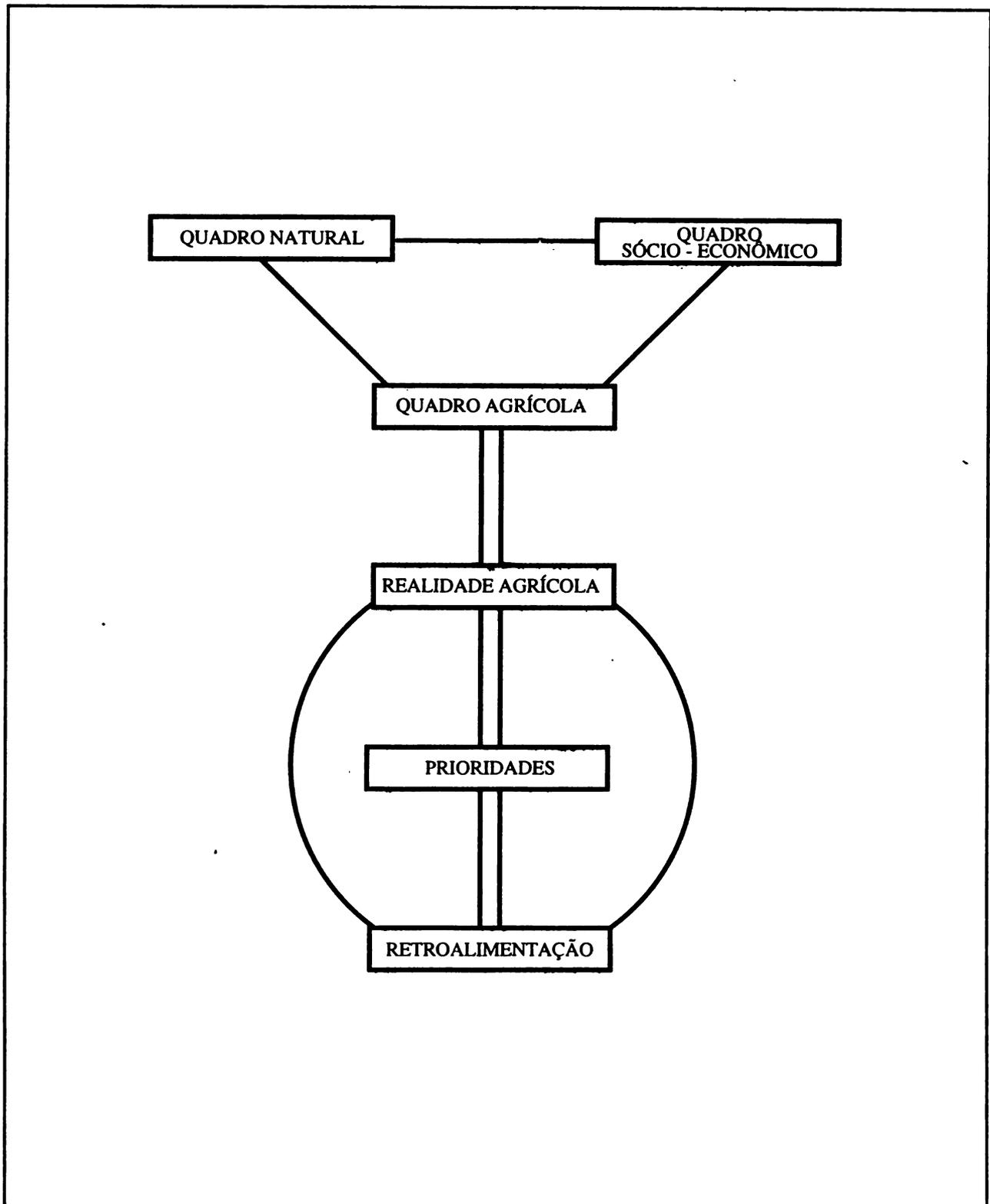


Figura 6. Diagrama mostrando as várias etapas envolvidas na metodologia proposta.

forma global de visualizar a realidade de uma região.

Pode-se argumentar que esta etapa poderia se restringir a reuniões com técnicos e agricultores da área, podendo ser dispensado o trabalho de campo. Contudo, não se pode perder de vista dois aspectos, de fundamental importância. Primeiro, as reuniões poderiam dar uma boa idéia sobre os problemas mas não teriam a mesma eficiência no que refere às potencialidades. Ora, a pesquisa não deve ater-se a apenas resolver problemas atuais, devendo também preocupar-se em prever problemas futuros e sobretudo, procurar novas opções às constantes mudanças do mundo atual. Em segundo lugar, o pesquisador trabalha com amostras e para que seja bem escolhida e entendida, há que se conhecer a população amostrada, ou seja, a região em estudo. Conforme discutido anteriormente, embora a natureza seja dita ser um livro aberto, a leitura das informações deste livro tem sido muito abandonada. Os pesquisadores têm-se concentrado, em grande parte na leitura de mensagens mais simples -os experimentos. Há um desenvolvimento muito incipiente no que se refere a métodos para ler diretamente as informações apresentadas pelos ecossistemas agrícolas naturais, para se evoluir neste mister é necessário, de alguma forma, criar-se uma certa habilidade no reconhecimento de ambientes, e aguçar o espírito de observação. Acredita-se que a interação de um grupo multidisciplinar aliada ao acervo de conhecimentos dos agricultores poderão ser de grande valia para se alcançar este objetivo.

O trabalho de campo, servindo-se dos mapas de unidades do meio-físico, procura, tanto quanto possível, o entendimento da interação entre o homem e seu meio físico. O estudo dos aspectos ligados ao homem inserido em cada unidade do meio físico, permite definir o que se poderia chamar uma unidade agroecológica.

A realidade agrícola constitui-se basicamente, da síntese de todas as informações geradas. Esta síntese encerra o diagnóstico ilustrando a diferenciação do meio físico e sócio-econômico existente na área de estudo, além de permitir identificar quais os principais

factores que limitam a produção e a produtividade do milho, apontando também o seu potencial.

As prioridades são estabelecidas através de uma análise criteriosa da realidade agrícola. Este exercício permite identificar quais os principais fatores que limitam a produção e a produtividade da cultura do milho. Este conjunto de fatores, após sua identificação, pode ser dividido em dois grupos: os que são passíveis de solução técnica e os que exigem soluções de ordem econômica, social ou política. Dentre os fatores passíveis de solução técnica, que interessam mais diretamente à pesquisa agropecuária, pode-se hierarquizar aqueles para os quais já se dispõe hoje de soluções tecnológicas e aqueles que exigem a geração de novas tecnologias pela pesquisa agropecuária. O estudo será então um valioso instrumento para orientar a pesquisa em direção a problemas reais do agricultor. Por outro lado, no que se refere à extensão rural cabe salientar que este tipo de estudo permite orientar o extensionista sobre quais metodologias de difusão empregar e quais tecnologias recomendar para aumentar a produção e a produtividade, em função das diversas situações agrícolas identificadas.

A retroalimentação visa dar um caráter dinâmico ao processo. A elaboração de um documento síntese, possibilitará o acesso fácil a informações sistematizadas sobre as diferentes regiões produtoras de milho. Contudo, deve ter-se em mente o caráter dinâmico do processo, onde através de avaliações periódicas seja possível corrigir deficiências e atender à dinâmica do processo. Tal enfoque será bastante interessante na aquisição de conhecimentos de forma sistemática.

OPERACIONALIZAÇÃO

Em termos operacionais o procedimento pode ser dividido em três partes: a primeira parte compõe-se de um detalhado exame dos quadros de clima, solo, produtivo e sócio-econômico das regiões brasileiras produtoras de milho e a interação entre as variáveis existentes de forma a obter-se unidades as mais homogêneas possíveis. Concomitantemente, procede-se a um estudo pormenorizado de condicionantes econômicos. Seja de mercado, afetando oferta e

procura, seja de política, competição entre atividades e possibilidades de transações internacionais com a finalidade de compor um quadro macro-sócio-econômico que possa dar sustentação ao estudo técnico que ao mesmo tempo se realiza.

A segunda parte consta da avaliação por unidade homogênea, dos sistemas predominantes de administração da fazenda e da produção da lavoura de milho. Enquanto na primeira parte utiliza-se, basicamente, dados secundários já existentes, nesta far-se-á uso de dados primários, válidos por unidade de meio físico. A estratégia proposta para esta etapa consiste em um levantamento prévio de informações através de entrevistas com técnicos que atuam nas regiões (extensão, cooperativas, companhia de sementes, etc.) e, posteriormente, uma visita a cada uma das unidades do meio físico por um grupo multidisciplinar.

Estas partes já descritas permitem a montagem de um quadro da realidade agrícola de onde se pode derivar, o potencial técnico e econômico da cultura do milho no Brasil, ao tempo em que aponta as suas limitações. A última parte, então, consta desse esforço analítico de interpretação da realidade e determinação, por hipótese e alternativas viáveis, do caminho a ser traçado para os trabalhos técnico-científicos com milho para o futuro, em termos de pesquisa, extensão, comercialização, política econômica e possibilidade de exportação.

A análise das informações colhidas, a seleção de prioridades e as propostas derivadas surgirão do aprimoramento do exercício da multidisciplinaridade. Esse envolvimento multidisciplinar além de ser imprescindível à execução do trabalho, dará oportunidade à equipe de pesquisadores, de ampliar a visão da realidade e do potencial da cultura do milho, no Brasil.

LITERATURA CITADA

- BEEK, K. J. 1978. Land evaluation for agricultural development. International Institute for Land Reclamation and Improvement. Wageningen, 333 p.
- & BENNEMA, J. 1972. Land evaluation for agricultural land was planning. An ecological methodology. Dept. Soil Science., Agric. University, Wageningen. 70 p.
- BENNEMA, J.; BEEK, K. J. & CAMARGO, M. N. 1965. Interpretação de levantamento de solos no Brasil. Primeiro esboço: um sistema de classificação de capacidade de aptidão de uso da terra para levantamentos de reconhecimento de solo. Rio de Janeiro, Brasil DPFS-FAO. 51 p.
- ENESTO SOBRINHO, F.; RESENDE, M.; MOURA, A. R. B.; SCHAUN, N. & REZENDE, S. B. 1983. Sistema do pequeno agricultor do Seridó Norte-Rio-Grandense; a terra, o homem e o uso. Mossoró, Fundação Guimarães Duque, Brasil. 200 p. (Coleção Mossoroense. 276).
- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATIONS OF THE UNITED NATIONS. 1979. Report on the agro-ecological zones project. Vol. 1. Methodology and Results for Africa. World Soils Resources Report 48a, FAO, Roma, Italia. 158 p.
- FRANCIS, D. G. A. 1986. A construção social do mundo natural. Curso sobre Metodologia de Avaliação de Impacto Ambiental. Jaguariúna, SP, Brasil. CNPDA/EMBRAPA. 5 p.
- HART, R. D. 1979. Agroecossistemas; conceptos básicos. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza. 211 p. (CATIE, Materiales de Enseñanza, 1).
- MYERS, W. L. & SHELTON, R. L. 1980. Survey methods for ecosystem management. New York, EEUU, John Wiley & Sons. 403 p.
- POSEY, A. 1986. Etnobiologia: teoria e prática. Suma Etnológica Brasileira, Petrópolis. 1:15-25.
- RESENDE, M. 1982. Pedologia. Viçosa, UFV, Brasil. 100 p.
- 1983. O sistema do pequeno agricultor: uma análise sob o enfoque da pesquisa, extensão e ensino. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, Brasil. 72 p.
- 1983. Sistema de classificação da aptidão agrícola dos solos (FAO/brasileiro) para algumas culturas específicas. Belo Horizonte, Brasil. EPAMIG. Inf. Agropec. 109 (105): 83-88.
- & REZENDE, S. B. 1983. Levantamento de solos: uma estratificação de ambientes. Belo Horizonte, Brasil. EPAMIG. Inf. Agropec. 109 (105): 3-25.
- ROMEIRO, M. 1987. Interpretação e caracterização adicional de um mapa de solos (Região de Formiga-MG). Lavras, Brasil ESAL. 90 p.
- SANTANA, D. P. 1983. A importância da classificação dos solos e do meio ambiente na transferência de tecnologia. Belo Horizonte, Brasil EPAMIG. Inf. Agropec. 109 (105): 80-82.
- SYS, C. 1981. Influence of the factors of the physical environment on agricultural development. Pedologie, Ghent, 31: 9-25.

El rol del maíz en sistemas transhumantes en los valles de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

por Nelson Antonio Rodríguez Méndez *

INTRODUCCIÓN

Desde 1975 el programa Maíz en el Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT), en Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, está generando tecnologías para el cultivo de maíz en el Departamento. Esta investigación estuvo más orientada hacia la zona agrícola comercial mecanizada (Santa Cruz - Montero - Okinawa - San Juan de Yapacani), la zona este (Pailón - Los Troncos, Tres Cruces - San José) y la zona sur (Las Brechas - Mora), haciéndose necesario investigar para la zona norte de colonización, así como la zona de los valles cruceños (Provincia Florida, Manuel María Caballero y Vallegrande), zonas de menor desarrollo tecnológico. En los valles cruceños, el rubro maíz es considerado muy importante, tanto desde el punto de vista social como económico. Es un cultivo que se encuentra en la mayoría de las fincas, ya sean estas pequeñas, medianas y grandes, destinándose la producción al autoconsumo, o a la comercialización. En los valles cruceños se encuentra una gran diversidad de tecnologías utilizadas en el cultivo del maíz con diferentes sistemas de producción, según el destino y el uso que se le de.

En el Plan Estratégico 1990-1995 del CIAT se conceptúa al rubro maíz como importante y de primera prioridad para la investigación. Es por esto, que ante la carencia de información agronómica actualizada del cultivo del maíz en la zona de los valles, se encomendó

la obtención de esta información a los programas Socio-economía, Maíz y Asistencia Técnica en Pastos y Ganadería del Departamento de Transferencia de Tecnología.

Se determinó iniciar el estudio del cultivo del maíz en la provincia de Vallegrande, ya que es uno de sus principales rubros, constituyéndose en alimento básico de la alimentación humana y principal materia prima para alimentos de aves y ganado en general.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- Describir las actuales prácticas de los agricultores referentes a los sistemas de producción del cultivo del maíz en áreas productoras de Vallegrande.
- Identificar problemas actuales del cultivo del maíz en diferentes sistemas de producción.
- Verificar si la tecnología recomendada responde a las necesidades de los agricultores del área estudiada.
- Orientar las actuales y futuras investigaciones del programa Maíz y demás disciplinas de apoyo relacionadas a este rubro e insertarlas en el Plan Estratégico del CIAT.

METODOLOGÍA

El método que se adoptó para este estudio se basa mucho en la metodología del sondeo empleado por el ICTA, Guatemala (Hildebrand, Ruano, 1982). El sondeo es una encuesta exploratoria modificada que ha sido desarrollada como una respuesta a las restricciones

* *Ingeniero Agrónomo, M. Sc., Economista Agrícola, Jefe Departamento de Investigaciones Agrícolas Regionales. Centro de Investigación Agrícola Tropical, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.*

de presupuesto y tiempo. La información que se recaba es de índole cualitativa, la cual es complementada posteriormente desde el punto de vista cuantitativo, a través de estudios de casos en el área.

El propósito del sondeo es proveer en forma rápida, la información requerida para orientar el trabajo de investigación; con este método, los sistemas de cultivo son descritos, la situación agrosocioeconómica y cultural de los agricultores es determinada y las restricciones son definidas, para que las modificaciones de tecnología que se propongan sean apropiadas a sus condiciones.

Se utilizaron también los procedimientos para el diagnóstico de problemas agropecuarios, desarrollados por Instituciones Internacionales tales como el CIMMYT de México y CATIE de Costa Rica (Byerlee et al 1980; CATIE 1982). En el caso motivo de estudio, el sondeo se adoptó como una primera fase en un ejercicio de diagnóstico de los problemas del subsistema de la producción de maíz, dentro de los sistemas de producción agropecuaria de la zona.

En el área fueron visitadas las localidades de: Trigopampa, Muyurina, Murillo, Tucumancillo, Cochabambita, Lagunillas, Trigal, Guañusca, Peñones, Masicurí, Laja, Arenales, Vado del Yeso, la Higuera, Pucurá y Jagüey.

Estas visitas se realizaron durante el mes de junio de 1990 totalizando tres días de trabajo de campo con la participación de un equipo básico de cuatro técnicos del CIAT de los programas de Socioeconomía, Maíz y Transferencia de Tecnología (Pastos y Ganadería) y dos técnicos del Programa de Desarrollo de Vallegrande (PRODEVA).

ZONIFICACIÓN

La provincia de Vallegrande, forma parte de los Valles Mesotérmicos de Santa Cruz, se encuentra ubicada al sudoeste de este departamento y geográficamente se halla delimitada por las siguientes coordenadas:

Latitud sur: 18° 09' 27" 19° 10' 40"

Longitud oeste: 63° 31' - 64° 30'

La topografía de la zona estudiada es variable, presenta valles y montañas con pendientes que fluctúan entre 1 y 55 por ciento con una superficie aproximada de 641.400 ha.

Las distintas zonas del estudio se la agruparon en:

- Zona Montañosa

Presenta una altitud que varía desde los 2.000 a 3.000 m.s.n.m., con un clima templado frío y una precipitación de 600 a 700 mm.

- Zona de los Valles

Se encuentra a una altura de 1.400 a 2.000 m.s.n.m. es la más importante por la calidad de sus suelos, con un clima templado cálido y una precipitación de 500 a 600 mm.

- Zona Subtropical

Está situada a una altura de 460 a 1.400 m.s.n.m., con un clima cálido y una precipitación de 1.500 a 1.800 mm.

En el presente trabajo y de acuerdo a las visitas realizadas en el área se zonificaron a las localidades en tres divisiones: (A) Valle Bajo correspondiente a la zona de Valles, (B) Subtrópico correspondiente a la zona subtropical y (C) Valle alto correspondiente a la zona montañosa. (Cuadro 1).

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN LA ZONA DE VALLE BAJO

Esta zona se trata de un valle de relieve relativamente plano. Sin embargo, las laderas son ampliamente utilizadas para el pastoreo del ganado.

- Suelos

Desde el punto de vista geológico presenta terrazas aluviales recientes y laderas de colinas derivadas de sedimentos de lutitas y areniscas devónicas.

Los suelos son típicamente multicapas, capas de arcilla alternadas con capas de arena y piedra.

Cuadro 1. Zonas Agro-Ecológicas, Provincia Vallegrande.

Zona	Comunidades	Sup. Cultivada ha. x	Rubros Principales
Valles amplios semi-secos	Valle Bajo: Trigopampa		Ganadería ramoneo de ladera en verano/pastoreo de rastrojo de maíz en invierno.
A. Pie de valle plano Poca terrazas media; Laderas con vegetación natural.	Muyurina Murillo Tucumancillo Trigal Cochabambita	5-30	Maíz, maní Algo de papa
B. Tierras bajas, subtropicales húmedas. Plano ancho hacia el Río Grande	Subtrópico Masicurí Guafasca, Peñones, Laja Vado del Yeso	<2 5-6	Ganadería, en los valles bajos y altos en verano/ramoneo en tierras bajas en invierno Cerdos. Maíz, caña, arroz, yuca. Plátano, cítricos. Algo de hortalizas.
C. (i) Tierras, altas templadas ondulada; pocas áreas planas en terrazas	Valle Alto La Higuera Jagüey Pucará	5-8 8-12	Ganadería en pastoreo en pastos nativos, marginalizado por pendiente en verano/ramoneo, pastoreo y tierras bajas en invierno. Trigo, maíz, arveja, vainita, cebada. Papa con riego.

Generalmente son profundos, de fertilidad baja a moderada, pueden tener problemas de salinidad. Son deficientes en nitrógeno. Las texturas predominantes son las franco-arenosas, franco-arcilla limosas y franco-arcillosas. La capacidad de retención de humedad es muy variable (Cochrane 1973, Gutiérrez 1983).

- Vegetación natural

La vegetación de esta región puede clasificarse como bosque estacional deciduo a bosque microfilico. Contiene leguminosas arbustivas, arbustos espinosos y cactus.

- Sistemas de producción

El maíz es el componente principal del sistema, seguido de la ganadería. El grano es utilizado tanto

para el consumo humano como animal. Su rastrojo es muy apreciado para la alimentación del ganado bovino, sobre todo a partir de junio, cuando el ganado baja de las zonas altas, denominadas "estancias", que es donde se alimenta con ramoneo natural (Figura 1). Predomina el monocultivo continuo del maíz con alguna leguminosa (Ej. LabLab) u otra forrajera, así como un porcentaje, no significativo, tiene pastos cultivados (*B. decumbens*; *P. maximum* y *C. ciliaris*). El suelo cultivado tiene problemas de fertilidad y sobrepisoteo. La carga animal por ha de rastrojo es de 10-20 cabezas durante el invierno.

- El Maíz

Prácticas agronómicas

Este cereal constituye el componente principal del sistema, dado los diversos usos que tiene en la finca, pues se lo emplea en la alimentación humana, ya sea

directamente o en una bebida llamada "chicha"; también en la alimentación de cerdos y gallinas. Su rastrojo es muy apreciado para la alimentación del ganado bovino.

En esta zona se han identificado dos tipos de agricultores, los pequeños que cultivan de 2 a 4 ha de maíz y los medianos de 5 a 8 ha.

Cuando se prepara la tierra con el tractor, generalmente se pasa el arado una sola vez y cuando se utilizan bueyes de a dos a tres veces.

En un año regular, la fecha de siembra se realiza en los meses de octubre y noviembre. En lo referente a la fuente de semilla esta es propia, siempre y cuando el año agrícola sea favorable. Estos agricultores no compran grano, sino que adquieren mazorcas.

Para seleccionar la semilla eligen las mazorcas más grandes y la guardan "enchalao", esto es sin descubrir la mazorca. El "despunte" es una práctica común en toda el área; consiste en eliminar ambos extremos de la mazorca, utilizando solamente la parte central de ésta.

La densidad empleada cuando la siembra es efectuada por bueyes es de 40-50 cm entre surcos y 40-50 cm sobre surco. Algunos agricultores manifestaron que usaban una distancia de 60 cm sobre surco entre planta y planta, con una utilización de 2-3 semillas por golpe. Cuando utilizan sembradora mecánica, la distancia entre surcos es de 50-60 cm y 30-40 cm sobre surco.

Para el control de malezas realizan un aporque y una carpida. En ciertas áreas están empezando a utilizar herbicidas principalmente Gesaprin y Herbadox. Para el control de plagas y enfermedades, por lo general, no realizan ningún control.

En lo que se refiere al rendimiento, las variedades de grano blanco rinden de 35-40 qqm/ha. La variedad más común en la zona es el "Morocho argentino" que es una variedad semiblanda, estas presentan un rendimiento de 40-60 qqm/ha en años regulares.

El sistema de almacenamiento más utilizado en la zona es el "troje", esto consiste en un galpón hecho de

madera construido sobre pilares. Otros agricultores almacenan las mazorcas apiñadas arriba de un árbol. Indican que con el primer sistema tienen más ataques de insectos de granos almacenados pero menos de ratones y en el segundo tienen problemas con ratones pero menos con insectos.

Las variedades de maíz más utilizadas en el área del Valle Bajo son variedades de grano blanco, (Morocho, blando, amarillo blando y culle), semiblando (Morocho argentino), semiduro (Cubano colorado) y duro (Suwan).

Los factores identificados como limitantes en la producción del maíz son entre otros: degeneración varietal, variedades demasiado entrecruzadas, variedades de bajo rendimiento en grano, densidades de siembra muy amplias, suelos disminuidos en su fertilidad, ausencia de una adecuada rotación y deficiente calidad del rastrojo.

- Ganadería

En muchos casos, la ganadería bovina es la principal fuente de ingresos en efectivo para los agricultores de esta zona. Es reconocido que esta actividad es la que genera los excedentes económicos para el sostén de la familia y muchas veces constituye el soporte económico de la agricultura. La ganadería bovina está principalmente orientada hacia la producción de carne para el mercado, utilizándose la leche para el consumo familiar o en algunos casos para la elaboración del queso criollo, que es comercializado en la misma finca o en la capital de la provincia. El sistema de manejo y alimentación es, mayormente, realizado en las "estancias". Estas son áreas de ramoneo en laderas, no son divididas ni alambradas y la tenencia es comunitaria.

En bovinos las razas predominantes corresponden a Criollos y secundariamente a mestizos. Es costumbre, entre los productores, trasladar el ganado a los campos de pastoreo natural ("estancias") durante varios meses al año, octubre a mayo, y retornarlo a los campos de cultivo al inicio de la cosecha de junio a agosto, para que consuman el rastrojo, principalmente del maíz.

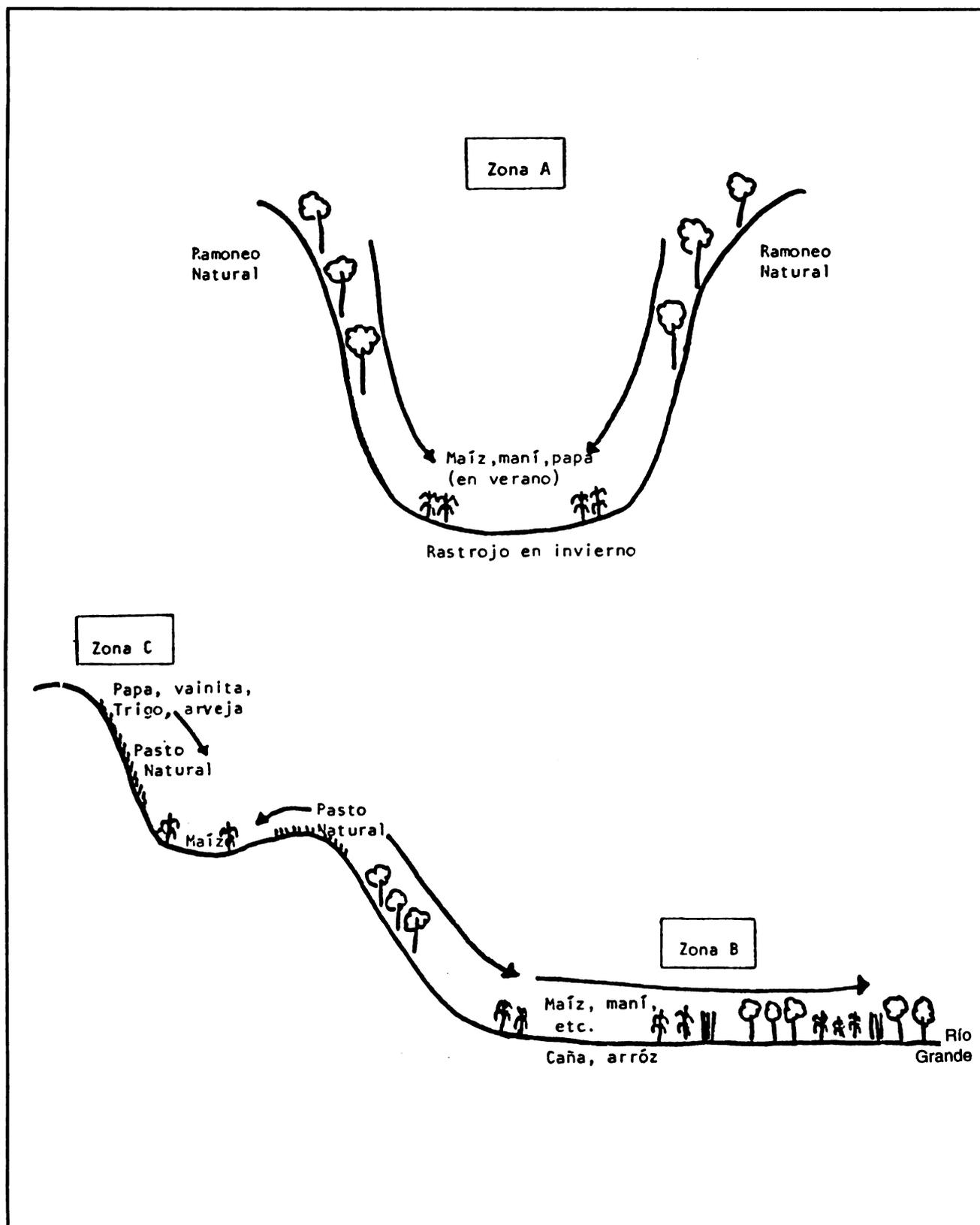


Figura 1. Sistema Transhumante de Ganadería: movimiento del ganado durante el invierno (→)

La producción ganadera en esta zona se caracteriza por su bajo nivel de manejo, ya que no existen pastos cultivados. La carga animal en pastos naturales de 6 a 10 unidades animal, lo que ocasiona un excesivo sobre pastoreo y serios problemas de consanguinidad, al no hacerse un manejo adecuado de toros; así como un deficiente control sanitario. Muy pocos agricultores realizan el destete de terneros, ocurriendo esta situación de manera natural.

La razón por la cual el ganado es trasladado a las "estancias", es, principalmente, debido al reducido espacio de las tierras agrícolas, dado que el rastrojo es insuficiente para sostener la carga animal a la que es sometida. Además, una vez que los cultivos empiezan a desarrollarse, los animales perjudicarían el ciclo de los mismos. Por lo tanto, sería muy difícil modificar esta práctica, pues aunque el maíz se sembrase asociado con una leguminosa, la capacidad de carga de esta asociación sería fácilmente rebasada por la carga animal a la que se le sometería.

Sin embargo, se debe propender a mejorar la calidad de la alimentación, de manera de tener aumentos rápidos en el peso e intervalos más cortos de parición. Un esquema de mejoramiento sería muy aconsejable, donde el establecimiento de pasturas en las "estancias" pueda tener lugar, es decir, estudiar un sistema de vegetación nativa con gramíneas introducidas.

- Otros cultivos

Un gran número de productores de esta área complementan su actividad maicera-ganadera con otros cultivos tales como el tomate, la lechuga, el pimentón, la arveja etc. Aquellos que, de alguna manera, tienen acceso al riego, producen para el mercado, aunque también los hay quienes sólo producen para autoconsumo. En general, no se puede afirmar que esta zona sea hortícola, pero sí es un complemento importante de sus sistemas. La principal razón para ello es la intensidad en el uso de los recursos ya que demanda fuertes cantidades de mano de obra y capital.

- El sistema visto en su conjunto

El sistema tipo del Valle Bajo puede ser caracterizado por la intensidad en el uso del factor tierra, dada las condiciones de secano en que tienen que desarrollarse las actividades agropecuarias.

Los múltiples usos del cultivo del maíz hacen que éste se vuelva el centro del sistema y por ello se convierte en un rubro difícilmente sustituible. Con relación a la variedad a introducirse, ésta deberá presentar como característica de un buen rendimiento, su utilización como alimento y también para la elaboración de harina. El rastrojo debe ser palatable para el ganado, además de mostrar resistencia a la sequía.

El capital es predominantemente autogenerado, con fuertes ingresos estacionales. La producción agropecuaria, en esta zona, se caracteriza por combinar las actividades agrícolas con las ganaderas. Dentro de este esquema general, el sistema de producción predominante es aquel que combina el maíz como cultivo más importante, con uno o más cultivos destinados al mercado y varios cultivos menores en forma complementaria. A esto se le agrega la ganadería bovina como una forma de capitalización de ingresos que, además de constituirse en una "cuenta de ahorros", es de fácil convertibilidad en efectivo, en caso de necesidad.

Los principales factores limitantes y su interacción en la finca son esquematizados en la Figura 2, la cual muestra las distintas relaciones entre los factores limitantes que conducen a la baja productividad agrícola y pecuaria, que se observa en la zona de Vallegrande. Se destaca que en las áreas de ladera por la alta densidad de bovinos se está produciendo una rápida degradación del ecosistema, a través de la erosión hídrica y el descanso insuficiente que no permite regenerar el bosque natural.

En las partes llanas arables, la presión demográfica humana conduce a un minifundio, que se caracteriza por el uso intensivo de los suelos, sin que se restablezcan los niveles de fertilidad ni se efectúen las rotaciones de cultivo, para romper con ciclos de

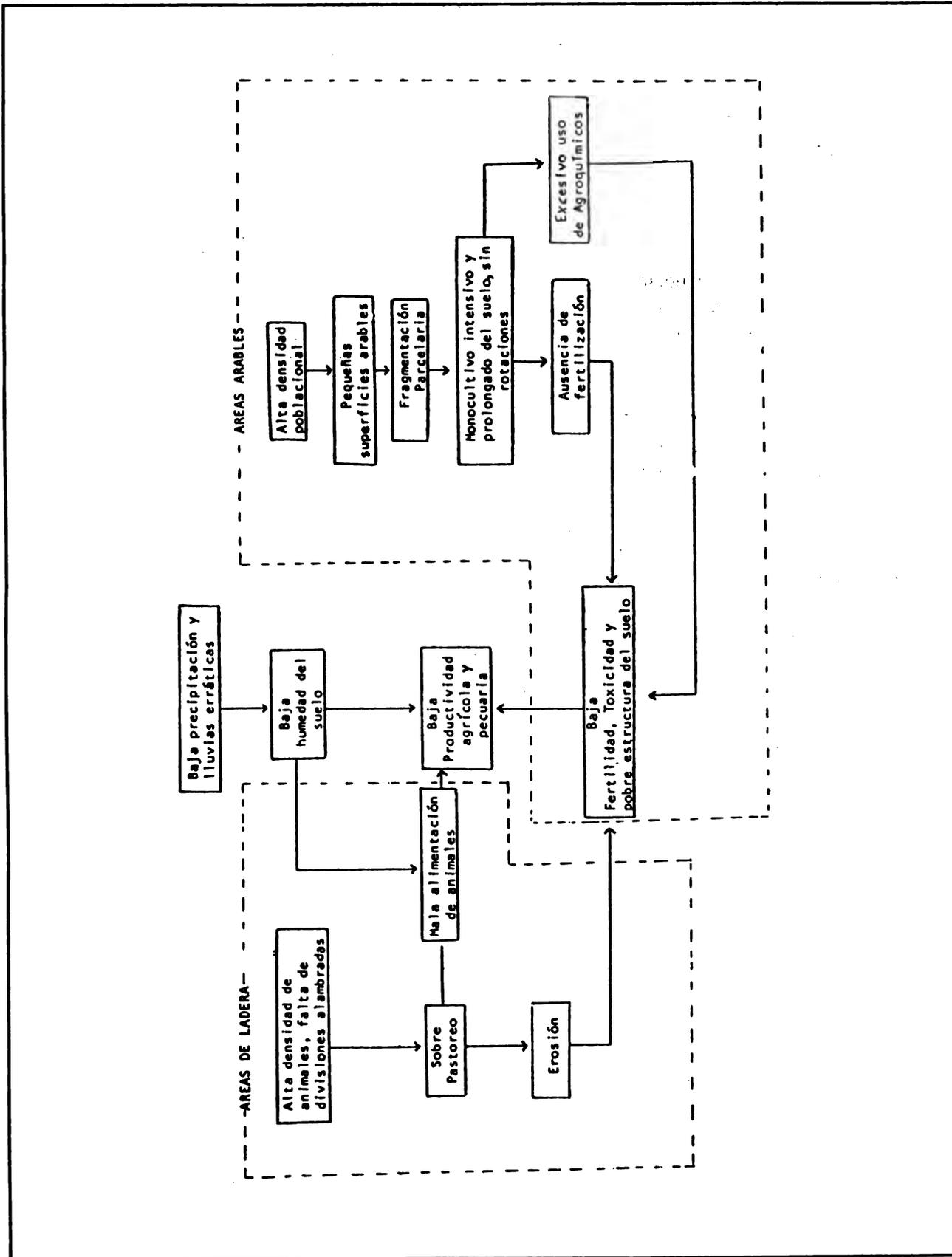


Figura 2. Interacción de factores limitantes del sistema del Valle Bajo

enfermedades y plagas. Si a ello condicionamos las erráticas y bajas precipitaciones pluviales, se observa una tendencia a la declinación en los niveles de rendimiento, dadas las pocas innovaciones tecnológicas que se están implementando. Por estas características, esta zona se ha convertido en una zona de "expulsión" poblacional, observándose que, en los últimos 10 años, las tasas de crecimiento poblacional presentan índices negativos.

En esta área se hace necesario estudiar densidades y un sistema de asociación de maíz con otras leguminosas, además de rotaciones con otros cultivos. Se debe propender a generar variedades de maíz de grano semiduro resistentes a sequías y tallo con poca fibra y palatables para el ganado. En pastos y forrajes se debe determinar las características agronómicas y nutricionales del rastrojo del maíz, así como de las especies forrajeras silvestres, tanto de las laderas como del plano (ramoneo y pasto). En ganadería, es necesario determinar la carga animal de pasturas en laderas y en la zona de pastoreo de verano, para adecuar la carga mediante descarte bajo diferentes sistemas de manejo. Se debe comparar la viabilidad económica del actual sistema de sobrepastoreo en relación a un sistema con carga recomendada, orientar sobre la carga animal adecuada en maizales y pastos, así como la relación y manejo del hato.

LITERATURA CITADA

- BRUCE K., D. BYERLEE, G.E. EDWARDS 1980. Maize in the Manpong
- Sekodumasi area of Ghana; Results of an exploratory survey. CIMMYT, Working paper. México.
- BOJANIC A., Informe preliminar sobre Vallegrande (no publicado).
- BYERLE et al 1980. Planeamiento de tecnologías apropiadas para agricultores - Conceptos y Procedimientos. CIMMYT. México.
- CARRUTHERS I., CHAMBERS R. 1981. Rapid Rural Appraisal for Development Agricultural Administration.
- COCHRAN T.T. 1973. El potencial agrícola del uso de las tierras en Bolivia: Un mapa de sistema de tierras Edit. Don Bosco, La Paz, Bolivia.
- COLLINSON M.P. 1979. Understanding small farmers IDS. Conference on Rapid Rural Appraisal. Mimeo.
- HILDEBRAND P.E. 1979. Summary of the Sondeo Methodology used by ICTA. Guatemala. IDS Conference on Rapid Rural. Appraisal (1979).
- HILDEBRAND P. y RUANO S. 1982. El sondeo ICTA: Guatemala.
- MAXWELL S. 1981. Metodología del enfoque de sistemas. CIAT/MB. Mimeo.

La dinámica de enmalezamiento y sus efectos sobre el rendimiento de arroz y maíz según el sistema de cultivo

Control de malezas y uso de fertilizante en una zona de colonización, Santa Cruz de la Sierra, 1986 - 1989

por M. Webb *, G. González *, y J. L. Escobar **

INTRODUCCIÓN

La agricultura bajo el sistema de corte y quema practicada por los agricultores colonizadores al norte de Santa Cruz de la Sierra, situado en los Llanos tropicales de Bolivia, no es sostenible. La degradación de la tierra, eventualmente, fuerza a los agricultores a alquilar o comprar terrenos adicionales o cambiar su sistema de cultivo.

Se ha realizado un número de estudios que describen los sistemas de producción y los procesos de cambio, (Maxwell y Pozo, 1981; Stutley, 1981). Investigación previa en el área sugiere que la baja fertilidad del suelo no es la causa directa de declinaciones en el rendimiento a corto plazo. (Froment, 1985; Cordero, 1957-1963). Al contrario, la razón principal parece ser el gradual enmalezamiento de la parcela. Sin embargo, la importancia relativa de estos dos factores, no han sido bien estudiados y sin duda varían en importancia de un suelo a otro.

La tendencia del agricultor es diversificar para salir del cultivo en barbecho (renuevo secundario del bosque) y entrar a sistemas de producción mecanizados, cultivos perennes, pasturas y actividades ganaderas (Maxwell, 1979). No obstante, el acceso a

los caminos o al capital influye, fuertemente, en las opiniones abiertas al agricultor y actualmente un número considerable todavía sigue bajo el sistema de corte y quema. Para la mayoría de estos, la producción de arroz y maíz de subsistencia y comerciales de gran importancia (Wilkins, 1988) y probablemente esta situación continuará en el futuro.

El desarrollo de alternativas estables para el agricultor, que cultiva en barbecho, se conseguiría mediante el manejo mejorado de arroz o maíz y otros cultivos anuales en rotación. Este manejo daría mejores resultados que una rotación continua de cultivos anuales como parte de otra a largo plazo con leguminosas perennes (Froment et al., 1984). Dentro de estas opciones, es probable que cualquier cultivo secuencial de arroz y maíz, como cultivos principales de verano, requeriría de un cultivo invernal como medio de reducir el aumento constante de malezas (Froment, 1986).

Para proveer información sobre la sostenibilidad de cultivos secuenciales, se realizó un ensayo para estudiar, a largo plazo, la dinámica de las malezas, la fertilidad del suelo y los diferentes sistemas de cultivos. El ensayo fue orientado a contestar algunas de las preguntas principales referentes al cultivo anual no mecanizado en la región, por ejemplo: ¿Por cuánto tiempo se podría continuar con un cultivo secuencial? ¿Hay una respuesta a los fertilizantes? ¿Los rendimientos declinan con el tiempo debido a factores de malezas o fertilidad? ¿Un cultivo invernal es un componente esencial de un sistema estable de producción?

* Ingenieros Agrónomos, Control de Malezas, Convenio CIAT/Misión Británica en Agricultura Tropical, Santa Cruz, Bolivia.

** Ingeniero Agrónomo, Encargado del Centro Regional de Investigación Yapacaní, Santa Cruz, Bolivia.

Se esperaba que algunos resultados dieran pautas de cuáles serían las áreas futuras de investigación: estudios de fertilidad, paquetes de control de malezas o cultivos de invierno (Froment, 1986).

Se empezó el ensayo en 1986 en el Centro Regional de Investigación de Yapacaní (CIAT/MBAT), bajo la responsabilidad de un equipo multidisciplinario de investigadores. Los resultados que se van a presentar incluyen datos de rendimiento, la dinámica de las malezas y fertilidad hasta el momento de la cosecha del verano del tercer año. Ahora, en esta presentación, se van a enfocar los resultados referentes a los cultivos de arroz en barbecho, arroz con un cultivo de invierno y maíz en rotación invernal producido durante años sucesivos.

UBICACIÓN DEL ENSAYO

El ensayo estuvo ubicado al oeste del Departamento de Santa Cruz, a 200 m.s.n.m., donde la temperatura es de 24°C promedio anual y la precipitación, promedio anual, es de 2.000 mm (Hoyos et al., 1984). Las lluvias están distribuidas estacionalmente y la época lluviosa se ubica entre diciembre y abril.

El suelo está categorizado como Typic Paleudult de textura media y buen drenaje (Díaz y Barber 1988). La fertilidad es moderada en los primeros 5 cm y decrece rápidamente en el subsuelo donde hay concentraciones altas de aluminio.

Se estableció el ensayo en un área de barbecho de bosque de siete años de edad previamente cultivado con arroz.

DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño fue 3x2x2 factorial con cuatro repeticiones en bloques al azar y un tamaño de parcela de 10 m x 10 m.

- Factor uno

Fue el sistema de cultivos, incluyendo:

1. Arroz con barbecho en invierno.

2. Arroz con maní (cacahuete).

3. Maíz con frejol en invierno (reemplazado por *Vigna* sp., caupí, en el segundo año).

- Factor dos

Fue el control de malezas, incluyendo:

1. Control a los 20 - 25 días.
2. Control a los 20 - 25 días y 70 - 75 días.

El control se refiere solamente a los cultivos de verano. En invierno se controló una sola vez a todas las parcelas.

- Factor tres

Fue la aplicación de fertilizantes, incluyendo:

1. Sin fertilizante.
2. Aplicaciones divididas de 60 kg de nitrógeno y 80 kg de P_2O_5 /ha.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de malezas se hizo con los datos agrupados según especies, en gramíneas y de hoja ancha. Dado que la alta variabilidad de los datos durante el tiempo no fue reducida adecuadamente por los bloques, se hizo un análisis factorial de varianza, ajustándolo por el uso de una covariable, lo que permitió tener pautas claras de la variabilidad.

Los datos de rendimiento fueron analizados por un análisis factorial de varianza.

El estudio y análisis exitoso del uso de cultivos de invierno, como parte de una rotación, se vio impedido por la falta de información existente sobre cultivos y variedades apropiados para la siembra invernal en sistemas no mecanizados. Entonces fue difícil sacar conclusiones sobre los efectos de este tratamiento sobre los rendimientos. Sin embargo, se tuvo información útil sobre los problemas, afectando alguno de los cultivos probados y sobre prácticas agronómicas para cultivos de esta estación. El caupí parece tener

más potencial que el maní, dando una mejor cobertura en el suelo.

RESULTADOS

- Rendimiento del arroz

Los resultados muestran una diferencia significativa en rendimiento entre los dos sistemas de cultivo - arroz con barbecho y arroz con frejol/maní. En el segundo año el rendimiento del arroz es más alto, donde se sembró un cultivo de invierno (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rendimiento promedio de arroz de acuerdo al sistema de cultivos.

Sistema	Año 1 kg/ha	Año 2 kg/ha	Año 3 kg/ha
Arroz + Barbecho	2.944	2.337	2.534
Arroz + Maní	3.084	2.773	2.834
D.E.S.	111,2	147,8	179,6
Dif. Sig.	N.S.	**	N.S.

Esta tendencia se mantiene en el tercer año aunque no es estadísticamente significativa. Durante el transcurso del ensayo hay un aumento substancial del rendimiento, debido al uso de fertilizante en todas las parcelas (Cuadro 2). No hay efecto de interacción entre fertilizante y sistema (Cuadro 3); sin embargo, hay una interacción significativa, en el tercer año, entre fertilizante y número de controles de malezas (Cuadro 4).

Cuadro 2. Rendimiento promedio (kg/ha) de acuerdo al tratamiento de fertilizante

	Año 1 kg/ha	Año 2 kg/ha	Año 3 kg/ha
Sin Fertilizante	2.769 3.259	2.296 2.814	2.254 3.114
Con Fertilizante			
D.E.S.	111,2	174,8	179,6
Dif. Sig.	***	***	***

Cuadro 3. Rendimiento promedio interacción entre sistemas de cultivos y tratamiento de fertilizante.

Sistema	Fertilizante	Año 1 kg/ha	Año 2 kg/ha	Año 3 kg/ha
Arroz + barbecho	0	2.701	2.012	2.057
	+	3.187	2.662	3.011
Arroz + Maní	0	2.837	2.580	2.452
	+	3.331	2.965	3.217
D.E.S.		157,3	209,1	254,0
Dif. sig.		N.S.	N.S.	N.S.

Cuadro 4. Rendimiento promedio interacción entre tratamiento y fertilizante.

Desmalezado	Fertilizante	Año 1 kg/ha	Año 2 kg/ha	Año 3 kg/ha
1	0	2.625	1.896	1.600
	+	3.192	2.487	2.070
2	0	2.912	2.696	2.908
	+	3.325	3.140	4.158
D.E.S.		157,3	209,1	254,0
Dif. Sig.		N.S.	N.S.	**

Los rendimientos del arroz están significativamente incrementados, debido a la aplicación de dos controles de malezas contra uno desde el segundo año en adelante (Cuadro 5). Estas diferencias, causadas por los tratamientos de control de malezas y fertilizante, tienden a ser más pronunciadas con el tiempo.

Cuadro 5. Rendimiento promedio de acuerdo al tratamiento de carpidas.

	Año 1 kg/ha	Año 2 kg/ha	Año 3 kg/ha
Desmalezado	2.909	2.192	1.835
Desmalezadas	3.119	2.918	3.533
D.E.S.	111,2	147,8	179,6
Dif. Sig.	N.S.	**	**

El Cuadro 4 muestra que, aunque la aplicación de fertilizante incrementa el rendimiento con un solo control de malezas, no previene la baja en rendimiento de un año al otro. En el tratamiento con dos controles de malezas, nuevamente el rendimiento se ve incrementado por el uso de fertilizante, pero en este caso no declina con el tiempo hasta en las parcelas de

cero fertilizante (Cuadro 4). Esto indica que dos controles de malezas sobrepasan los efectos del cultivo en invierno, en términos de sostenibilidad de rendimiento con el tiempo. El Cuadro 6 muestra el rendimiento en la interacción de sistemas de cultivos y tratamientos de desmalezamiento.

- Rendimiento del maíz

No hubo diferencias significativas entre los rendimientos de maíz, entre uno y dos controles de malezas (Cuadro 7). Sin embargo, hubo una respuesta grande a los tratamientos de fertilizante en cada uno de los tres años (Cuadro 8). No hubo interacción entre los tratamientos de fertilizante y control de malezas (Cuadro 9) y aunque los rendimientos fueron menores en todas las parcelas en el año dos, no hubo una declinación continua en el rendimiento del maíz con el tiempo, en ninguno de los tratamientos.

Los Cuadros 10 y 11 muestran los rendimientos de maní al tratamiento de eliminación de malezas y aplicación de fertilizante, respectivamente. Por otra parte los Cuadros 12 y 13 presentan los rendimientos de frejol/maní a los tratamientos señalados anteriormente.

Cuadro 6. Rendimiento promedio interacción sistemas de cultivos y tratamiento de desmalezamiento.

Sistema	Desmalezado	Año 1 kg/ha	Año 2 kg/ha	Año 3 kg/ha
Arroz + Barbecho	1	2.873	1.931	1.762
	2	3.015	2.743	3.306
Arroz + Maní	1	2.945	2.452	1.908
	2	3.222	3.093	3.760
D.E.S.		157,3	209,1	254,0
Dif. Sig.		N.S.	N.S.	N.S.

Cuadro 7. Rendimiento de maíz de acuerdo a tratamientos de desmalezamiento.

	Año 1 kg/ha	Año 2 kg/ha	Año 3 kg/ha
Desmalezado	2.970	2.365	2.977
Desmalezadas	2.879	2.294	3.290
D.E.S.	197,1	173,3	180,6
Dif. Sig.	N.S.	N.S.	N.S.

Cuadro 8. Rendimiento de promedio de maíz de acuerdo a tratamientos de fertilizante.

	Año 1 kg/ha	Año 2 kg/ha	Año 3 kg/ha
Sin Fertilizante	2.285	1.848	2.538
	3.565	2.810	3.729
Con Fertilizante			
D.E.S.	197,1	173,3	180,6

Cuadro 9. Rendimiento promedio de maíz; interacción entre desmalezamiento y fertilizante.

Desmalezado	Fertilizante	Año 1 kg/ha	Año 2 kg/ha	Año 3 kg/ha
1	0	2.471	1.923	2.435
	+	3.470	2.806	3.519
2	0	2.099	1.774	2.641
	+	3.660	2.814	3.939
D.E.S.		197,1	254,1	255,5
Dif. Sig.		N.S.	N.S.	N.S.

Cuadro 10. Rendimiento de maní de acuerdo al tratamiento de desmalezamiento.

	Año 1 (kg/ha)	Año 2 (kg/ha)
Desmalezado	1.114	0,97
Desmalezado	1.094	0,13
D.E.S.	115,4	0,11
Dif. Sig.	N.S.	N.S.

Cuadro 11. Rendimiento de maní de acuerdo al tratamiento de fertilizante.

	Año 1 (kg/ha)	Año 2 (kg/ha)
Sin Fertilizante	1.082	0,98
Con Fertilizante	1.126	1,11
D.E.S.	115,4	0,11

- Rendimiento del arroz según el número de malezas

En la fecha de la primera evaluación, en general, no hay relación obvia entre cantidad de malezas gramíneas con el rendimiento final, sin embargo, en el momento de la segunda y tercera evaluación, hay correlaciones claras. Las parcelas con mayores rendimientos están asociadas con menor número de gramíneas y mayor número de las de hoja ancha. También se ve la tendencia de un mayor número de malezas de hoja ancha y menos gramíneas, bajo el sistema de dos controles de malezas. Además, hay más hoja ancha y menos gramíneas con el uso de fertilizantes, aunque este tratamiento tiene menos influencia que el número de controles de malezas sobre la cantidad de malezas presentes.

- Rendimiento del maíz según el número de malezas

En la fecha de la primera evaluación, hay una correlación entre el número de malezas gramíneas y el rendimiento. Hubieron menos gramíneas en las

Cuadro 12. Rendimiento de frejol/maní de acuerdo al tratamiento de desmalezamiento

	Año 1 (kg/ha)	Año 2 (kg/ha)
Desmalezado	544	804
Desmalezado	488	991
D.E.S.	47,4	167,4
Dif. Sig.	N.S.	N.S.

Cuadro 13. Rendimiento frejol/maní de acuerdo a tratamiento de fertilizante.

	Año 1 (kg/ha)	Año 2 (kg/ha)
Sin Fertilizante	471	828
Con Fertilizante	561	966
D.E.S.	47,1	167,4
Dif. Sig.	N.S.	N.S.

parcelas con mayores rendimientos del maíz. Sin embargo, esta relación se vuelve menos clara con el tiempo y no se encontró al final ninguna relación entre rendimiento y número de malezas de hoja ancha, contrariamente a la situación del arroz.

El rendimiento del maíz está fuertemente influenciado por la aplicación del fertilizante, pero las relaciones entre el rendimiento y número de malezas y este tratamiento son menos claras que en el caso del arroz.

DISCUSIÓN

El número de malezas se incrementó, considerablemente, en el primer año, a continuación de la cosecha del arroz y maíz en verano. Eso fue el resultado de la floración y semilleo de las malezas pioneras dentro del cultivo, que se localizaron en manchas densas. La cantidad de malezas continuó incrementándose hasta el segundo año, pero, declinó otra vez en el tercer año.

Durante los tres años del ensayo, la composición de la flora de malezas cambió. Las especies herbáceas de ciclo corto aumentaron en número, mientras las especies sucesionales como por ejemplo, *Solanum torvum*, se hicieron progresivamente más escasas, debido a los controles de malezas repetidos, que previnieron su floración y semilleo. El rebrote de arbustos no declinó durante el período estudiado. Estas dos tendencias, el aumento de malezas herbáceas y la declinación de tocones de árboles dentro del sistema de cultivos secuenciales con controles repetidos de malezas en terreno recién limpiado, inhiben la rápida recuperación del barbecho (Uhl, 1987). La calidad de la cobertura de barbecho es importante en la supresión de malezas. Un barbecho pobre y en manchas deja que las malezas sobrevivan al período de descanso, afectando la posibilidad de un próximo cultivo (Webb y González, 1989). De ahí la importancia de manejar y mejorar el barbecho, con un sistema de producción con cultivos secuenciales.

Las malezas gramíneas aumentaron en número a una tasa más rápida que las malezas de hoja ancha y en el segundo año, ocuparon la mayor parte de la biomasa. Cuando se controlan las gramíneas con mayor número de controles de malezas y en condiciones de mejor fertilidad, las malezas de hoja ancha se compensan y aumentan en número, implicando que las gramíneas dominan la flora de malezas y son muy competitivas con las de hoja ancha. Esta tendencia, que las malezas gramíneas dominan, es una característica de los sistemas de corte y quema en muchas partes del trópico (Moody, 1975).

Las condiciones creadas por las combinaciones de los tratamientos tienden a favorecer ciertas especies o tipos de malezas. Por ejemplo en el sistema de arroz en barbecho, la cobertura densa durante el invierno favorece especies tolerantes a la sombra como *Vernonia scorpioides*, mientras que en el sistema de arroz con maní las condiciones más secas y la ausencia de sombra permitieron el desarrollo de una gran población de *Euphorbia hirta*.

La influencia de los tratamientos sobre el número de malezas y su composición no fue evidente el primer

año, sin embargo, las diferencias aparecieron con el tiempo y muchas veces hubo un efecto acumulativo de una estación a otra.

- Tratamiento del sistema de cultivo

En el arroz cultivado el primer año, no hubo diferencias en el número de malezas, entre los tratamientos al momento de la evaluación, antes de la cosecha. Sin embargo, durante el período del ensayo, aunque estuvieron presentes gramíneas en el momento de la cosecha bajo dos controles de malezas, pocas estuvieron en floración, mientras que con un solo control una gran proporción había llegado a su madurez. La duración entre el primer control y la cosecha es mayor que el tiempo de duración de muchas malezas y eso permitió que estas malezas florecieran y semillaran. Esto ha causado, bajo el tratamiento de un solo control, un aumento progresivo y acumulativo de la carga de semilla de la maleza en el suelo. Luego, desde el segundo año en adelante, la densidad de gramíneas fue más alta en estas parcelas. Encuestas previas (Pozo y Maxwell, 1977), han mostrado que la mayoría de los agricultores no hace una carpida tardía. La ausencia de un control tardío de malezas es un factor importante en el enmalezamiento de las parcelas.

El maíz no es tan sensible a la competencia con malezas, excepto bajo condiciones de crisis híbrida. Como resultado, los tratamientos de control de malezas no afectaron el rendimiento, ni en el segundo año cuando se registraron diferencias considerables en el número de malezas entre uno y dos controles.

Se seleccionó la variedad de arroz sembrado en el ensayo, CICA-8, por su alta respuesta al fertilizante. Se notó que el CICA-8, compitió mejor con malezas bajo condiciones de alta fertilidad, es decir, en parcelas fertilizadas hubo menos gramíneas en el sistema de arroz con barbecho. Los resultados del ensayo, indican que las malezas perennes *Paspalum conjugatum* y *P. paniculatum* declinan en número con el aumento de la fertilidad, es decir son menos competitivas con el cultivo bajo condiciones fértiles. Probablemente, eso es un factor contribuyente al hecho de que estas especies son más problemáticas en los suelos más

pobres de Yapacaní, que en otras áreas de colonización.

Las especies anuales *Leptochloa virgata* y *Rottboellia cochinchinensis* siempre aumentan con el uso de fertilizante, incluso fueron más numerosas en el sistema de arroz con maní, donde los niveles de nutrientes probablemente fueron más altos. Al contrario, las especies de *Paspalum* eran más numerosas en el sistema de menos fertilidad, o sea el de las parcelas con barbecho en invierno.

Hubo una respuesta grande al fertilizante por parte del cultivo del maíz en todas las ocasiones. Aunque el rendimiento en el segundo año fue bajo en todas las parcelas, debido a la siembra tardía y altos niveles de precipitación, en el tercer año subió otra vez a un nivel parecido al del primer año. Las diferencias de manejo, entre años en este sistema de cultivo en particular, hicieron problemática una conclusión definitiva sobre las tendencias en rendimiento, que tendrá el maíz con el tiempo.

RENDIMIENTO

- Competencia entre maleza y cultivo

Las malezas gramíneas deprimen el rendimiento, mientras que las malezas de hoja ancha tienen poca influencia en aquél, especialmente en los dos últimos años. Además, en el tercer año, la incidencia de enfermedades del arroz fue más severa en parcelas donde la infestación de gramíneas fue alta, sin embargo, no existe información cuantitativa para avalar esta afirmación.

- Sistema del cultivo

Los rendimientos fueron más bajos en el sistema de barbecho en invierno que con maní en la misma estación. Sin embargo, los resultados muestran que

en el primer sistema con dos controles de malezas, el rendimiento no declina durante el período estudiado.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

El cultivo secuencial del arroz no es una práctica común actualmente. Normalmente se cultiva arroz, un solo año, después de limpiar el barbecho y antes de dejar el terreno en descanso. Los resultados del ensayo coinciden con los encontrados en otras partes (Sánchez y Benitez, 1987), que muestra que el aumento de malezas es la mayor limitación a los cultivos secuenciales por lo menos a corto plazo. Se destaca la importancia del cambio en la composición de especies, hasta una flora de malezas dominadas por gramíneas. Se mostró qué gramíneas compiten fuertemente con el arroz y además aumentan los costos de control de malezas, dados los paquetes tecnológicos disponibles.

La aplicación de fertilizantes aumenta el rendimiento de esta variedad mejorada de arroz, incluso en el primer año del cultivo. Sin embargo, fue el aumento de malezas el factor que sobresalió en sostener el rendimiento durante tres años. El fertilizante no fue esencial para mantener los rendimientos, ni en la ausencia de manejo mejorado de malezas previno la baja en rendimientos con el tiempo.

Los resultados de este ensayo muestran que una sola carpida o control de malezas a los 25 días después de la siembra, permite un serio enmalezamiento que se registra en el segundo y tercer año, causando una disminución en rendimiento.

Incluir una segunda carpida tardía, a los 70-75 días, controló la competencia por malezas hasta tal nivel que no afectó el rendimiento. El beneficio en el rendimiento no aparece en el primer año en forma directa, sino reduce la floración y semilleo de las malezas.

Maíz - Base de sistemas intensivos de producción en riego en Chile

por C. Lagos S., R. Velasco H. y J. González U. *

INTRODUCCIÓN

- Demanda de maíz de grano

El cultivo del maíz en Chile es claramente dependiente de las expectativas del sector pecuario, las que se muestran favorables en el mediano plazo, lo cual implica una demanda sostenida de maíz grano y/o como recurso forrajero en alimentación invernal.

- Carne bovina

En efecto, el Instituto Nacional de Estadística (INE) refiriéndose al ejercicio 1988 destaca en el caso de la carne bovina, que el beneficio y la producción de carne de vaca aumentó en un 14,8 y 12,7 por ciento, respectivamente, comparado con el año anterior (799.305 v/s 696.028 en número de cabezas).

En 1988 se inició, entonces, un período en que tanto la producción de carne en vara como el beneficio de vacas y vaquillas aumentó, lo que hizo suponer que se estaría entrando en una nueva fase de liquidación, dentro del ciclo ganadero. Sin embargo, la evolución de la masa ganadera, como los precios, permiten desechar la ocurrencia de este comportamiento, registrándose una situación atípica respecto al desarrollo natural del ciclo ganadero.

Entre las razones que se esgrimen para este comportamiento están los elevados precios de la leche, el aumento de ingresos reales de la población y

ciertos cambios en la tecnología de producción, que llevan a una mejor eficiencia. Estos cambios también incluirían un nuevo tipo de explotación consistente en la engorda de hembras, cuyo beneficio no corresponde a la liquidación de vientres que caracteriza a la fase de eliminación del ciclo ganadero.

También INE entrega un incremento para 1988 de 97.000 cabezas respecto a 1987, con lo cual las existencias se sitúan en torno a los 3.468.000 animales. A su vez, la producción en vara en 1988 fue de 196.816 toneladas lo que ha llevado el consumo aparente más alto de los últimos cuatro años con 15,6 kilos por habitante.

El precio del novillo fue en abril de \$244,8 el kilo sin IVA, el cual se ha mantenido en estos meses (en términos reales).

- Producción porcina

La producción de carne de cerdo alcanzó en 1988 a las 110.113 toneladas, cifra que es un 13,4 por ciento superior a 1987 con lo cual el consumo aparente por habitante llega a 7,9 kilos de carne porcina, es decir, un aumento de 12,9 por ciento respecto al año precedente y un 5,4 por ciento respecto al año 1984. Lo anterior permite que, en la actualidad, el consumo de carne porcina represente un 23,6 por ciento del consumo total de carnes, lo que se compara favorablemente con 1985, en que significaba sólo un 15,5 por ciento. A este ritmo de crecimiento, en 1990, se podrían superar las 130.000 toneladas.

- Producción de aves y huevos

La producción total de carne de ave en vara durante 1988 fue de 11.682 toneladas respecto a 1987. Las

* *Ingenieros Agrónomos, EE Quilamapu/INIA, Chillán, Chile.*

exportaciones de pollo congelados aumentaron de 783 toneladas en 1987 a 3.638 toneladas en 1988 (Japón, Hong Kong y Argentina), lo que representó un retorno de U\$S 5,9 millones.

El consumo aparente creció en un 6,7 por ciento respecto de 1987, alcanzando a 8,7 kilos por habitante. La producción de huevos para consumo en 1988 se estimó en 1.436 millones de unidades, lo que lleva a un consumo aparente en 1988 de 113 unidades por habitante.

- Producción lechera

Los precios en 1988 fueron muy superiores en términos reales a los de 1987. Los mayores incrementos se alcanzaron en el segundo semestre con 21,29 y 22,57 por ciento para noviembre y diciembre, respectivamente. Estos mayores precios están relacionados con aumentos en la capacidad del consumo de la población y la drástica disminución de las donaciones que han obligado a cubrir las necesidades del país con producción nacional e importaciones a valores elevados. También influyó la sequía en la zona sur.

En 1989, tanto la producción como la demanda, crecieron lo que permitió mantener los precios de fines de 1986. En consecuencia, en el mediano plazo, no se prevén cambios siempre que se mantenga la política lechera.

Esta demanda sostenida, junto a un repunte en el precio internacional del maíz (del cual depende el precio interno) llevaron a una superficie de siembra para 1989 estimada en las 110.000 ha, vale decir un 22 por ciento superior a 1988 y con rendimientos unitarios de sobre 7,0 toneladas por hectárea, lo que permite asegurar el abastecimiento con maíz nacional de la demanda aparente estimada sobre las 860.000 toneladas al año, (Figura 1, Cuadros 1 y 2). En un análisis más detallado de la productividad por hectárea alcanzada últimamente al dividir la zona maicera en "zona central" y "zona central sur", de acuerdo a un estudio realizado por un especialista del CIMMYT en 1979, basado en un estudio de CORFO de 1970, donde se establecieron rendimientos potenciales

promedios para ambas zonas (Cuadro 3), se aprecia que el peso de la actual productividad en maíz lo ha estado llevando la zona central, donde estas metas potenciales al cabo de 10 años han sido alcanzadas plenamente; no pudiendo decir lo mismo de la zona centro sur. Las razones que se esgrimen para esta magra estadística referente a maíz en la zona centro sur son de dos tipos: razones propias del sistema de producción, referidas tanto al tamaño de los predios, como el destino que se da a parte de la producción y razones técnicas referidas al cultivo mismo donde destacan el uso de variedades no adecuadas, un bajo stand de plantas por hectárea a cosecha y un bajo nivel de uso de fertilizantes nitrogenados (Cuadro 4).

La entrega de antecedentes para revertir esta situación en la zona centro sur, de forma de lograr sistemas de producción eficientes para el valle regado y en especial para los pequeños agricultores, constituye el fin último de este trabajo.

TENENCIA DE LA TIERRA Y PRODUCCIÓN DE MAÍZ

Estimar si el tamaño de la explotación en la zona centro sur ha tenido algún efecto en la incorporación de tecnología moderna en el cultivo del maíz es difícil; ya que el último censo, donde se trabajó por estratos en la estimación de cultivos, fue el 1975/76 y luego hubo sólo un censo poblacional en 1982. En todo caso no es misterio para nadie que la VII y VIII regiones exhiben índices de ruralidad muy por encima del promedio del país.

Se ha podido establecer que en la zona maicera centro sur, el número de predios bajo las 5 HRB, que equivale a predios con un promedio de 14,5 ha físicas, alcanzan a 35.282; representando el 68 por ciento del total de predios de 24 comunas del valle regado de las VI y VII regiones (51.652 predios) (Cuadro 5). A su vez 12.222 predios en esta misma área corresponden a roles entre 5 y 12 HRB con una superficie promedio de 39,5 ha y que representan el 24 por ciento de los roles registrados. Consecuentemente, solo un 8 por ciento de los predios están sobre las 12 HRB con tamaños promedios que fluctúan entre los 148,4 hs y 306,2 ha.

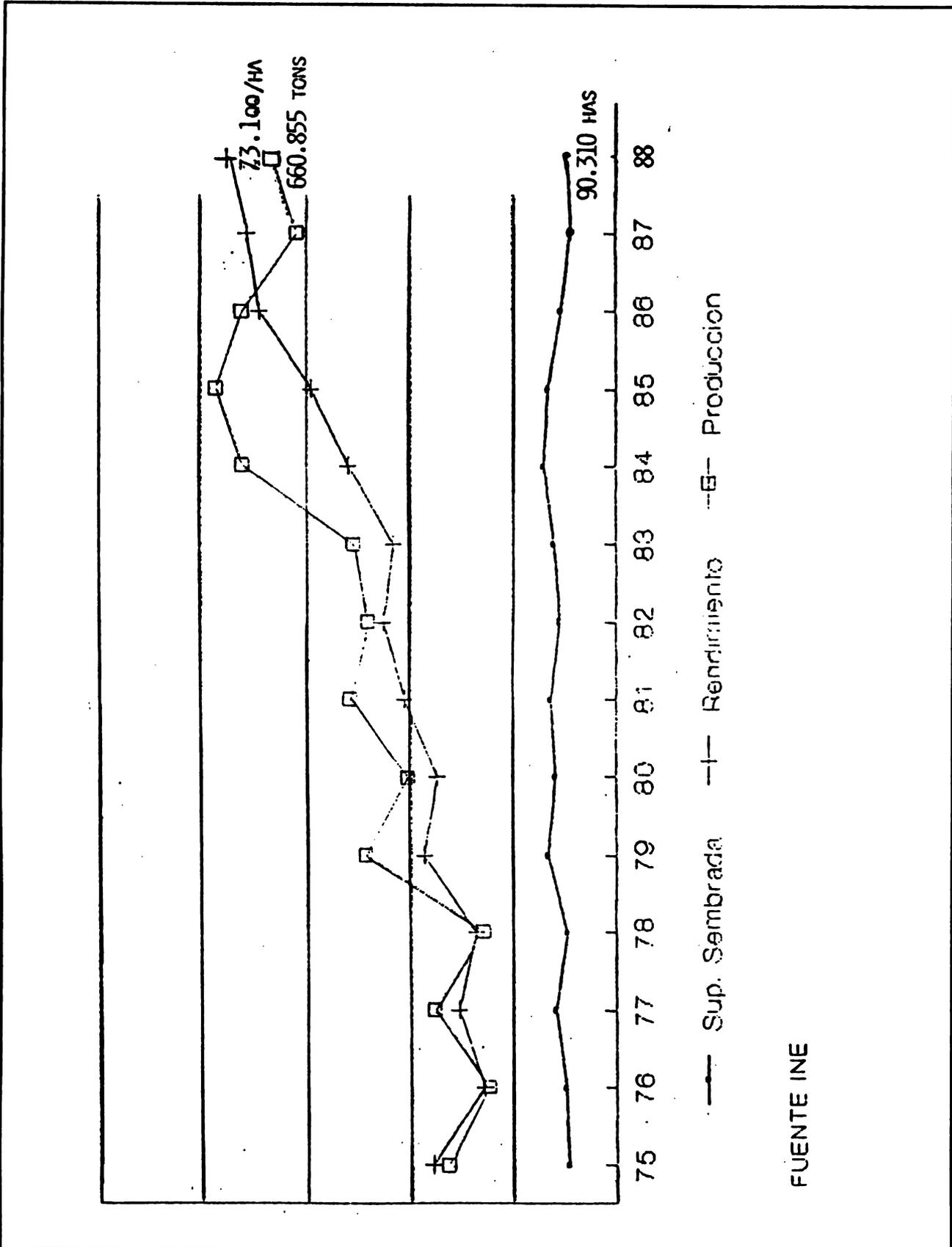


Figura 1. Tendencias en los cultivos anuales. Período 1975 - 1988. Rubro: Maíz nacional.

Cuadro 1. Evolución del cultivo de maíz en Chile.

Año	Superficie miles ha	Producción miles t	Rendimiento t/ha	Importaciones miles t	Exportaciones miles t	Disponibilidad miles t
1980	116	405	3,49	357	2	761
1981	125	518	4,13	309	1	826
1982	107	484	4,52	397	0	881
1983	118	512	4,34	143	0	654
1984	138	721	5,21	36	5	752
1985	130	772	5,91	1	2	771
1986	105	721	6,89	53	-	774
1987	87	617	7,12	234	-	860
1988	90	661	7,31	149	-	812

Fuente: Odepa, 1988.

Año	\$/t
1981	39.989
1982	36.196
1983	49.055
1984	51.826
1985	46.952
1986	42.094
1987	40.462
1988	51.046
1989	45.419
1990	43.092 *

* (Meses enero - abril)

Fuente: SNA

Cuadro 2.
Evolución precios internos
(reales) \$/tonelada maíz
(\$ abril 1990 s/IVA).

Cuadro 3. Rendimiento promedio y potencial en provincias maiceras de riego de la zona central y centro sur de Chile.

Provincias	Rend. \bar{X}^* potencial t/ha	Rend. \bar{X}^{**} 1978 t/ha	Rend. \bar{X}^{**} 1988 t/ha	Diferencia t/ha
Zona Central				
San Felipe (Aconcagua)	7,0	4,6	6,7	- 0,3
Quillota (Valparaíso)	5,5	1,9	5,6	+ 0,1
Melipilla (Santiago)	7,5	3,3	8,2	+ 0,7
Cachapoal (O'Higgins)	6,8	4,2	9,7	+ 2,9
Colchagua	6,6	3,0	7,5	+ 1,1
Promedio diferencia			+	0,9
Zona Centro Sur				
Curicó	5,2	2,8	6,7	+ 1,5
Talca	6,4	1,6	4,9	- 1,5
Linares	6,9	1,3	2,5	- 4,4
Nuble	6,2	1,2	2,2	- 4,0
Concepción	4,4	0,6	0,4	- 4,0
Bío-Bío	4,4	0,9	0,5	- 3,9
Promedio diferencia			-	2,7

(A): Informe Dr. Alejandro Violic 1979.

(*): Estudio de factibilidad de una red nacional de centros de secado y almacenamiento de maíz CADE-CORFO, 1970.

(**): Fuente: INE

Cuadro 4. Zona Centro-Sur.

Razones del Sistema de Producción	Razones baja producción
- Tamaño de los predios	- Uso variedades no adecuadas
- Consumo en verde	- Bajo stand de plantas por hectárea
- Uso como ensillaje y/o soiling	- Bajo nivel de fertilización nitrogenada

Cuadro 5. Número y tamaño promedio predios comunas valle regado zona Centro Sur (zona maicera VII y VIII regiones).

	O menor 5 HRB	5-menor12 HRB	12-menor 40 HRB	+ 40 HRB	Total
Nº predios	35.272	12.222	3.320	838	51.652
Porcentaje	68 %	24 %	6 %	2 %	100 %
Hectáreas físicas	14,5	39,5	148,4	306,2	-
Promedio (Rango ha)	(5,7 - 37,3)	(7,3 - 90,7)	(52,6 - 572,5)	(56,1 - 629,6)	

Fuente: Proyecto BID-INIA. Seguimiento y evaluación socioeconómico. Publicación Nº 1 volumen III 23/09/87

Cuadro 6. Número de informantes, superficie y producción por región de maíz.

Región	Nº informantes	%	Superficie ha	%	Producción (t)	%
Total país	78.571	100	109.428	100	28.298	100
VII región	21.398	27,2	26.193	23,9	4.928	17,4
VIII región	13.314	17,0	15.725	14,4	1.122	4,0
Total región Centro Sur	34.712	44,2	41.918	38,3	6.050	21,4

Fuente: Censo Agropecuario 1975. INE.

Cuadro 7. Número de informantes. Superficie y producción por tamaño explotación de maíz.

Tamaño explotación	Nº informantes	%	Superficie (ha)	%	Producción (t)	%
0 - 20	65.645	83,6	50.630	46,5	11.026	38,9
20 - 100	9.134	11,6	27.950	25,5	7.797	27,5
100 - 200	1.755	2,1	11.320	10,3	3.547	12,5
Mayor 200	2.037	2,6	19.529	17,8	5.929	21,1
Total	78.571	100	109.429	100	28.299	100

Fuente: Censo Agropecuario 1975. INE.

Cuadro 8. Evaluación de la superficie manejada en agricultores G.T.T. lecheros (N = 35) zona Centro-Sur (1983-1987) Estación Experimental Quilamapu 1989¹.

	Hectáreas		Diferencia
	1983	1987	
Superficie total (ha)	6.333 (100 %)	6.608,3 (100 %)	+ 4 %
Lechería (ha)	5.145,5 (81,2 %)	4.303,6 (65,1 %)	- 16,1 %
Cultivos anuales (ha)	1.151,5 (18,2 %)	2.215,3 (33,5 %)	+ 15,3 %
Nuevas alternativas (ha) Hortofrutícolas	36,0 (0,6 %)	89,4 (1,4 %)	+ 0,8 %
Praderas sembradas (ha)	3.361,5 (65,3 %)	3.132,5 (72,8 %)	+ 7,5 %

1) A. Vergara y L. Becerra, julio 1989.

Cuadro 9. Superficie dedicada al maíz en G.T.T. Lecheros región Centro-Sur 1987. Estación Experimental Quilamapu 1989¹.

G.T.T.	Superficie Agricultor (ha)	Cultivos + Prad. Supl. (ha)	Promedio en superficie (ha)				Otros
			Remolacha	Trigo	Frejoles	Maíz	
Linares (N = 9)	175	75,4	22,6	22,4	10,4	7,1	12,9
San Carlos (N = 10)	238	82,0	20,2	30,6	3,4	9,3	17,3
Los Angeles (N = 16)	287	74,4	20,0	21,2	1,5	17,9	13,4
Promedio (N = 35)	244,2	77,1 (100 %)	20,7 (26,8 %)	24,2 (31,8 %)	4,3 (5,6 %)	12,7 (16,5 %)	15,0 (19,3 %)

(1): A. Vergara y L. Becerra, julio 1989.

Cuadro 10. Porcentaje de agricultores G.T.T. lecheros (N = 35) que utilizan los recursos mencionados en alimentación invernal temporada 1983 v/s 1987 E.E. Quilamapu 1989¹.

	1983		1987		Diferencia
	Nº agric.	%	Nº Agric.	%	
Coseta (seca, hum.)	20	(57 %)	28	(80 %)	+ 23 %
Melaza	13	(13 %)	24	(69 %)	+ 32 %
Ensilaje Maíz	28	(80 %)	30	(86 %)	+ 6 %
Heno	31	(89 %)	34	(97 %)	+ 8 %
Prod. Vacas - Masa/año	It.3.128 (100 %)		4.328 (138 %)		
Dotación Vacas - Masa/año	4.013 (100 %)		4.256 (106 %)		

1) A. Vergara y L. Becerra, julio 1989.

PRODUCCIÓN EFICIENTE DE MAÍZ

Para tener una producción eficiente de maíz es necesario tener en cuenta además de la capacidad empresarial, las limitantes que nos impone el clima, el suelo y la disponibilidad de agua de riego. El agricultor puede hacer mucho para aminorar efectos detrimentales y adaptarse con un sistema de producción en riego a las eventuales limitantes de clima.

- Clima

El clima del valle regado (Llano Central) es predominantemente mediterráneo hasta el paralelo 39 (Papadakis, 1973; Di Castri y Hadak, 1976) y más al sur ha sido considerado como patagónico y/o marino (Papadakis 1973 y Fuenzalizada, 1965). La temperatura media anual en Santiago (33° 35' S) es de 14,6°C; bajando en Puerto Montt (41° 28' S) a los 11,7°C. Por

su parte las lluvias varían desde los 360 mm al año en Santiago hasta los 2.340 mm al año en Puerto Montt.

La producción de maíz en Chile se hace, mayoritariamente, bajo condiciones de riego, salvo en la zona sur, en razón a que en el período de cultivo de maíz (octubre - marzo) el desbalance hidrológico es máximo (Figuras 2, 3, 4 y 5). A medida que se avanza con el cultivo hacia el sur, pasan a ser cada vez más relevantes los requerimientos de temperatura del maíz (Base 10°C para maíz dentado amarillo y 6°C para maíz cómeo). Además, se torna limitante para el ciclo del maíz a usar, el período libre de heladas en razón a que por una parte el maíz requerirá comparativamente más días calendario para completar los distintos estados fenológicos y por otra, este período libre de heladas, se estrecha en el sur a sólo tres meses con una probabilidad alta de ocurrencia de éstas.

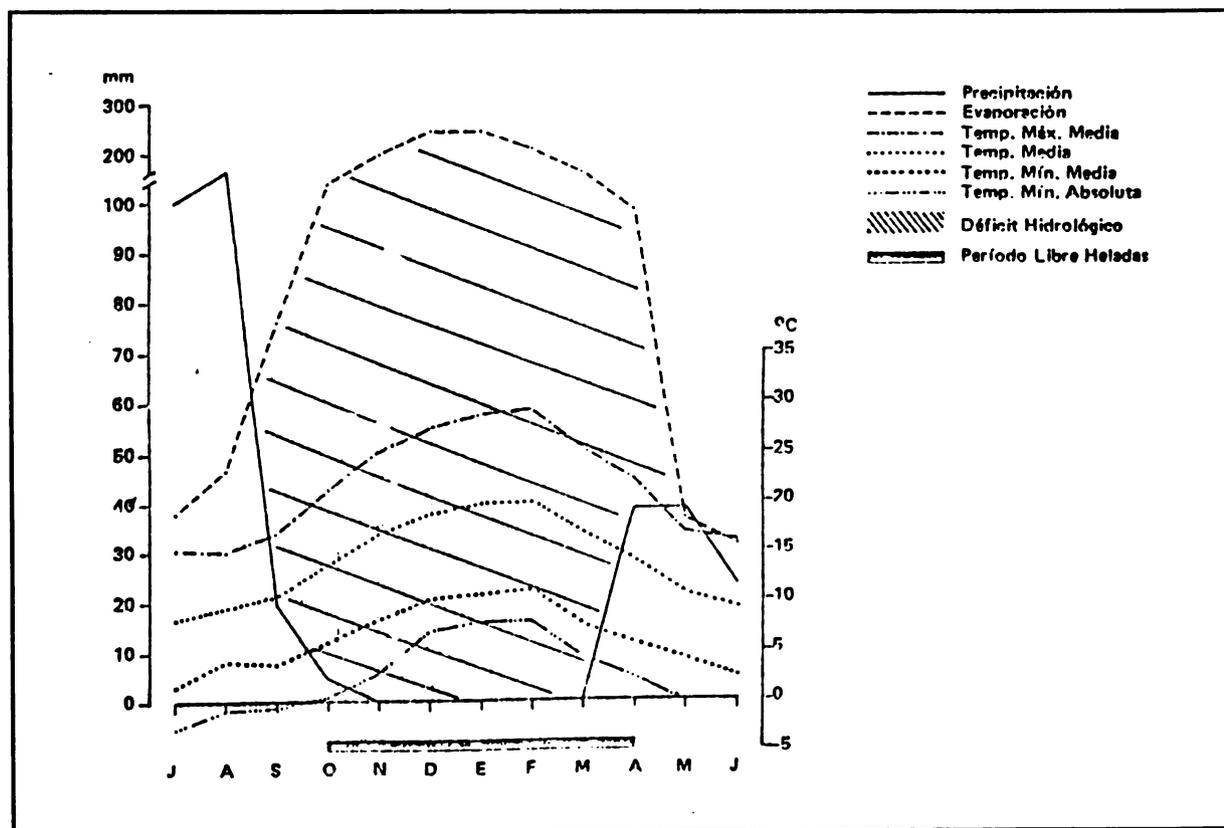


Figura 2. Climodiagrama La Platina, 1989. (Lat. 33°34'S, Long. 70°38'W, Alt. 625 m.s.n.m.)

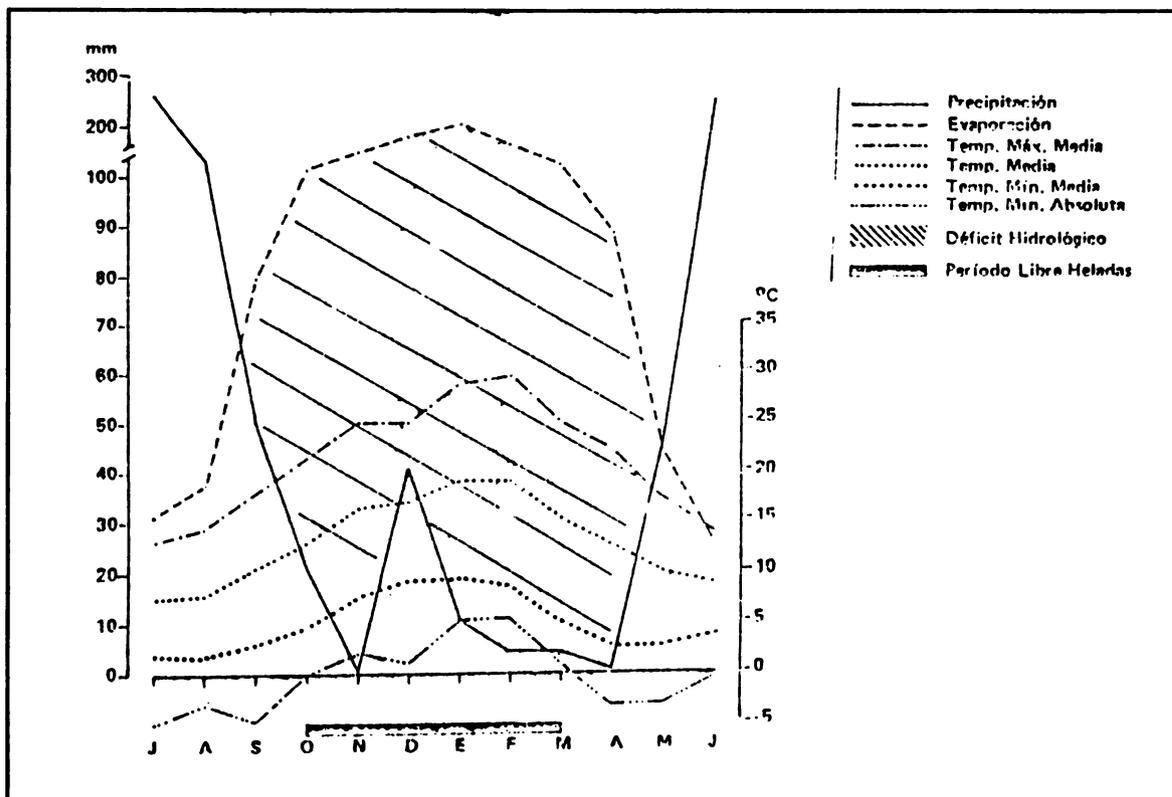


Figura 3. Climodiagrama Santa Rosa, 1989. (Lat. 36°32'S, Long. 71°55'W, Alt. 217 m.s.n.m.)

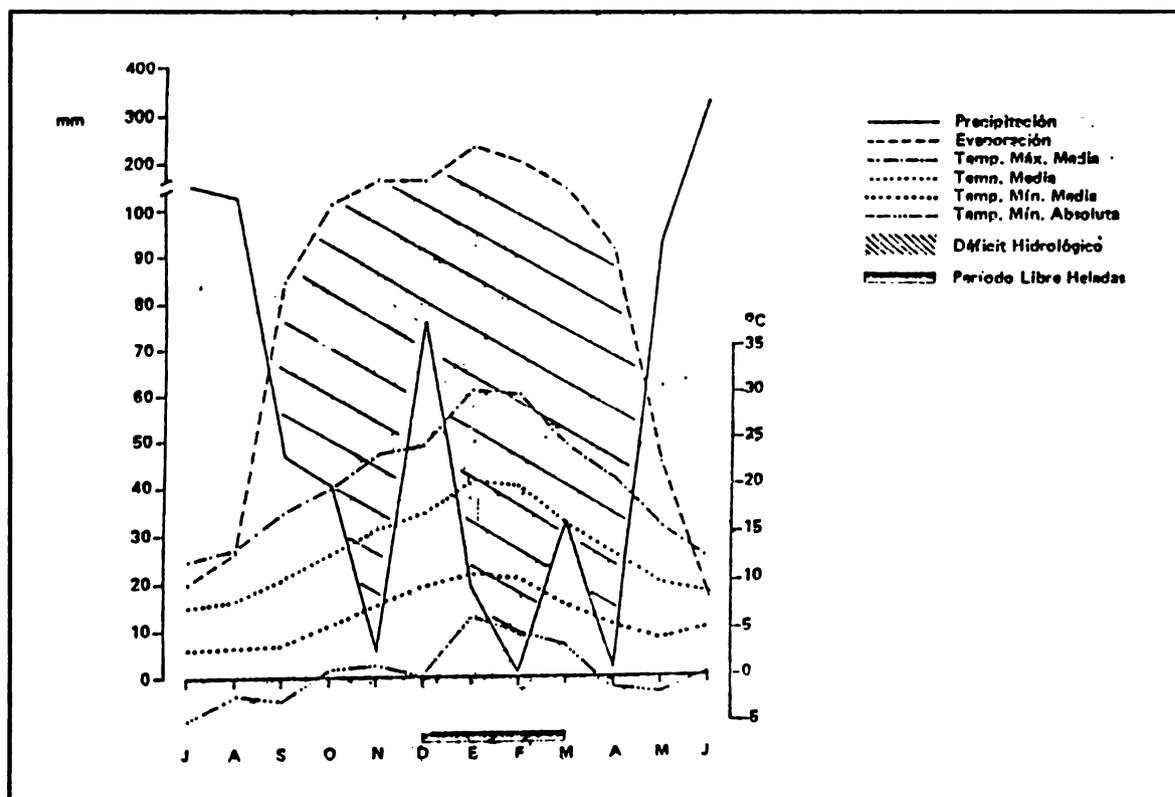


Figura 4. Climodiagrama Humán, 1989. (Lat. 37°28'S, Long. 72°23'W, Alt. 166 m.s.n.m.)

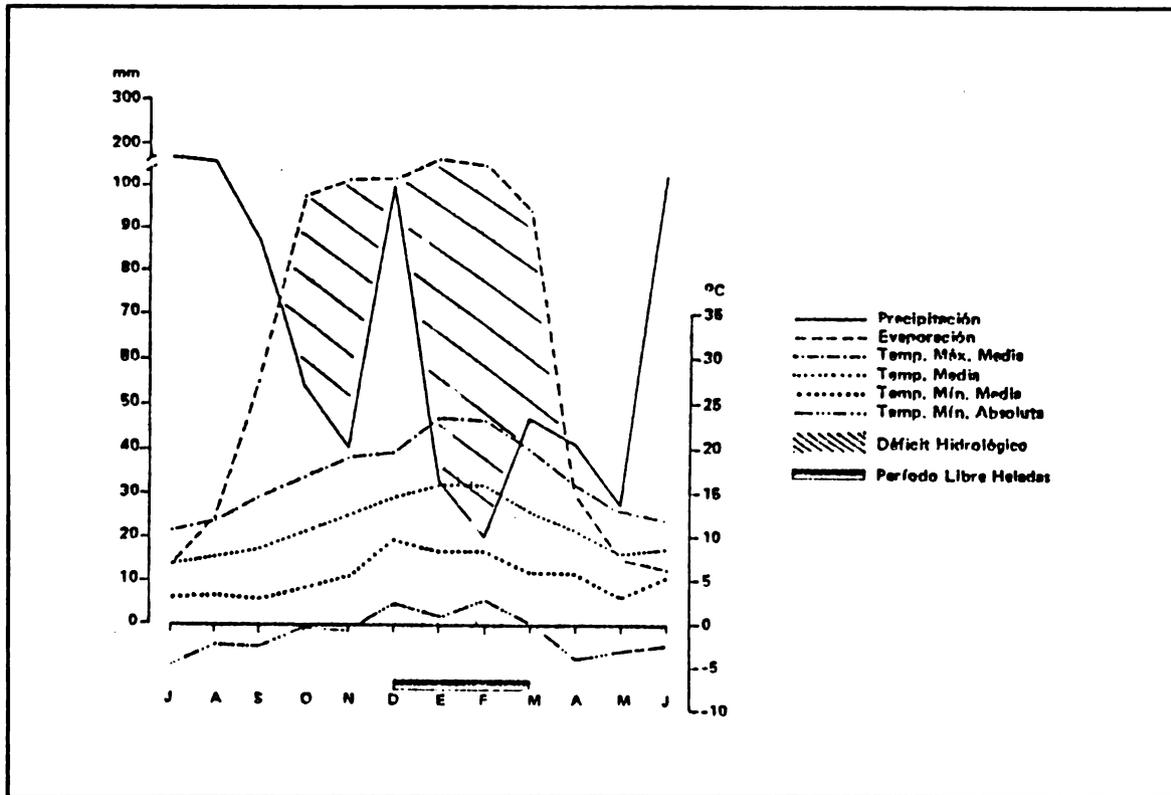


Figura 5. Climodiagrama Remehue, 1989. (Lat. 40°35'S, Long. 73°08'W, Alt. 73 m.s.n.m.)

En efecto, el crecimiento y desarrollo de la planta de maíz, esto es, su ciclo vegetativo como expresión fenológica, son el resultado de la interacción entre su constitución genética y los factores del medio, determinando la primera su naturaleza individual y simultáneamente la forma en que reacciona frente a las influencias ambientales tales como: radiación, temperatura, fotoperíodo, etc. Por lo tanto, si la constitución genética de la planta tiene diferentes grados de respuesta a estos factores, se considera importante conocer en que medida estos, aisladamente o en conjunto, afectan la evolución y rendimiento final de la planta de maíz.

De los factores ambientales, la temperatura es uno de los que influye más notoriamente en la velocidad o ritmo de crecimiento de la planta. El estudio de estas relaciones se remonta a trabajos de Shaw, quien estableció el hecho de que, cuando la temperatura aumenta, lo hace también la velocidad de crecimiento hasta alcanzar un valor óptimo, por encima del cual

todo nuevo aumento de temperatura da lugar a una disminución de dicha velocidad. Se explica esta relación considerando que, al principio, las reacciones químicas en la planta suelen intensificarse al aumentar la temperatura, pero cuando ésta se eleva aún más, comienzan a adquirir importancia otras reacciones entre las que se hallan la desnaturalización de las proteínas vegetales, con la consiguiente inactivación que actúa retardando el crecimiento.

Una derivación en la aplicación del criterio respecto a la caracterización de niveles mínimos, óptimos y máximos de temperatura con relación al crecimiento vegetal, ha sido el uso de las denominadas unidades de calor o grados-días de calor.

Las unidades de calor o grados - días efectivos de calor, aplicados para una mejor comparación de las temperaturas durante el crecimiento, se refieren a la utilización de valores térmicos dentro de ciertos límites más allá de los cuales el crecimiento cesa, se retarda

o es constante. En su concepción más simple, vendrían a estar representadas por los grados netos de calor, que resultan luego de deducir al promedio de las temperaturas máximas y mínimas diarias, los términos de corrección dados, en primer lugar, por una temperatura mínima vital debajo de la cual el crecimiento cesa y por otro lado, por cualquier excedente de temperatura máxima, con los mismos efectos depresivos o de crecimiento constante, arriba de un óptimo. Las temperaturas vitales para el maíz, dentro de este concepto, han sido estimados en 10°C como mínimo y 30°C como óptimo.

Consecuentemente, las unidades de calor, vendrían a estar representadas por la siguiente fórmula de Gilmore y Rogers:

$$UC = \frac{Ta. \text{ mín. grado C} + Ta. \text{ máx. grado C} - 10 \text{ grado C}}{2}$$

Bajo este criterio, se correlacionaron durante tres temporadas 1987/88; 1988/89 y 1989/90 las temperaturas diarias promedio de cobertizos ajustadas a estos rangos y acumuladas en la localidad de Chillán (Campo Experimental Santa Rosa, lat. 36° 32' S, long. 71° 55' W y 217 m.s.n.m.) desde la siembra a la emisión del 50 por ciento de flor femenina de 10 híbridos comerciales de maíz grano (semiprecoces y precoces), con humedad de grano a cosecha equivalentes (18 - 20 %), y sus rendimientos en grano base 15 por ciento de humedad alcanzados bajo condiciones de manejo, tendentes a un óptimo y en un mismo tipo de suelo.

Se obtuvo, en este análisis, un coeficiente de regresión igual a 0,538 lo que indica que las variaciones de rendimiento entre híbridos y para las distintas temporadas, se pueden explicar en gran medida (72 %) en base a las unidades de calor efectiva, acumuladas de siembra a flor (Cuadro 11, Figura 6).

Cuadro 11. Relación Meteorolog/rendimiento maíz Sta. Rosa 88/89/90 C. Lagos.

Modelo: Modelo 1.
Variable dependiente: RENQ

Análisis de variancia					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Prob>F
Modelo	1	44.161,14046	44.161,14046	137,653	0,0001
Error	118	37.856,07640	320,81421		
C total	119	82.017,21687			
Raíz MSE		17,91129	R-cuadrado	0,5384	
Dep media		116,10859	Adj. R-sq	0,5345	
C.V.		15,42632			
Estimación de parámetro					
Variable	DF	Parámetro estimado	Error estándar	T para HO: Parámetro = 0	Prob > T
Intercep	1	- 128,327719	20,89804824	- 6,141	0,0001
TEM	1	0,463357	0,03949321	11,733	0,0001

$$\hat{Y} = - 128,33 + 0,463 \text{ Tem Ac } ^\circ\text{C}$$

$$R^2 = 0,538$$

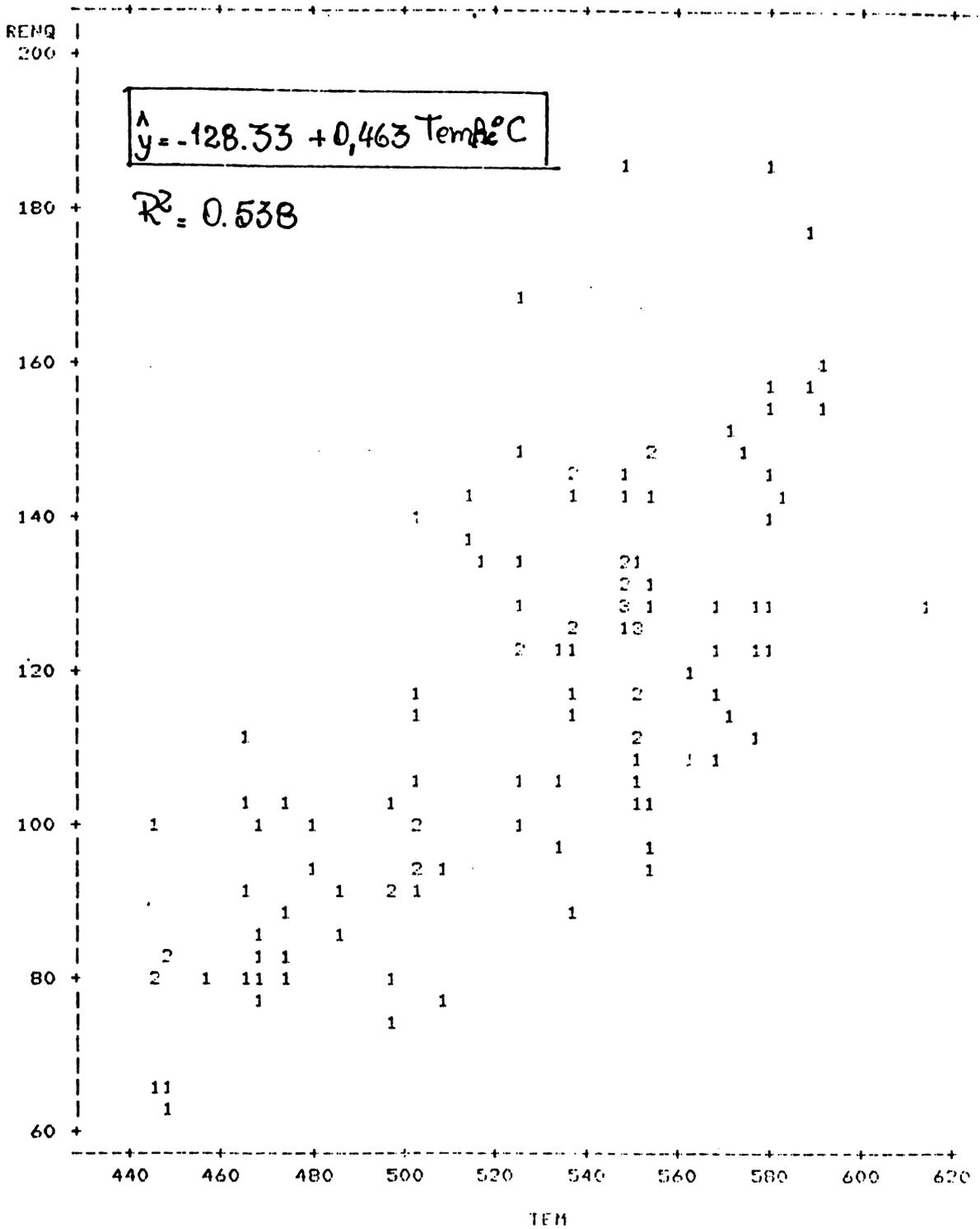


Figura 6. Relación Meteorolog/rendimiento maíz Sta. Rosa 88/89/90 C. Lagos

Igualmente existe una alta correlación ($R = 0,81$) entre temperatura y evaporación de bandeja, ajustada por coeficiente de cultivo de siembra a flor, como una estimación de la evapotranspiración sufrida por el cultivo, que a su vez refleja el ritmo de actividad de la planta de maíz durante el período vegetativo (Cuadro 12, Figura 7).

También se trató de expresar el rendimiento alcanzado por los híbridos, en función de estos dos parámetros agroclimáticos, en conjunto mejorando el coeficiente de regresión a 0,553. Pero el aporte del parámetro evaporación de bandeja corregido no fue significativo, lo que indica que mayoritariamente, las variaciones en rendimiento entre los híbridos y entre años se explican a través del parámetro temperatura ambiente.

Probablemente para condiciones de maíz de secano, este parámetro pudiera tener una mayor relevancia (Cuadro 13).

- Suelo

Los suelos del Llano son en su mayor parte de origen aluvial, entre Santiago y Angostura. Más al sur, hasta San Carlos, predominan los suelos volcánicos derivados de tobas. Entre San Carlos y Puerto Montt dominan los suelos derivados de cenizas volcánicas.

Dado las condiciones de clima tan favorables para la agricultura y la disponibilidad de aguas de riego, el Llano Central ha sufrido un proceso de agroclimaturización intenso, que ha desplazado a los ecosistemas naturales por ecosistemas agrícolas. La productividad potencial de estos ecosistemas es alta pero se ve amagada por diversos procesos, tales como salinización o la erosión, que atentan contra ella.

Una buena aproximación para evaluar el potencial de los suelos del valle regado, lo entrega R. Novoa y S. Villaseca en su trabajo "El Llano Central, su potencialidad y sus problemas"; quienes estiman que la superficie total alcanzaría a los 4,5 millones de

Cuadro 12. Relación Meteorolog/rendimiento maíz Sta. Rosa 88/89/90 C. Lagos.

Modelo: Modelo 5
Variable dependiente:: TEM

Análisis de variancia					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Prob>F
Modelo	1	166.998,14692	166.998,14692	509,329	0,0001
Error	118	38.689,71975	327,87898		
C total	119	205687,86667			
Raíz MSE		18,10743	R-cuadrado	0,8119	
Dep medio		527,53333	Adj. R-sq	0,8103	
C.V.		3,43247			
Estimación de parámetro					
Variable	DF	Parámetro estimado	Error estándar	T para HO: Parámetro = 0	Prob > T
Intercep	1	181,825819	15,40719918	11,801	0,0001
Evapc	1	1,226203	0,05433296	22,568	0,0001

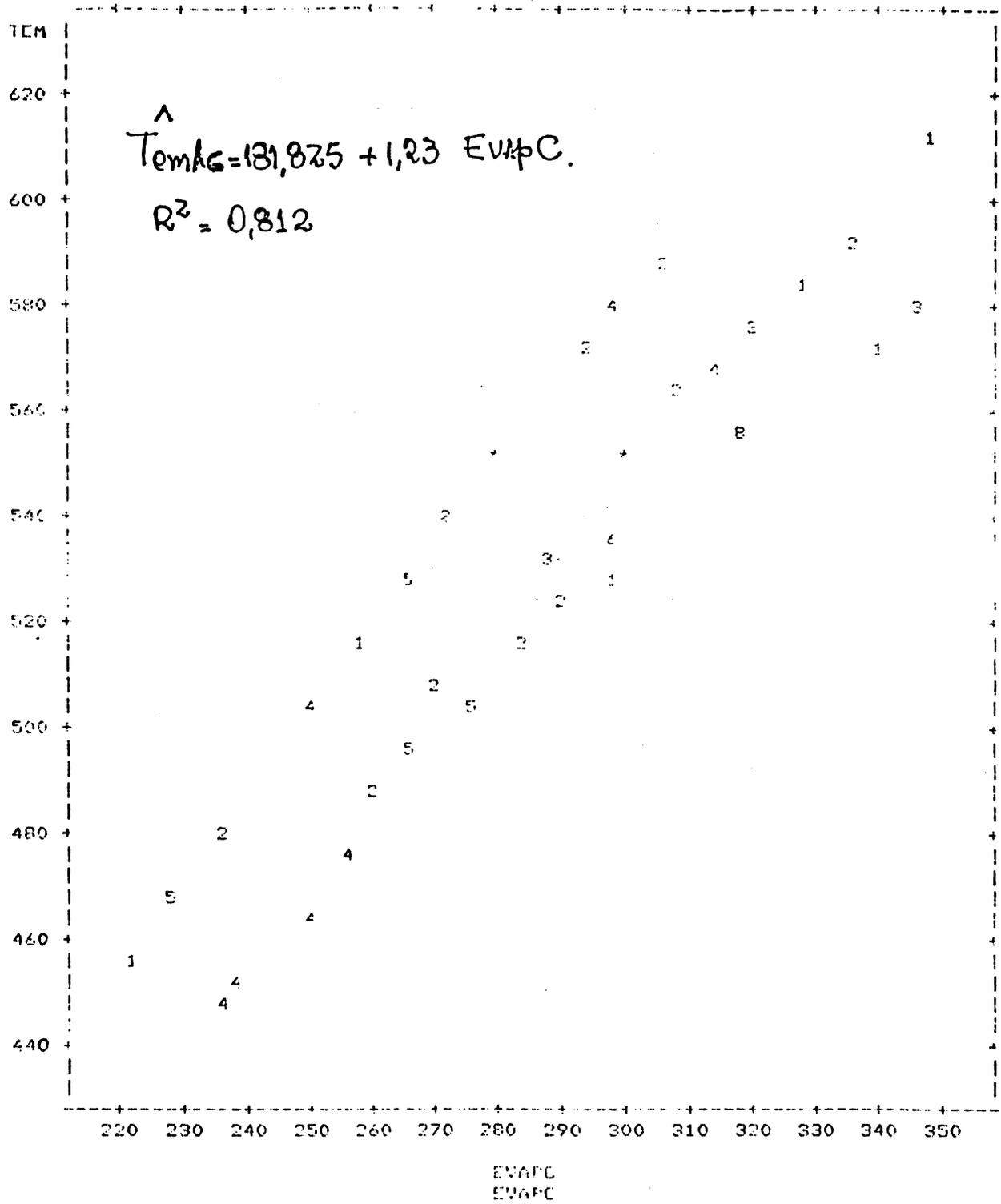


Figura 7. Relación Meteorolog/rendimiento maíz Sta. Rosa 88/89/90 C. Lagos

Cuadro 13. Relación Meteorolog/rendimiento Maíz Sta. Rosa 88/89/90 C. Lagos

Modelo: Modelo 1

Variable dependiente: RENQ

Análisis de variancia					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Prob>F
Modelo	2	45.368,96123	22.684,48062	72,420	0,0001
Error	117	36.648,25563	313,23295		
C Total	119	82.017,21687			
Raiz MSE		17,69839	R-cuadrado	0,5532	
Dep medio		116,10859	Adj R-sq	0,5455	
C.V.		15,24296			
Estimación de parámetro					
Variable	DF	Parámetro estimado	Error estándar	T para HO: Parámetro = 0	Prob > T
Intercep	1	- 144,524080	22,23595890	- 6,500	0,0001
TEM	1	0,622561	0,08997792	6,919	0,0001
EVAPC	1	- 0,240444	0,12244663	- 1,964	0,0519

$$\hat{Y} = 144,52 + 0,62 \text{ Tem Ac} - 0,24 \text{ evapc.}$$

$$R^2 = 0,553$$

hectáreas de las cuales 3 millones son susceptibles de regar. Con relación al país, el Llano Central provee el 90 por ciento de los suelos regados y el 54 por ciento de los suelos arables (Cuadro 14).

Ello hace que en términos de potencial productivo de cultivos represente alrededor del 65 por ciento del potencial del país. Por lo tanto, algunas de las conclusiones deducidas para el Llano Central son también válidas para Chile, en especial lo referente al momento en que el déficit alimenticio se intensificaría.

Desde el punto de vista de los suelos, en el sector 1 encontramos Vertisoles, Entisoles, Alfisoles e Inceptisoles, siendo estos últimos los más abundantes. Los Vertisoles y algunos Inceptisoles y Entisoles tienen aptitud para todo cultivo.

Por su parte el maíz es una planta de gran desarrollo vegetativo y radicular, por lo tanto necesita suelos profundos de textura franca o franco-arcillosa, de buen drenaje y que retengan suficientes nutrientes y humedad.

De acuerdo a estos antecedentes, se concluye que el suelo, por lo general, no constituye una limitante para el cultivo del maíz a lo largo del Valle Central.

- Agua

Este recurso, obviamente, se torna limitante para el cultivo del maíz, ya que se estima que los requerimientos de agua de 1 ha de maíz alcanzan a los 4943 m³ (Cuadro 15). A estos requerimientos, hay que agregar la baja eficiencia con que se riega, sobre todo en la zona centro sur, lo que nos lleva a un consumo sobre los 10.000 m³ por hectárea. Los requerimientos mensuales de agua son mayores, precisamente, cuando el régimen de agua de los ríos o regulados llega a su cota mínima.

- Medidas de manejo

Para cosechar maíz en grano en la zona centro sur hay que recurrir a los híbridos semiprecoces dentados amarillos. Estos en la localidad de Chillán se cosechan

Cuadro 14. Tipos de clima y suelos del Llano Central.

Tipos	Sector				Total
	1	2	3	4	
Clima¹	M	M	M	P	
T° media, °C	14,6	14,5	12,6	11,7	
Lluvia, mm	350	755	1.200	1.500	
ETP, mm	1.320	1.400	1.230	1.000	
Radiación, ly/día	410	400	380	300	
Suelo²	A	A y T	C	C	
Arables					
Riego, miles ha	207,4	728,8	477,1	3,2	1.416,5
Secano	8,6	28,1	765,3	800,9	1.602,9
No arables					
Praderas	29,3	107,2	201,3	221,8	559,6
Forestales	63,5	113,3	353,1	224,9	754,8
Otros	32,97	0,35	31,77	42,55	107,64
Totales	341,77	977,75	1.828,57	1.293,35	4.441,44

1 M (Mediterráneo), P (Patagónico). Según Papadakis, 1973.

2 A (aluviales), T (tobas volcánicas), C (Cenizas volcánicas) ODEPA, 1968.

Sector: 1 = Santiago - Angostura 2 = San Carlos - Pitrufquén
 2 = Angostura - San Carlos 4 = Pitrufquén - Pto. Montt

Cuadro 15. Requerimientos de agua en el cultivo del maíz.

Requerimientos	Meses del cultivo					Total temporada
	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	
Evapotranspiración (mm/día)	2,02	3,56	3,70	3,91	3,22	16,43
Volumen mensual (m³/ha) c/100 % eficiencia	626	1.068	1.110	1.173	966	4.943
Volumen mensual (m³/ha) c/50 % eficiencia	1.252	2.136	2.220	2.346	1.932	9.886

con 18-20 por ciento de humedad de grano, la cual es manejable al momento de la cosecha, sin recurrir a un secado artificial (asoleo en cancha por 1 ó 2 días). Los maíces semitardíos rinden más, pero se cosechan con alrededor del 25 por ciento de humedad de grano, lo que obliga a un secado artificial, con el cual toda la ganancia posible por mayor rendimiento es contrarrestado por este gasto adicional. A nivel de ensayo es posible obtener un Chillán 140 qqm/ha de grano con maíces semiprecozes (Cuadro 16), siempre que se coloquen sobre 75.000 plantas/ha a la cosecha (Figura 8).

Otro factor de manejo que influye enormemente es la fecha de siembra. En mediciones realizadas en la Estación Experimental Quilamapu (Chillán), la caída en rendimiento en grano por atraso en la siembra de un maíz de período vegetativo largo, es mucho mayor que la de un maíz precoz; rindiendo igual ambos tipos de maíz cuando se siembra cerca del 30 de noviembre, con la desventaja que los más tardíos se cosechan con un mayor contenido de humedad a la cosecha (Figura 9).

Finalmente en las poblaciones altas de maíz por hectárea, existe una gran respuesta a las aplicaciones de nitrógeno. En un suelo con 20 ppm de nitrógeno; 34 ppm de fósforo y 190 ppm de potasio, considerados bajo, suficiente y suficiente, respectivamente, se obtuvo 2,4 veces más grano con respecto al testigo (0 kg de N/ha), cuando se aplicaron 200 kg de N/ha. Esto se hizo bajo la forma de urea en dos parcialidades, lo que torna a este factor de manejo como el de mayor rentabilidad, siempre que el manejo general del cultivo sea el adecuado (Figura 10).

Más al sur presentan un buen comportamiento los maíces precoces de tipo córneo, que tienen un umbral más bajo de requerimiento de temperatura (6°C). Con respecto a variedades de polinización abierta, que tendrían supuestamente algunas ventajas para ser manejadas por pequeños agricultores, el programa de maíz de la Estación Experimental Quilamapu viene desde hace algún tiempo trabajando una población de maíz córneo amarillo, que ha mostrado una gran capacidad de adaptación a distintas condiciones de manejo, con rendimiento que van desde los 20 qqm/ha

Cuadro 16. Híbridos comerciales semiprecozes y precoces para grano Est. Exp. Quilamapu Santa Rosa promedio 3 años (temp. 1987/88; 88/89; 89/90)

Nº orden	Híbridos	Categoría	qqm/ha base 15 % H	% humedad grano
1	P-3.540	semiprecoz	149,2	18,30
2	T-3.335	semiprecoz	130,4	18,73
3	P-3.737	semiprecoz	128,9	19,95
4	Jx 127-A	semiprecoz	128,8	19,87
5	P-3.747	semiprecoz	126,1	20,17
6	G-4.315	semiprecoz	118,8	19,70
7	Cargill-2.787	precoz	118,4	18,80
8	P-3.901	precoz	114,7	18,87
9	Prays 90	precoz	92,6	18,73
10	G-4.086	precoz	92,1	17,50
11	T-277T	precoz	80,5	18,6

Fuente: Informes técnicos programas maíz - INIA.

Figura 8.
Población x nitrógeno
maíz (riego)
Est. Exp. Quilamapu
1975/1976.

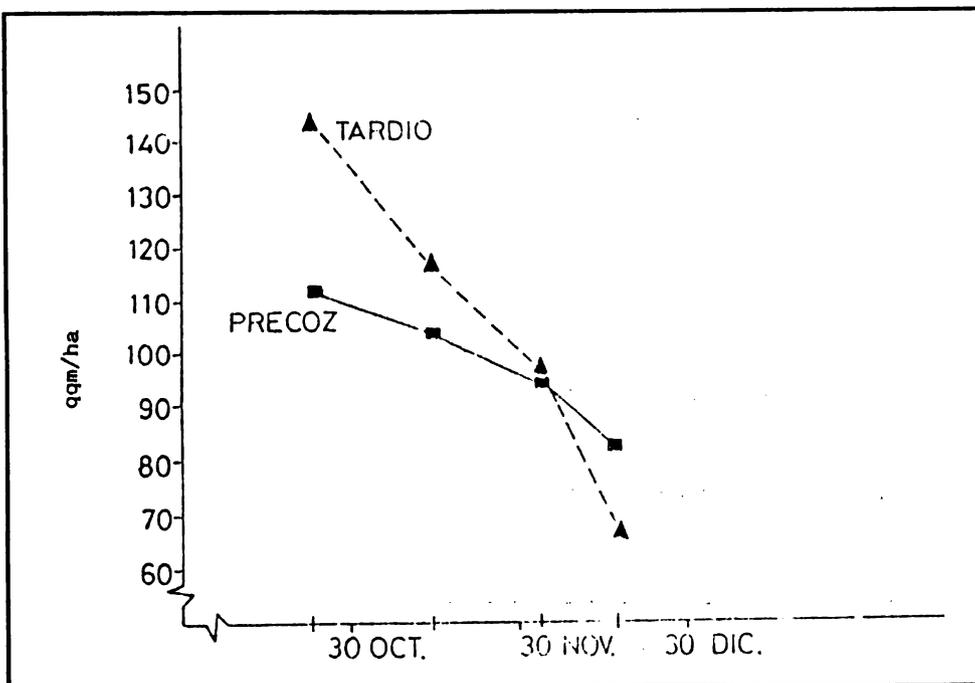
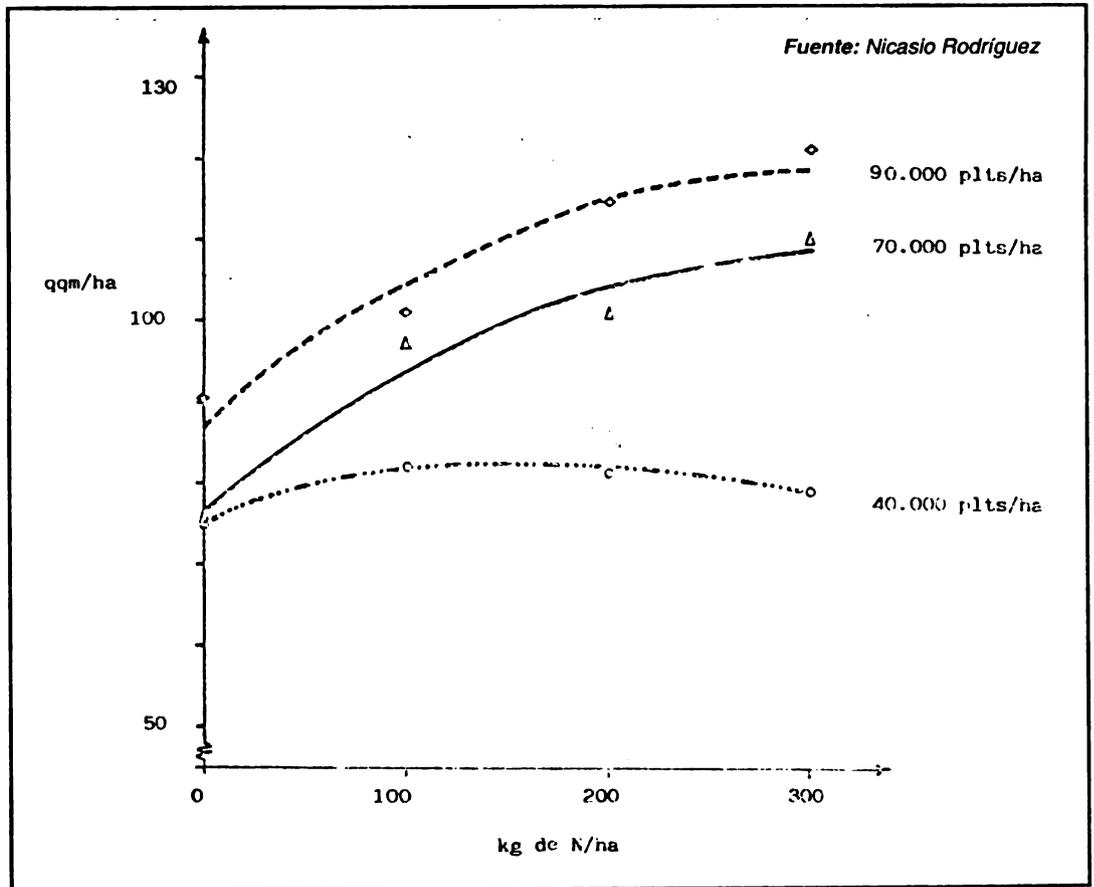


Figura 9.
Promedio rendimiento de
dos precocidades
sembradas en cuatro
fechas de siembra
durante tres temporadas.
Quilamapu P. maíz

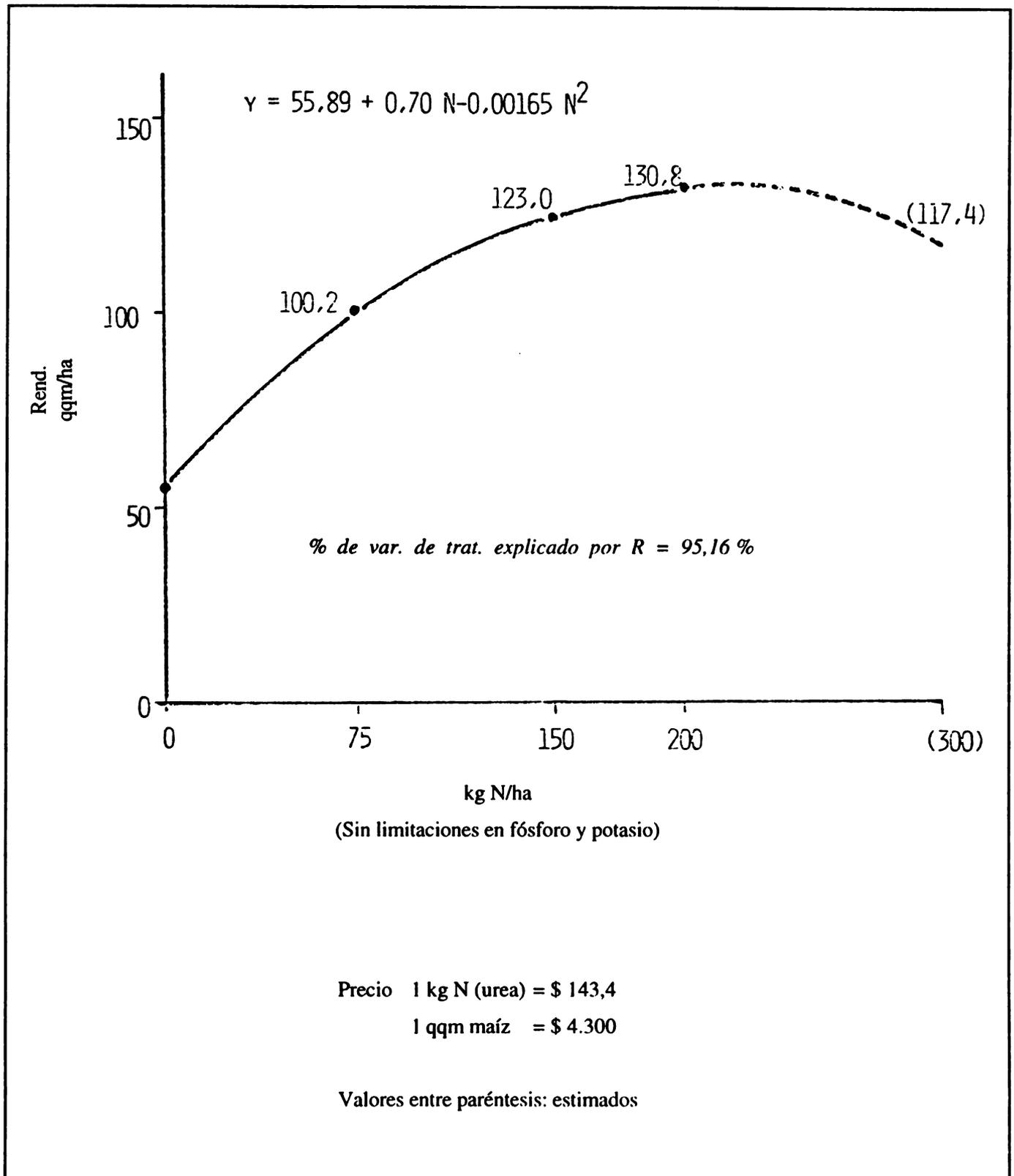


Figura 10. Respuesta del maíz a aplicaciones de nitrógeno, Est. Exp. Quilamapu., Santa Rosa 1988/1990.

en suelos **arroceros** en condiciones de secano hasta los 130 qqm/ha en condiciones de riego y sin limitaciones de suelo. Genotipos de esta naturaleza, aceptan distintas intensidades de manejo, lo que representa una ventaja para el pequeño productor. También por sus características y tipo de grano se pueden adaptar a las condiciones de la zona (Cuadro 17).

Con respecto al monocultivo de maíz, la información que dispone la Estación Experimental Quilamapu indica que esta práctica se puede hacer por un determinado número de años (máximo seis), luego del cual los rendimientos de un maíz precoz (115 qqm/ha), bajan un 24 por ciento (88 qqm/ha) en los seis años siguientes, siempre manejados con una fertilización entre 600-800 kg de salitre/ha y de 100-160 kg de superfosfato triple/ha; tratando de mantener una población cercana a las 100.000 plantas/ha. En el duodécimo año, se montaron distintos tratamientos; donde se destacó, significativamente sobre el resto, la desinfección del suelo con bromuro de metilo (Figuras 11 y 12). La razón de esta diferencia está en el desarrollo de raíces, el cual es considerablemente superior en el suelo desinfectado (Figura 13).

En cuanto al uso para ensilaje o soiling, los maíces semitardíos (una categoría superior que para grano) tienen producciones en riego del orden de las 23 t de M.S./ha; tanto en La Platina (Santiago) como en Human (Los Angeles), con poblaciones sobre 80.000 plantas/ha (Cuadros 18 y 19). En la X Región, en cambio, con maíces tipo flint y dependiendo del régimen de lluvias, vale decir, en condiciones de secano, se han logrado entre 15 y 16 t M.S./ha (Cuadro 20).

Estas producciones por hectárea nos llevan, dependiendo de las condiciones en que se produzca maíz-silo, a un costo por kilo de M.S. que fluctúa entre los 9,4 y 11,6 pesos/kilo (Cuadro 21) (ver estructura de costos en Anexo 1).

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ PARA GRANO BAJO CONDICIONES DE RIEGÓ.

La determinación de los costos de producción de un rubro es esencial para la toma de decisiones por parte del agricultor y/o asesor agronómico, por cuanto le ayuda a dimensionar la mayor o menor superficie que explotará en la temporada y lo orienta a invertir en aquellos items más relevantes.

Cuadro 17. Comportamiento de una población de maíz córneo amarillo (Coihueco INIA) bajo distintas condiciones de manejo. Estación Experimental Quilamapu, 1988 y 1989.

	Secano				Riego	
	Parral (1)		Arauco (2)		Chillán	
Rendimiento qqm/ha (15 % H)	20,9	15,4	51,8	56,9	100,2	130,8
Población Pt/ha x 1.000	31,5	53,0	40,0	60,0	65,0	65,0
Fertilización N kg/ha	100	100	150	150	100	200
P205/ha	100	100	150	150	60	120
Nº de riegos	2	2	-	-	8	8
Fecha siembra	30/10/89		11/11/88		21/11/89	

(1) Suelo **arrocero**

(2) Sector de **vega**

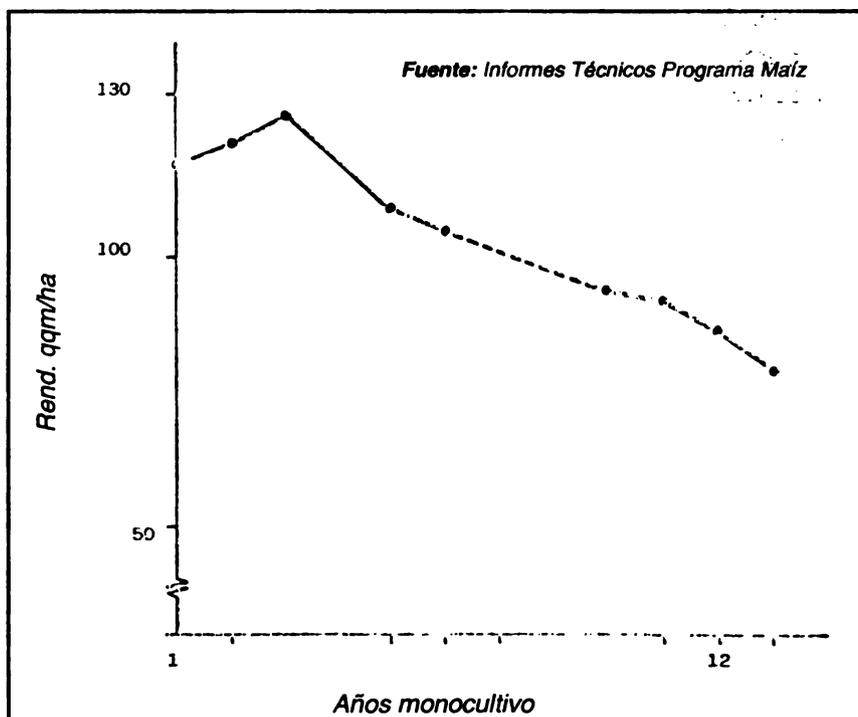


Figura 11. Rendimiento maíz monocultivo MA6 11 años (1966-1977) Estación Experimental Quilamapu.

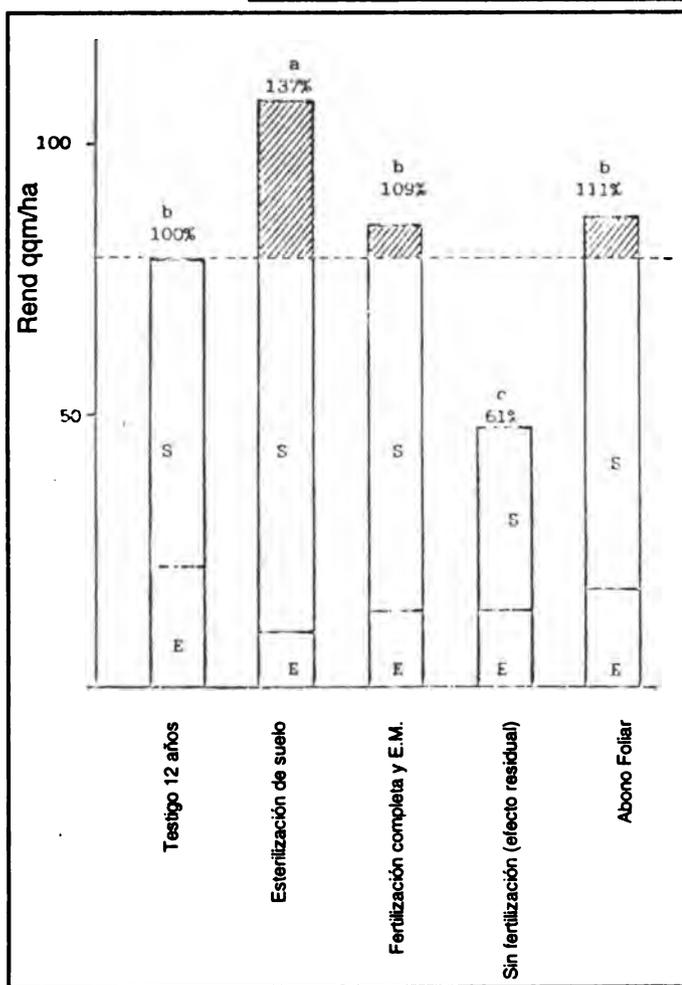


Figura 12. Efecto de desinfección de suelo y fertilización en maíz de monocultivo Est. Exp. Quilamapu 1976/1977.

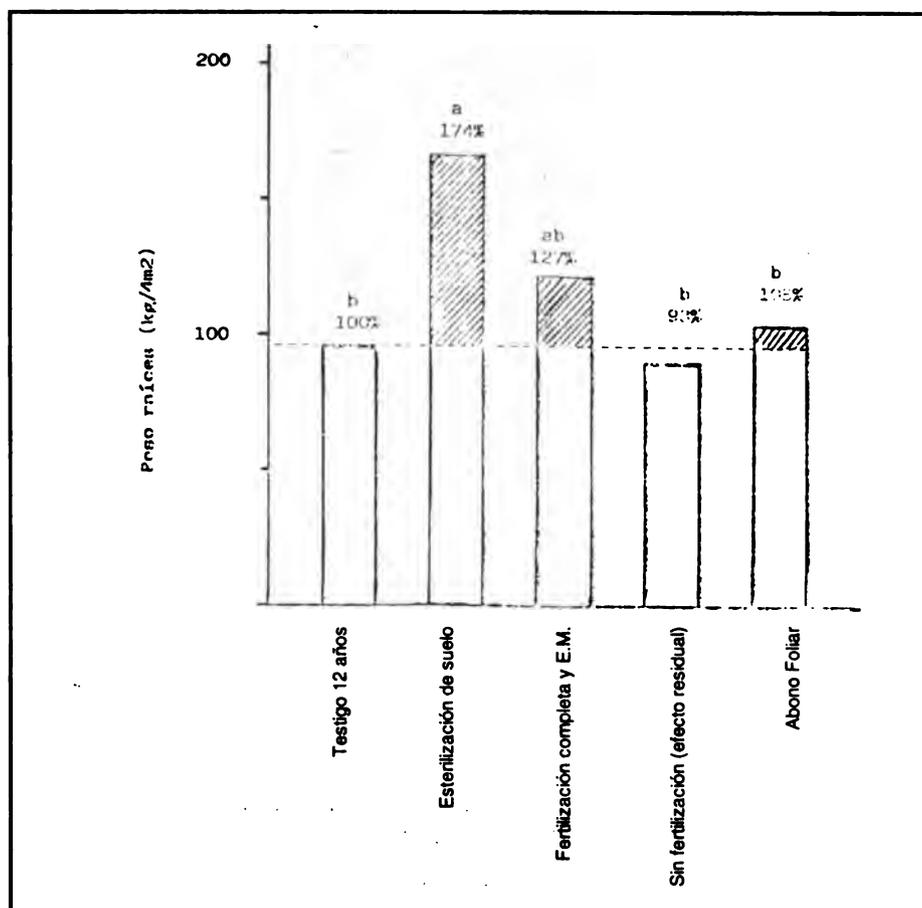


Figura 13. Efecto de desinfección de suelo y fertilización en maíz de monocultivo E. E. Quilamapu 1976/1977

Cuadro 18. Evaluación de híbridos de maíz para ensilaje durante tres temporadas E.E. La Platina (1983-86) ¹.

Híbridos	Rendimiento M.V. t/ha	Contenido M.S. (%)	Rendimiento M.S. (t/ha)
P-3.183	74,8	32,8	24,0
INIA-150	78,6	30,3	23,4
P-3.185	78,1	30,2	13,4
G-4.507-A	74,7	31,6	23,3
Px788	78,7	29,3	22,7
INIA-160	73,3	30,3	22,1
Prays 620	67,6	32,6	21,7
P-3.147	70,9	30,9	21,5

C. Wernli, O. Paratori, L. Barrales, nov. 1987.

Cuadro 19. Promedio de rendimiento en t M.S./ha en dos y tres temporadas de híbridos comerciales de maíz E.E. Quilamapu y S.E.E. Humán 1/

Variedad	Nº Pt/ha²	% M.S.	Rend. t M.S./ha
Px9.573	78.795	29,4	24,4
XL 72 AA	75.950	26,4	24,3
P-3.183	82.500	25,2	23,4
Px 9.692	71.905	24,1	23,3
P-3.377	95.906	31,1	22,7
INIA-150	74.000	25,5	22,5
Cargill 976	105.150	27,5	21,5
INIA-160	67.778	25,7	21,3
P-3.369-A	82.650	28,7	21,1

1/ Temp. analizadas: 1984/85; 1985/86; 1987/88 y 1989/90.

2/ Manejo: Fecha de siembra: 1º/15/11 Fertilización: 200 - 250 kg N/ha - 85 - 120 kg P₂O₅/ha - 100 kg K₂O/ha. Herbicidas: Sutan (o Sutrazina) - 3 l/ha + Atrazina 0,2 l/ha. Precultivo: Avena (pastoreo)

Fuente: A. Vidal.

Cuadro 20. Rendimiento de maíz para ensilaje en el Llano Central de la Xª Región.

	Materia verde t/ha	Materia seca	
		%	t/ha
Llano central (N = 32)	58,0	27,4	15,6
LG-11 (2 temp.)	54,4	30,3	16,4

Fuente: Fröhlich 2.986. - Klein et al 1988.

Cuadro 21. Costo del kilo de materia seca en maíz silo de riego v/s secano Est. Exp. Quilamapu.

	Riego ⁽¹⁾	Semi-riego ⁽²⁾	Secano ⁽³⁾
M.S. t/ha	22,7	17,0	15,0
Proteína total %	7,53	7,75 *	8,00
M. cal/kg	2,36	2,45 *	2,55
Costo producción	213,580	170,892	173,317
Costo \$/kg M.S.	9,41	10,05	11,55
Costo \$/kg P.C.	124,97	129,66	144,43
Costo \$/M. cal	3,99	4,10	4,53

(1) A. Vidal - E. Jahn 1990 - (2) R. Velasco - G.T.T. Los Angeles 1990 - (3) Klein 1988

(*) Asumido

Es así como se presentan diferentes estructuras de costos basados en fuentes de información diversas.

Los Cuadros 22, 23 y 24 indican como fuente de información al INIA Quilamapu, alcanzando un costo directo total de U\$S 711,93/ha para un manejo de alta tecnología. El ingreso bruto en este caso alcanza a U\$S 1.404,67 y el margen bruto llega a los U\$S 692,74 (comparable con el margen bruto del cultivo de la remolacha).

El Cuadro N° 25 cuya fuente es el anuario del campo SNA 1989 indica un costo directo total actualizado a agosto de 1990 de U\$S 734 con rendimientos que alcanzan a 9 ó 10 t/ha.

Otras fuentes de información son la Revista Agroanálisis de setiembre 1989 (Cuadro 26) con un costo directo actualizado a agosto 1990 de U\$S 760,28, en tanto que el Boletín Económico Banco Osorno 1989 (Cuadro 27) señala un costo de U\$S 637,37 con rindes cercanos a 10 t/ha.

Al analizar los antecedentes presentados, se concluye que el cultivo del maíz manejado bajo condiciones de alta tecnología (suelos fértiles, control de malezas, altos niveles de fertilización y riego) es una alternativa de producción que presenta una buena rentabilidad para el agricultor de la zona centro sur de Chile.

SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE RIEGO ZONA CENTRO SUR

- Suelos sin limitaciones

El maíz es una planta que se puede utilizar en cualquier tipo de rotación y es una buena alternativa para después de las praderas.

Como en la zona centro sur la remolacha cubre el 86 por ciento de la superficie sembrada con este cultivo industrial (54.323 ha a nivel del país temporada 1988/1989), por lo general, lo hace de cabecera de rotación y el maíz, entonces, sigue al trigo de primavera, compartiendo la superficie con el frejol. Esta rotación

se da, principalmente, entre agricultores lecheros, quienes aprovechan los altos requerimientos en preparación del suelo y cama de semilla que exige la remolacha, para eliminar la pradera degradada de trébol blanco y ballica inglesa.

Otras rotaciones intensivas del valle regado en la zona centro sur con menor presencia de la lechería serían:

- De tres años
Cebada - raps - trigo
Cebada - remolacha - trigo
- De cuatro años
Maíz - trigo - remolacha - cebada
Frejol - trigo - remolacha - trigo

Estas rotaciones tienen como común denominador el ingreso de la cebada maltera en la rotación de cultivos que actualmente se desplaza hacia la zona centro sur, con 9.000 ha de un total de 60.000 ha a nivel del país.

Las producciones por hectárea que los agricultores obtienen en condiciones de riego y sin limitaciones de suelos son: 6,0 t en trigo; 5,0 t en cebada; 2,7 t en raps; 7,8 t en maíz; 80 t en remolacha (sucias) y 2 t en frejoles; las cuales se consideran buenas pero por debajo de los potenciales definidos a nivel experimental para el valle regado.

Como ya se indicó en el capítulo de tenencia de la tierra, los productores que más han incorporado al maíz son los productores lecheros. Las producciones fluctúan alrededor de las 18 t M.S./ha y el maíz ha permitido intensificar los sistemas productivos lecheros en la medida que constituye, junto a la alfalfa (heno), un recurso forrajero para suplementación invernal muy importante. Además, esta última se puede pastorear directamente.

En riego, al incorporar maíz-avena en el sistema productivo, se ha pasado en vacas de alta producción desde los 7.200 l/ha en un sistema a base de 70 por ciento de trébol blanco y ballica inglesa y 30 por ciento de trébol rosado y que soporta una carga de 1,8 vacas/

ha, a producciones de 12.800 l/ha en sistemas que contemplan 40 por ciento de trébol blanco y ballica inglesa y un 60 por ciento de ensilaje de maíz con avena como precultivo (Cuadro 22). Muchos agricultores de punta están logrando éstas y mejores producciones.

Actualmente, se evalúa un sistema intensivo de alfalfa-maíz que, en una nueva temporada, llegó a los 17.818 l/ha; eso sí, con 0,304 kg de suplementos (concentrados) por litro de leche producido. Este

sistema altamente intensivo está apoyado en 4 ha de alfalfa para pastoreo y/o corte para heno y en 1,8 ha de maíz para ensilaje, soportando un total de 16 vacas (Cuadros 23 y 24).

Lo que se persigue con estos sistemas es el establecimiento uniforme de forraje en el año, en el entendido que las necesidades de forraje suplementarias son altas y donde se busca mantener el suelo ocupado todo el año con dos o más cultivos.

Cuadro 22. Gastos laborales una hectárea maíz mecanizado = 100qqm/ha (\$ agosto 1990).

Labores	Mes	Cantidad		Total (\$)
		J.H.	J.A.	
Limpieza	agosto	0,2		190
Rotura	agosto	serv.		5.800
2 rastrajes	setiembre	serv.		7.000
Surcado	setiembre	0,8	0,8	1.720
Riego P. siembra	octubre	0,3		285
Rastraje	octubre	serv.		3.500
Siembra	octubre	serv.		5.800
			Subtotal:	\$ 24.295 (U\$S 80,95)
Trazado acequias	octubre	serv.		3.000
Aplic. herbicida	noviembre	serv.		3.000
Surcadura	noviembre	0,8	0,8	1.720
Riegos (8)	—	1,6		1.520
Aplic. N (2da.)	noviembre	1,5		1.425
			Subtotal:	\$ 10.665 (U\$S 35,55)
Trans. bod. ins.		serv. (20 km)		1.884
Produc.		serv. (30 km)		18.000
Cosecha		serv.		24.000
Secado				19.600
			Subtotal:	\$ 63.484 (U\$S 211,62)
Total labores				\$ 98.444 (U\$S 328,15)

Valor J.H. = \$ 950 (U\$S 3,17)

Valor J.A. = \$ 1.200 (U\$S 4,00)

Cuadro 23. Gastos insumos. Una hectárea de maíz mecanizado = 100 qqm/ha.

Tipo	Cantidad	Precio s/IVA	Total (\$)	(U\$S)
Semilla	25 kg	-	23.700	79,00
Insec. gram.	22,5 kg	1.100	24.750	82,50
Fertilizantes				
Nitrogeno	200 kg	151,8	30.360	101,20
Fósforo (S.F.T.)	120 kg	147,3	17.676	58,92
Herbicidas				
Hedonal A480 SL	2 litros	1.000	2.000	6,66
Atrazina 500 FW	4 kg	1.620	6.480	21,60
Total:			\$ 104.966	349,88

Cuadro 24. Resumen costos directos.

Items	\$	U\$S
Gastos labores y servicios	98.444	328,15
Gasto insumos	104.966	349,88
Total gastos directos	203.410	678,03
Imprevistos 5 %	10.170	33,90
Total costos directos	213.580	711,93
Total ingresos \$ 4.300/qqm - (2%)	421.400	1.404,67
Margen bruto	207.820	692,74
Punto equilibrio sobre costos directos	48,3 qqm	

Fuente: INIA - Quilamapu 1990.

De acuerdo a estos objetivos, se concluye que el maíz está cumpliendo su papel en forma muy destacada.

- Suelos con limitaciones de aptitud arrocera

Los suelos ubicados en la zona centro sur del valle regado, han sido sometidos por décadas al monocultivo del arroz, que les produjo una drástica disminución de los niveles nutricionales del suelo y un aumento de las malezas. Esta situación incrementó, progresivamente, los costos del arroz por fertilización y control de

malezas, trayendo consigo una mayor fragilidad de las empresas de pequeños y medianos agricultores.

Estos suelos poseen una gran diversidad de topografías e incluso condiciones de drenaje. Las áreas malas, de gran deterioro nutricional, debieron seguir con el cultivo de arroz pero en rotación con praderas sembradas de leguminosas, que elevan los niveles por fijación simbiótica de nitrógeno y de materia orgánica en aquellas áreas de topografía más elevada y mejor condición de drenaje. El maíz se presenta como alternativa para el consumo humano y para el consumo animal como ensilaje, de forma de

suplementar sistemas de producción de carne bovina (ganado presente en el 70 por ciento de los agricultores arroceros, pero sin mayor desarrollo de sistemas productivos definidos), que se están llevando a cabo, basados en las praderas antes señaladas. Estudios en híbridos han dado producciones entre 13 y 15,5 t M.S. ha los que preliminarmente se considera satisfactorios.

De esa forma se han desarrollado algunas alternativas preliminares de alimentación suplementarias, basadas fundamentalmente en ensilaje de maíz y paja de arroz, con diferentes ritmos de producción de carne (1,0 kg/nov/día a 0,7 kg/nov/día pensando en integrar el arroz, el maíz, la ganadería y subproductos prediales y agroindustriales de la zona.

Cuadro 25. Ficha de evaluación para el cultivo de maíz grano. Regiones: VI, VII y Metropolitana

Mes de ejecución	Labores e insumos	Unidades por hectárea		Costo por hectárea
Abril - mayo	Aradura	0,4	J. HO.	380
		3,2	H. TR.	12.800
Setiembre	Riego de presiembra	0,6	J. HO.	570
Setiembre - octubre	Rastrajes	0,2	J. HO.	190
		1,6	H. TR.	6.400
Octubre	Siembra y fertilización	0,4	J. HO.	380
		1,0	H. TR.	4.000
	- Semilla	26	kg	24.908
	(80 mil granos)			
	- Nitrógeno (N)	115	kg	17.457
	- Fósforo (P ₂ O ₅)	150	kg	22.095
Octubre - noviembre	Aplicación de insecticida:	0,2	J. HO.	190
		1,6	H. TR.	6.400
	- Diazinon (I.A.)			25.000
	Aplicación de herbicida:	0,2	J. HO.	190
1,6		H. TR.	6.400	
	- Atrazina (I.A.)	4,0	kg P.C.	6.480
Octubre - marzo	Riegos (10 - 12)	12,0	J. HO.	11.400
Abril - mayo	Cosecha	0,5	J. HO.	475
		2,0	H. AUT.	24.000
	Secado			\$ 20.000
	Fletes			\$ 20.000
	Imprevistos 5 %			\$ 10.486
	Total costo directo			\$ 220.200 (U\$S 734,0)

Fuente: Anuario del Campo SNA, 1989.

Cuadro 26. Costo directo de una hectárea de maíz grano (en pesos de agosto de 1990).

Items	Cantidad por	Valor unitario ha.	Valor total \$
1. Mano de obra	14,30 JH	950	13.585
2. Maquinaria			
Preparación de suelo	4,5 HRS.	4.000	18.000
Siembra	2,0 HRS.	4.000	8.000
Aplicación herbicida	1,2 HRS.	3.000	3.600
Cosecha automotriz		24.000	24.000
Acarreo	1,20 HRS.	3.000	3.600
3. Fertilizantes (220-N, 140-P, 120-K ₂ O)			
Salitre sódico	1.375,00 kg	38,3	52.662
Superfosfato triple	304,35 kg	67,7	20.604
Sulfato de potasio	240 kg	94,8	22.752
4. Semilla	25 kg	958	23.950
5. Pesticidas			
Atrazina (herbicida)	4,0 litros	1.620	6.480
6. Otros			
Secado		20.000	20.000
			217.233
			(U\$S 724,11)
Imprevistos 5 %			10.862
Total costo directo			\$ 228.085
			(U\$S 760,28)

Fuente: Agroanálisis setiembre 1989.

Cuadro 27. Estructura de costos e ingresos de maíz por hectárea (Valores sin IVA).

Regiones: Metropolitana, VI y VIII

Fecha: agosto 1990

Nivel tecnol.: Avanzada

A. Costo directo por hectárea				
Items	Tipo de Unidad	Valor X Uni. \$	# Uni. X ha	Valor \$ X ha.
1. Salarios - jornales especializados	\$/dia \$/dia	950 1.000	17,4 2,4	16.530 2.400
2. Fertilizantes				
- Superfosfato triple	qqm	6.770	3,2	21.664
- Salitre sódico	qqm	3.830	7,5	28.725
3. Semillas	1 bolsa de 25 kg	23.700	1 bolsa	23.700
4. Pesticidas (Inc. aplic.)	global	—	—	41.243
5. Combustibles	litros	81	185 l	14.985
6. Lubricantes	% s/com.	—	10 %	1.498
7. Cosecha	qqm	4.000	6	24.000
8. Flete insumos (a 20 km)	t/km	60	31,4	1.884
9. Flete produc. (a 30 km)	t/km	60	300	18.000
10. Secado grano	% s/cosecha	5 %	—	19.600
11. Asistencia técnica	ha	—	—	2.000
12. Mantenimiento maquinaria	global	—	—	3.000
Total				219.229
13. Imprevistos (%)				10.961
Total costos directos				230.190
E. Ingresos \$ 4.300 por qqm x 100 qqm (- 2 %)				\$ 421.400
F. Margen de contribución por ha.				\$ 191.210
				(US\$ 637,37)
G. Punto de equilibrio sobre costos directos				44,47

Fuente: Boletín económico, Banco Osorno, Chile, 1989.

COSTO KG M.S. = \$ 10,06 (US\$ 0,0335)

ANEXO

SUPERFICIE: 1,0 HA
FECHA: AGOSTO 90

VARIEDAD: TRACY-T-444S
RENDIMIENTO POR HA: 17 T M.S.

CÉDULA DE CULTIVO: MAÍZ-SILO (GITT LOS ANGELES)

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL QUILAMAPU

Labores	Mes	Jornadas				Insumos			Total Costos directos \$				
		Hombre		Tractor c/impl.		Animal							
		Jor.	\$	Hr.	\$	Jor	\$	Tipo		Unidad	\$		
Arado cincel	mayo-ag.			1,4	5.600								
Rastraje Disco (2)	set.-oct.			1,4	5.600								
Vibrocultivador	octubre			0,7	2.800								
Flete insumos	octubre		48	0,1	400				Semilla	25 kg		23.700	
Siembra	octubre	0,5	475	1,0	4.000				Volatón	3 kg		9.600	
Reguero	octubre			2,0	800				Superf. triple	320 kg		21.664	
Aplicación herbicida	noviembre	0,2	190	0,4	1.600				Salitre Na.	640 kg		25.512	
Pica	nov.-dic.	13	12.350						Afalón	2 kg		11.640	
Acarreo y aplic. salitre	nov.-dic.	0,5	475	0,1	400								
Surcadura	nov.-marzo	3	2.850			3	2.400						
Riego (5)	nov.-marzo	5	4.750										
Cosecha	abril												
Ensilado		2,0	1.900		24.000								
			23.038		45.200		2.400					92.116	\$ 162.754
												Imprevistos 5 %	8.138
												Total costos directos	\$ 170.892
												US\$	569,64

Estudio de variedad y densidad de poroto en asociación con maíz

por Miguel Angel Espinoza B.*

INTRODUCCIÓN

En nuestro país, y en la mayoría de los países en desarrollo de los trópicos y sub-trópicos, la práctica de sembrar dos o más cultivos en forma asociada es un sistema de producción agrícola muy tradicional, siendo de especial importancia entre los pequeños y medianos productores. Estos últimos encuentran, dentro de las principales razones para dedicarse al consorcio, ventajas como: minimización de riesgos (pues si un cultivo no produce bien el otro puede compensarlo), posibilidad para la diversidad de la dieta alimenticia, utilización racional de la tierra y de los insumos químicos y, como consecuencia, menores costos y mejor aprovechamiento de factores de producción tales como tierra, agua, luz y mano de obra.

La permanencia de la importancia del cultivo asociado entre los agricultores de nuestro medio demuestra que ella ofrece, evidentemente, algunos méritos o ventajas en su uso, lo cual justifica la necesidad de generar mayor información científica a nivel local, para que los productores puedan disponer de alternativas más ventajosas, al hacer uso de este sistema como método de obtención de cosechas. Sobre esta base y considerando la carencia de informaciones científicas a este respecto en el país, se encara el presente experimento, en donde se asocian dos cultivares que en un alto porcentaje son explotados bajo condiciones de asociación, como lo son el maíz (*Zea mays*) y el poroto (*Vigna synensis*).

* Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Técnico del Programa de Investigación en Maíz, Instituto Agronómico Nacional (IAN). Caacupé - Paraguay.

OBJETIVO

Identificar la variedad y la población más adecuada de poroto que asociado con el maíz, en un sistema de cultivo, pueda producir mayores ventajas en la obtención de cosechas y beneficios económicos por unidad de área cultivada en comparación con los monocultivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron utilizadas tres variedades de poroto: Coloradito, San Francisco e Ingá en una asociación a dos niveles de densidad con el maíz, variedad Guaraní V-312 (Cuadro 1). Los modelos de análisis utilizados fueron: el de bloques al azar, en el caso del maíz y factorial 3x2, en el caso de los porotos. El número de repeticiones fue de tres para ambos cultivos.

Cuadro 1. Tratamientos y especificaciones de densidad bajo los sistemas de monocultivo y de cultivo asociado de maíz-poroto. IAN, Caazapá. PIM 1988/1989.

Tratamiento	Sistema de cultivo	Densidad (P/ha)
1. Poroto Coloradito	Mono (testigo)	71.428
2. Poroto San Francisco	"	71.428
3. Poroto Ingá	"	71.428
4. Maíz	"	50.000
5. Maíz	Asociado	50.000
+ Poroto San Francisco (70)	"	70.000
6. Maíz	"	140.000
+ Poroto San Francisco (140)	"	140.000
7. Maíz	"	70.000
+ Poroto Coloradito (70)	"	70.000
8. Maíz	"	140.000
+ Poroto Coloradito (140)	"	140.000
9. Maíz	"	70.000
+ Poroto Ingá (70)	"	70.000
10. Maíz	"	140.000
+ Poroto Ingá (140)	"	140.000

El ensayo se instaló en dos localidades: Instituto Agronómico Nacional (IAN) y Campo Experimental de Caazapá, y las fechas de siembra fueron: 14 y 27 de octubre, respectivamente.

El sistema de asociación adoptado fue el de siembra de poroto dentro de la hilera de maíz. El tamaño de la parcela en el caso de los porotos en monocultivo (como testigo) fue de cuatro surcos de 6 m de largo con una distancia de 0,7 m entre hileras y 0,20 m entre plantas (1Pt/hoyo), totalizando una población de 71.428 Pt/ha. Sin embargo, el maíz en su condición de monocultivo y bajo asociación tuvo la misma distribución espacial y densidad, es decir parcelas de cuatro surcos de 6 m de largo, con una distancia de 1 m entre hileras y 0,40 entre hoyos (2 Pt/hoyo), totalizando una densidad de 50.000 Pt/ha. En el caso de los porotos, asociados con el maíz, bajo los dos niveles de densidad (70.000 y 140.000 Pt/ha), fueron sembrados entre los hoyos de maíz a una distancia de 0,1 m entre hoyos, con 1 y 2 Pt/hoyo, completando una población de 70.000 y 140.000 Pt/ha, respectivamente (Cuadro 1), y la distancia entre hileras fue la que corresponde al maíz, es decir 1 m.

Para todos los tratamientos, el maíz se abonó con la dosis recomendada de fertilizante, según los resultados de los análisis de suelo realizados. Sin embargo, el poroto, atendiendo a su buen comportamiento bajo condiciones de baja fertilidad del suelo, no fue fertilizado.

En todos los tratamientos, ya sea monocultivo o asociado, se evaluó el rendimiento de cada uno de los cultivos componentes. Estos datos fueron utilizados para determinar el coeficiente de Uso Eficiente de la Tierra (UET), llamado también Índice de Equivalencia de Area (IEA), que se calcula mediante la fórmula:

El método estadístico de análisis de la varianza se utilizó para determinar el grado de significancia de las diferencias de rendimiento observados como efecto de los distintos parámetros comparados, como ser sistema de cultivo, variedad y densidad.

En base al análisis económico de los rendimientos de cada uno de los tratamientos, se pudo determinar la variación del ingreso neto, al variar el sistema de cultivo, la variedad empleada y la densidad utilizada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- Análisis del Uso Eficiente de la Tierra (UET)

Haciendo un análisis comparativo de los rendimientos por el método del UET, en ambas localidades, se encontró que utilizando el cultivo asociado como método de obtención de cosechas, cada tratamiento produjo mejor rendimiento que su correspondiente monocultivo, tal como se muestra en el Cuadro 2. Esto demuestra que la aplicación de este sistema de producción, por lo menos desde el punto de vista del rendimiento físico, se justificó suficientemente.

En el Cuadro 2 se observa que Caazapá fue la localidad que tuvo mayor respuesta a este sistema de cultivo, con valores de UET que oscilan entre 1,46 y 1,67; valores éstos muy superiores a los obtenidos en el IAN, donde el UET varió entre 1,17 y 1,48. Sin embargo, las variedades de mejor comportamiento, en ambas localidades, fueron el Coloradito y el San Francisco, notándose cierta superioridad de este último. El Ingá, por el contrario, fue el material con mejor índice de UET, lo cual era un resultado esperado, observándose su poca adaptación a estas condiciones por su hábito de crecimiento. Cabe señalar que tiene

$$UET = \frac{\text{Rendimiento Asociado A}}{\text{Rendimiento Monocultivo A}} + \frac{\text{Rendimiento Asociado B}}{\text{Rendimiento Monocultivo B}}$$

un desarrollo vegetativo muy agresivo, con mucha materia verde y poca fructificación, además de ser mucho más tardío con relación a las otras variedades.

En cuanto al efecto de la densidad sobre el UET, en el IAN se observó un comportamiento diferente según la variedad de poroto estudiado. Así tenemos que para el Coloradito y el Ingá la población de 140.000 Pt/ha fue la que tuvo mejor valor de UET, sin embargo, para el San Francisco fue el de 70.000 Pt/ha. En Caazapá, si bien no hubo mucha diferencia en el efecto de la densidad sobre el UET, se observó una tendencia de superioridad del tratamiento de 70.000 Pt/ha para todas las variedades (Cuadro 2).

El mejor valor de UET, en las dos localidades, se observó en variedades diferentes pero a un mismo nivel de densidad. Así tenemos que para el IAN, el

valor más alto de UET fue de 1,48, lo cual se obtuvo asociando el maíz 50.000 Pt/ha con el poroto San Francisco densidad 70.000 Pt/ha. En el caso de Caazapá, el máximo UET fue de 1,67, lo que se logró asociando el maíz 50.000 Pt/ha con el poroto Coloradito densidad 70.000 Pt/ha (Cuadro 2). Estos valores de UET igual a 1,48 y 1,67 significan que se necesitarían de 48 y 67 % más de tierra bajo condiciones de monocultivo para obtener el mismo rendimiento al del cultivo asociado.

- Consideraciones Estadísticas

Efecto del sistema de cultivo, variedad y densidad de poroto sobre el rendimiento de maíz

Al hacer el análisis de varianza combinado a través de localidades, se encontró, que el maíz tuvo una

Cuadro 2. Total de rendimiento en kg/ha, y parcial y total UET* en un sistema de cultivo asociado de maíz (Guaraní V-312) con tres variedades de poroto a dos niveles de densidad en dos localidades: IAN y Campo Experimental de Caazapá. PIM, 1988/1989.

Tratamiento	Rendimiento kg/ha		UET Parcial		UET Total	
	IAN	Caazapá	IAN	Caazapá	IAN	Caazapá
A - Monocultivo						
1. Coloradito	1.333	653	1,00	1,00	1,00	1,00
2. San Francisco	921	685	1,00	1,00	1,00	1,00
3. Ingá	950	262	1,00	1,00	1,00	1,00
4. Maíz	4.815	3.672	1,00	1,00	1,00	1,00
B - Cultivo asociado						
5. Maíz	3.631	2.845	0,75	0,77		
+ Coloradito (70)	734	589	0,64	0,90	1,29	1,67
6. Maíz	3.879	2.381	0,81	0,65		
+ Coloradito (140)	846	645	0,63	0,99	1,44	1,64
7. Maíz	3.978	3.065	0,83	0,83		
+ San Francisco (70)	597	483	0,65	0,76	1,48	1,59
8. Maíz	3.480	2.145	0,72	0,58		
+ San Francisco (140)	536	611	0,58	0,96	1,30	1,54
9. Maíz	3.707	2.508	0,77	0,68		
+ Ingá (70)	376	210	0,40	0,80	1,17	1,48
10. Maíz	4.132	1.772	0,86	0,48		
+ Ingá (140)	392	257	0,41	0,98	1,27	1,46

* UET: Uso Eficiente de la Tierra.

disminución altamente significativa de su rendimiento al ser sembrado en forma asociada con el poroto, tal como se muestra en el Cuadro 3. Sin embargo, no se observó ningún efecto claro y definido de la variedad de poroto sobre la producción de maíz. Es así, que en principio, se puede afirmar que las tres variedades de poroto utilizadas afectaron en forma semejante al maíz. En cuanto al efecto de la densidad del poroto sobre el maíz, se notó que, si bien hubo una tendencia de menor efecto de la densidad más baja, ello no fue significativo.

Las localidades mostraron diferencias altamente significativas, lo cual demuestra que los dos lugares no se pueden envolver dentro de un mismo dominio de recomendación técnica. Sin embargo, la interacción localidad x variedad no mostró significancia (Cuadro 3), lo que quiere decir que el maíz asociado con el poroto, a diferentes densidades, se comportaron independientemente de las localidades en que fueron probados.

Comparación de variedad y densidad de poroto bajo el sistema de asociación

La utilización de tres variedades de poroto en asociación con el maíz, permitió comparar los porotos entre sí y así poder determinar cuál es la variedad que mejor se comporta bajo este sistema de cultivo en las localidades en consideración. Así tenemos, tal como se muestra en el Cuadro 4, que las variedades tuvieron diferencias altamente significativas entre sí, siendo el Coloradito el de mejor performance, seguido por el San Francisco y por el último Ingá.

Al comparar los dos niveles de densidades entre sí, 70 y 140.000 Pt/ha, se encontró que ellas no mostraron, estadísticamente, diferencias significativas para ninguna de las variedades de poroto en estudio (Cuadro 4). Pero, en una situación como esta sería mejor optar por el de menor densidad, porque su manejo se torna más práctico al facilitar las labores culturales, además de obtenerse un ahorro en la cantidad de semilla utilizada.

La no significancia de las variables interaccionadas: localidad x variedad, localidad x densidad y localidad x variedad x densidad, Cuadro 4, demuestran que tanto las variedades de poroto utilizadas, así como las densidades empleadas no tuvieron cambios en la tendencia de su comportamiento por efecto de las localidades. Esto demuestra que el material de buen comportamiento en una de las localidades no siempre tendrá el mismo éxito en la otra (por más que se pueda observar en los resultados la misma tendencia de rendimiento de las variedades de porotos en las dos localidades), por lo que su rango de utilización geográfica será más localizado.

Comportamiento varietal y efecto del sistema de cultivo sobre el poroto

Haciendo una comparación entre los sistemas de monocultivo y asociado, se encontró que cuando los porotos fueron asociados, estos tuvieron una disminución altamente significativa de su rendimiento, tal como se muestra en el Cuadro 5. Por otro lado, comparado el rendimiento combinado de las variedades de poroto, obtenido bajo monocultivo y asociación, se observó nuevamente, como en la comparación del tópico anterior, que la variedad Coloradito fue la de mejor rendimiento, seguida por San Francisco y por último Ingá. Este resultado demuestra que el Coloradito además de rendir mejor que las demás variedades en las condiciones de cultivo asociado, lo fue también bajo el monocultivo.

Las interacciones: localidad x variedad, variedad x sistema y localidad x variedad x sistema (Cuadro 5) no fueron significativas, lo cual confirma el resultado obtenido en el análisis del tópico anterior, en donde también las variedades demostraron la misma tendencia de comportamiento a pesar de la diferencia existente entre localidades. La interacción, localidad x sistema, fue altamente significativa, lo que nos dice que el sistema de cultivo es afectado por la localidad, habiendo una diferencia significativa entre sistemas en el IAN, pero no en la localidad de Caazapá, en donde no hubo diferencia significativa entre el cultivo asociado y el monocultivo (Cuadro 5).

Cuadro 3. Promedios de rendimiento de maíz bajo los sistemas: monocultivo y asociado con tres variedades de poroto a dos niveles de densidad. IAN, Caazapá. PIM, 1988/89.

Tratamiento	Localidad		Tratamiento	Localidad x tratamiento	
	IAN	Caazapá		IAN	Caazapá
M Mono *	3.946	2.626	4.243	4.815	3.672
M + Psf 70			3.521	3.978	3.064
M + Pc 70			3.238	3.631	2.845
M + Pc 140			3.129	3.879	2.380
M + Pi 70			3.107	3.707	2.507
M + Pi 140			2.952	4.131	1.772
M + Psf 140			2.812	3.479	2.145
Fc =	93,71 **		6,34 **		1,87 ns
DMS =			458 kg/ha		
CV = 14,13 %					

* Referencias: M = Maíz; Pc = Poroto Coloradito; Psf = Poroto San Francisco; Pi = Poroto Ingá; 70 y 140 son niveles de densidad de 70 y 140.000 plantas por hectárea; Fc = F. calculada; DMS = Diferencia mínima significativa; CV = Coeficiente de Variación.

Cuadro 4. Promedio de rendimiento de tres variedades de poroto a dos niveles de densidad en condiciones de asociación con el maíz. IAN, Caazapá. PIM, 1988/1989.

Tratamiento	Localidad		Variedad	Loc. x var.		Densidad	Loc. x dens.		Var. x dens.	Loc. x var. x dens.	
	IAN	Caaz.		IAN	Caaz.		IAN	Caaz.		IAN	Caaz.
Pc 70 *	578	465	701	784	617	(70) 496	566	427	656	723	589
Pc 140						(140) 548	591	504	745	845	645
Psf 70			557	566	547				540	596	483
Psf 140									573	536	611
Pi 70			308	384	233				293	376	209
Pi 140									324	391	257
Fc: 10,62 **			44,08 **	1,85 ns		2,21 ns	0,56 ns		0,30 ns		1,15 ns
IMS:			120 kg/ha								
CV: 19,83 %											

* Referencias: Poroto Coloradito; Psf = Poroto San Francisco; Pi = Poroto Ingá.

Cuadro 5. Promedios de rendimiento de tres variedades de poroto bajo los sistemas: monocultivo y asociado con el maíz. IAN, Caazapá. PIM, 1988/1989.

Tratamiento	Localidad		Variedad	Loc. x var.		Sist. cultivo	Loc. x sist.		Var. x sist.	Loc. x var. x sist.	
	IAN	Caaz.		IAN	Caaz.		IAN	Caaz.		IAN	Caaz.
Pc 70	816	471	824	1.028	620	(Mono) 792	1.068	516	993	1.333	652
Pc Mono						(Asoc.) 496	565	427	656	723	589
Psf 70			659	759	559				778	921	634
Psf Mono									540	596	483
I 70			449	663	235				606	950	262
I Mono									293	376	209
Fc: 63,86 **			25,27 **	2,84 ns		46,98 **	22,95 **		0,47 ns		1,94 ns
DMS:			150 kg/ha				174 kg/ha				
CV: 20,10 %											

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS SISTEMAS DE CULTIVO *

Con el objeto de completar las informaciones agronómicas y estadísticas se realizó el análisis económico del resultado del ensayo para observar el comportamiento, desde el punto del vista económico del cultivo asociado en relación al monocultivo. Para analizar los resultados se procedió a definir los costos por hectárea del cultivo de poroto y del cultivo de maíz, tanto en monocultivo, como en asociación.

Para definir los ingresos brutos se estimó el precio de poroto y maíz a nivel de productor, los que correspondieron a 250 y 60 guaraníes por kilogramo, respectivamente. El ingreso neto corresponde a la diferencia entre el ingreso bruto y costo variable. La relación ingreso neto B/A mide el comportamiento del ingreso neto en cultivo asociado en comparación al ingreso neto en monocultivo y se expresa en porcentaje.

En el Cuadro 6 se consignan los análisis económicos de los resultados obtenidos en Caazapá y en el IAN.

Conforme a los datos consignados en el Cuadro 6 se observa que el ingreso neto obtenido en el sistema de cultivo asociado es superior al obtenido en monocultivo. Comparando el resultado de las dos localidades, en el IAN se alcanzó mayor ingreso neto, pero el índice de incremento del mismo fue más elevado en Caazapá (Cuadro 6).

Con el poroto Ingá se obtuvo ingreso neto negativo, tanto en monocultivo como en sistema asociado en la localidad de Caazapá, lo cual demuestra, que no es una variedad adecuada para este sistema de explotación.

El índice de UET no siempre indica la obtención de mejor resultado económico, el cual está supeditado al rendimiento que se obtenga con las variedades utilizadas en el sistema asociado, y al precio en que

sean vendidos los productos. El beneficio que se pueda lograr en un sistema de cultivo asociado maíz-poroto es doble, porque al mismo tiempo se logra un uso más eficiente de la tierra se obtiene, por lo general, ingreso neto superior.

CONCLUSIONES

1. El maíz fue afectado significativamente por el sistema de cultivo en las dos localidades en estudio. Sin embargo, las variedades de poroto fueron afectadas en forma diferente por el método de cultivo según la localidad, así tenemos que hubo una incidencia significativa en el IAN, pero no así en Caazapá.
2. El Coloradito fue el material de mejor comportamiento al comparar el rendimiento de las variedades en condiciones de cultivo asociado y de monocultivo en las dos localidades. Sin embargo el Ingá, por su poca adaptación a este sistema de cultivo, queda descartado como un material de uso alternativo.
3. Al comparar las densidades de poroto (70.000 y 140.000 Pt/ha) combinado con el maíz, no se encontró ninguna diferencia significativa entre ellas. Pero, debido a una mayor practicidad en la realización de los trabajos culturales y a que se puede obtener una economía de semilla, en una situación como ésta, es mejor optar por el nivel de menor densidad, es decir 70.000 Pt/ha.
4. La utilización del cultivo asociado como método de obtención de cosechas fue altamente positivo, pues al hacer la evaluación por el método de UET todos los tratamientos dieron valores mayores que 1,00. Pero los valores más altos de UET fueron 1,46 y 1,67, los cuales se obtuvieron al asociar maíz con poroto San Francisco y Coloradito a 70.000 Pt/ha en las localidades de IAN y Caazapá, respectivamente.
5. Al realizar el análisis económico de los rendimientos se observó que el ingreso neto obtenido bajo cultivo asociado fue superior al alcanzado en monocultivo.

* El análisis fue realizado por la Ingeniera Agrónoma María Irene A. de Moreno, Técnico del Programa de Economía del Instituto Agronómico Nacional (IAN) Caacupé, Paraguay.

Cuadro 6. Ensayo de cultivo asociado de maíz con tres variedades de poroto a dos niveles de densidad. IAN, Caazapá. PIM, 1988/1989.

Tratamiento	Rendimiento kg/ha		UET %		Costo variable \$		Ingreso bruto \$		Ingreso neto \$		Relación Ingreso neto (B/A) %	
	IAN	Caaz.	IAN	Caaz.	IAN	Caaz.	IAN	Caaz.	IAN	Caaz.	IAN	Caaz.
A - Monocultivo *												
1. Maíz y Coloradito	2.407-667	1.836-326	1,00	1,00	163.150	163.150	311.170	191.660	148.020	28.510	1,00	1,00
2. Maíz y S. Francisco	2.407-461	1.836-317	1,00	1,00	163.150	163.150	259.670	189.410	296.520	26.260	1,00	1,00
3. Maíz e Ingá	2.407-475	1.836-131	1,00	1,00	163.150	163.150	263.170	142.910	100.020	-202.240	1,00	1,00
B - Cultivo Asociado												
4. Maíz	3.631	2.845	1,29	1,67	227.450	227.450	398.860	317.950	171.410	90.500	1,16	3,17
+ Coloradito (70)	724	589										
5. Maíz	3.879	2.381	1,44	1,64	227.450	227.450	444.240	304.110	216.790	76.660	1,46	2,69
+ Coloradito (140)	846	645										
6. Maíz	3.978	3.064	1,48	1,59	227.450	227.450	387.930	304.850	160.480	77.200	1,66	2,94
+ S. Francisco (70)	587	483										
7. Maíz	3.480	2.145	1,30	1,54	227.450	227.450	342.800	281.450	115.350	54.000	1,19	2,06
+ S. Francisco (140)	536	611										
8. Maíz	3.707	2.507	1,17	1,48	227.450	227.450	316.420	202.960	88.970	-24.470	0,89	-1,21
+ Ingá (70)	376	210										
9. Maíz	4.232	1.772	1,27	1,46	227.450	227.450	345.920	170.570	118.470	-56.880	1,18	-2,81
+ Ingá (140)	392	257										

* Los valores correspondientes a monocultivos se obtuvieron tomando el rendimiento y el costo de 0,5 ha de poroto y maíz, respectivamente.

Sin embargo, al comparar el UET y el ingreso neto se pudo constatar que el mejor valor de UET no siempre indica el ingreso neto más elevado que se puede obtener, cuando se comparan variedades diferentes en un sistema de asociación. En este caso se hace necesario, además de UET, comparar la capacidad de rendimiento de los cultivos componentes bajo los dos sistemas de cultivo.

6. En los lugares con suelos de mediana a baja fertilidad, el sistema de cultivo asociado es una alternativa bastante válida, para aumentar el nivel de rentabilidad de algunos rubros que en condiciones de monocultivo ofrecen escasa rentabilidad. Este es el caso del presente experimento en donde el

maíz pudo aumentar considerablemente su rentabilidad al ser asociado con el poroto.

LITERATURA CITADA

ESPINOZA BENEGAS, M. A. 1988. Studies on Maize (*Zea mays*), Soy-bean (*Glycine max*) and sorghum (*Sorghum bicolor*) intercrop system - with particular reference to effect of lighth on growth and yield. College of Agriculture and Veterinary Medicine, Nihon University, Japón. (Tesis presentado para el grado de Master en Ciencias Agrícolas).

INFORME AGROPECUARIO. 1984. Feijão consorciado com outras culturas. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. Belo Horizonte, Brasil, año 10 (118), Oct. 1984.

Efecto del abono verde sobre el cultivo de maíz

por Daniel Bordón Amarilla *

INTRODUCCIÓN

Para establecer un plan de rotación de cultivos, tenemos la obligación de utilizar abono verde, pues estas plantas, en general, son más agresivas, de raíces profundas y capaces de absorber los nutrientes que necesitan de las partes más profundas del suelo. Estos nutrientes son almacenados en la planta, los mismos son devueltos al suelo y después son absorbidos por los cultivos. Debido a esto el abono verde tiene la capacidad de aumentar la materia orgánica y mejorar la estructura del suelo. También, el conocimiento del efecto residual de un abono verde sobre los cultivos es fundamental para ordenar y sistematizar una rotación de cultivos.

La agricultura permanente, bajo las condiciones actuales de manejo, ha conducido a un empobrecimiento del contenido de materia orgánica de los suelos y en consecuencia, a una acentuada degradación de los mismos. Es por eso que resulta prioritario el desarrollo e implementación de tecnologías que minimicen el deterioro físico-químico del suelo y permitan la restitución de la fertilidad perdida por el continuo laboreo y extracción por parte de los cultivos. Así, surgió la necesidad de realizar experimentos para tener informaciones locales para el uso de abono verde de invierno.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se estableció en el CRIA. El diseño experimental utilizado es el de bloques completos al azar, con siete tratamientos y tres repeticiones; el tamaño de las parcelas fue de 14 m de largo y 4 m de ancho.

El experimento se inició en el período invernal de 1989 con la siembra de los abonos verdes el 26 de mayo y fueron incorporados la mayoría en la etapa de floración el 27 de octubre; en la misma etapa, antes de incorporarse, se extrajo una muestra de planta de 1 m²/parcela, para determinar el porcentaje de materia seca de los abonos verdes. En el verano del mismo año se sembró soja y maíz en el sentido transversal de las parcelas y se determinará los efectos de cada abono verde sobre los cultivos mencionados.

En el Cuadro 1 se detallan los diferentes tratamientos y el esquema de rotación.

RESULTADOS

En los Cuadros 2 y 3 se presentan los datos obtenidos en el período invernal de 1989, y del cultivo de maíz en el período de verano de 1989/90.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el período invernal de los abonos verdes, se puede decir que la mayor cantidad de materia seca se obtuvo con la mezcla avena más vicia, seguido de avena y nabo forrajero. También, visualmente, estos mismos mostraron mejor cobertura y control de malezas.

* *Ingeniero Agrónomo, Técnico de la Sección de Agronomía. Centro Regional de Investigación Agrícola. (CRIA) - Capitán Miranda, Itapúa. Paraguay.*

El lupino tuvo un desarrollo regular, aparte de eso fue atacado desde muy temprano por la enfermedad denominada Antracnosis.

En el período de verano las parcelas de maíz, que tuvieron anteriormente leguminosas, mostraron un

mejor crecimiento. En cambio, el maíz que creció en parcelas donde se había sembrado previamente gramíneas, presentó deficiencias de nitrógeno, que fueron subsanadas aplicando 40 kg/ha de nitrógeno, lo que permitió una rápida recuperación del maíz.

Cuadro 1. Tratamientos y esquema de rotación del ensayo de efecto del abono verde en la rotación de cultivos. CRIA, Cap. Miranda, 1989.

Tratamientos		Esquema de rotación			
Nº	Abono verde	Invierno 1989	Verano 1989/90	Invierno 1990	Verano 1990/91
1.	Avena negra	Abono verde (* Avena)	Maíz	Trigo	Maíz
2.	Lupino blanco				Soja
3.	Nabo forrajero				
4.	Vicia común				
5.	Avena + Vicia				
6.	Trigo (Itapuá-35)				
7.	Descanso				

Ejemplo de las rotaciones con avena.

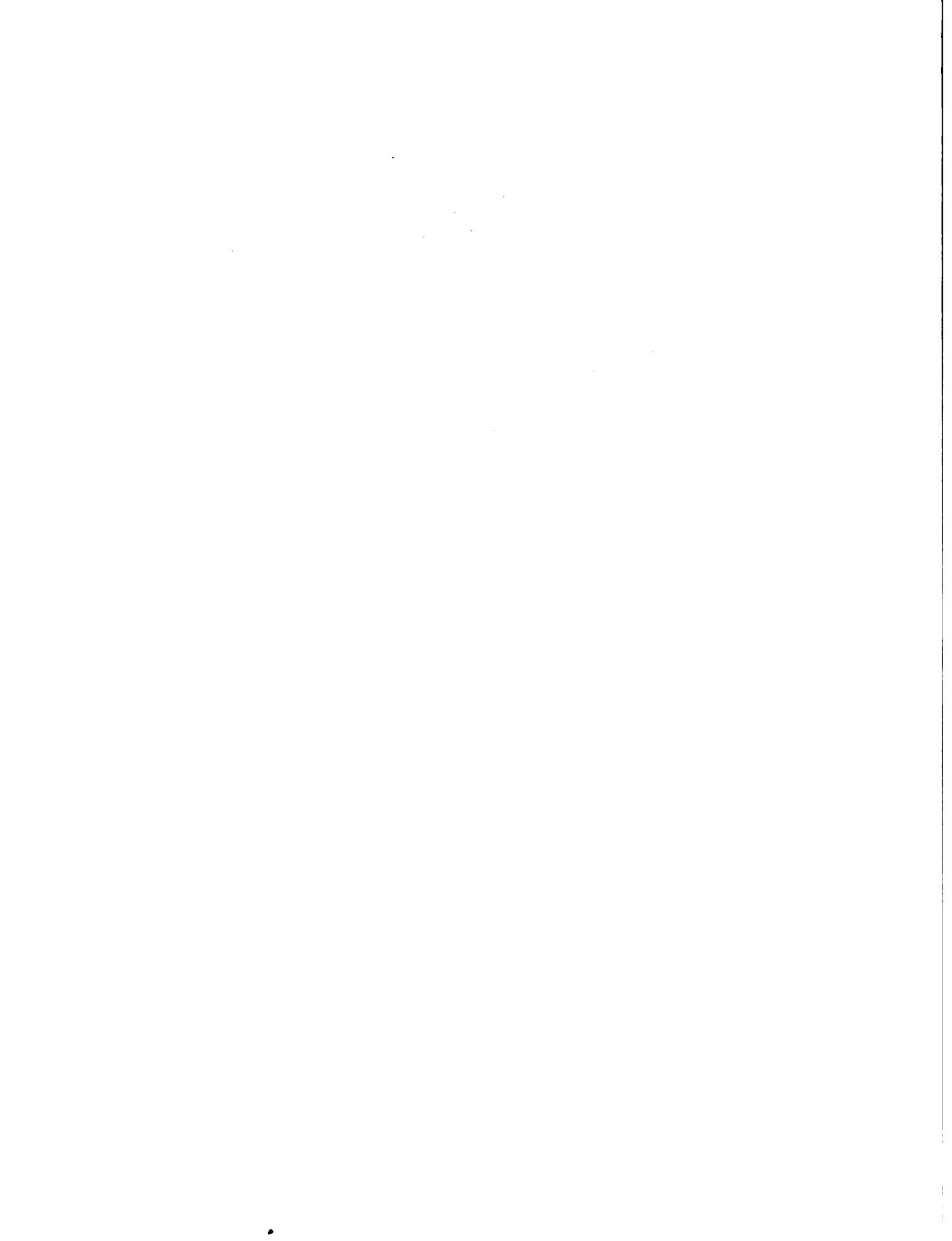
1. Avena - maíz - trigo - maíz
2. Avena - maíz - trigo - soja
3. Avena - soja - trigo - maíz
4. Avena - soja - trigo - soja

Cuadro 2. Cantidad de materia seca y verde en t/ha, población de planta y cantidad de semilla del ensayo de efecto del abono verde en la rotación de cultivos. CRIA, Cap. Miranda, 1989.

Trat. Nº	Abono Verde	Cantidad Semilla kg/ha	Poblac. Planta m ²	Materia Verde t/ha	Materia Seca t/ha
1.	Avena negra	60	838	35,9	5,3
2.	Lupino blanco	130	110	27,0	3,1
3.	Nabo forrajero	15	325	59,6	4,7
4.	Vicia común	80	630	34,3	2,9
5.	Avena + Vicia	20 + 50	526 + 163	39,4	6,0
6.	Trigo (Itapuá-35)	120	330	29,3	7,5
7.	Descanso	-	-	-	-

Cuadro 3. Rendimiento en kg/ha, altura de plantas y plantas vacías del ensayo de efecto de los abonos verdes sobre el cultivo de maíz. CRIA - Capitán Miranda, 1989-90.

Trat. Nº	Abono verde	Altura Planta cm	Plantas Vacías %	Rend. Prom. kg/ha
1	Avena negra	186	13,4	5.327
2	Lupino blanco	194	16,0	4.778
3	Nabo forrajero	192	10,5	5.420
4	Vicia común	185	23,7	4.320
5	Avena + Vicia	177	23,0	3.663
6	Trigo (Itapuá-35)	174	18,3	4.976
7	Descanso	184	13,0	5.631



Producción de maíz para la alimentación animal en el Paraguay

por Blas C. Aguilera C. *

SITUACIÓN ACTUAL

La utilización del maíz en el Paraguay tiene más importancia en la alimentación humana, pues constituye la dieta básica popular; él es utilizado en diversas formas y debido a esta circunstancia, se mantiene en un nivel de precio muy elevado, en comparación con los otros productos que sirven para la alimentación del ganado, ya sea de carne o de leche, lo que hace casi inaplicable su uso para esta finalidad.

El cultivo y todo el proceso inherente a la producción, que muchas veces es deficiente por falta de tecnología adecuada, conduce a una baja productividad. La cosecha es aún enteramente manual.

En el país existen regiones donde el maíz es cultivado en áreas relativamente extensas y coincide que en las mismas se obtienen los mejores rendimientos, dado la mejor condición de fertilidad del suelo. Así el rendimiento (en granos) tiene grandes variaciones que oscilan entre 1.000 y 3.000 kg/ha. En esas regiones extensas, generalmente boscosas, los productores lo cultivan como habilitación inicial de la tierra, la que luego se destina a otro cultivo de mayor rentabilidad.

Según los datos estadísticos, el maíz es cultivado en una superficie de 500.000 ha, que equivale al 12 por ciento de la superficie total del país y la producción promedio de granos es de 2.000 kg/ha.

El Cuadro 1 describe el rendimiento de granos y la superficie en los Departamentos donde más se cultiva. Asimismo se incluye como referencia los Departamentos de Cordillera y Central que corresponden a la cuenca lechera de Asunción y se observa que el área destinada para esta gramínea es muy reducida, como también su rendimiento.

Cuadro 1. Superficie cultivada de maíz y sus rendimientos en algunos Departamentos (MAG, 1988/1989).

Departamentos	Superficie de cultivo ha	Rendimiento grano kg/ha
Cordillera	12.500	1.240
Central	2.400	1.094
Caaguazú	60.200	1.769
Itapúa	78.200	2.038
Alto Paraná	128.400	2.606
Canindeyú	50.300	2.134
Total país	501.000	X 2.002

Si bien el Paraguay posee todas las condiciones propicias para este cultivo, aún está distante de producir para su autoabastecimiento, y ello se debe, además de la inadecuada tecnología existente que conduce a un insuficiente rendimiento, a la entrada o importación de países vecinos que cubren el déficit. A veces se presenta el caso contrario, es decir la fuga a esos países cuando el precio es más conveniente.

USO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Los datos de producción de alimentos balanceados para uso animal se estiman, aproximadamente, en

* *Ingeniero Agrónomo, PRONIEGA/MAG, Asunción, Paraguay*

10.000 t/año, y el maíz (granos) forma parte de los mismos en alrededor de 30 por ciento, en especial en raciones para monogástricos.

En raciones para ganado lechero, por lo general, la proporción es de 15 por ciento y en ganado de engorde participa en 25 - 30 por ciento.

En lo que respecta al uso como alimento de volumen, forraje fresco (planta entera) y ensilado, generalmente lo utiliza el productor lechero, aunque su uso no está muy difundido. Una razón preponderante es que la cuenca lechera más importante se encuentra asentada en tierras de alto valor económico y en su mayor parte minifundaria, por lo que el productor opta por cultivos de mayor rendimiento como ser el pasto elefante y sus variedades, que tienen una amplia difusión en el sector lechero, porque permiten varios cortes durante el verano y otoño, siendo muy persistentes aún en suelos degradados.

En épocas invernales se recurre a otros tipos de forrajes como la caña de azúcar.

El Cuadro 2 muestra los rendimientos obtenidos (en materia verde) de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), utilizado como forraje de corte en comparación con el maíz, en el verano y con la caña de azúcar en el invierno.

Cuadro 2. Rendimiento de diferentes cultivos de pasto elefante, maíz forrajero y caña de azúcar

Cultivares	Rendimiento kg/ha año M.V.
Pasto elefante Merker	64.230
Pasto elefante Camerún	120.780
Pasto elefante Guazú	114.840
Pasto elefante Morado	112.760
Pasto elefante King Grass	145.200
Maíz forrajera Venezuela 1 y 2	35.780
Caña de azúcar	55.780

Por otra parte, el maíz está siendo reemplazado por el sorgo y sus variedades y tuvo una amplia difusión en los últimos años.

ENSAYOS REALIZADOS

Con relación a la producción de grano existen programas en ejecución, que estudian todas sus características agronómicas, variedades de mejor rendimiento, incorporación de nuevas líneas, de variedades más precoces, etc.

El CIMMYT, ha prestado un apoyo importante para desarrollar trabajos de investigación en este cultivo.

En cuanto a la producción de forraje y su utilización en la alimentación animal se han hecho muy pocos trabajos de evaluación. Se han determinado los valores bromatológicos de forraje verde y ensilado de maíz, a los efectos de conocer sus cualidades nutritivas. El Cuadro 3 indica las medias obtenidas de algunas muestras.

Cuadro 3. Composición química del forraje y ensilado del maíz analizado en la F.I.A. San Lorenzo (en base seca).

Composición química	Forraje de maíz	Ensilado de maíz
H. total	70,7 %	71,9 %
Ceniza	8,7 %	5,5 %
Grasa	2,3 %	1,6 %
Proteína	6,4 %	5,2 %
Fibra	27,5 %	28,1 %
Hidratos de carbono	59,4 %	54,3 %

Por tal razón no se han determinado las variedades más recomendadas para este fin y por consiguiente el productor utiliza para la siembra maíz de producción local.

Es recomendable que esta gramínea sea incorporada en la alimentación del ganado como forraje verde y ensilado, sobre la base de estudios, e identificar

las variedades o líneas que tengan mejor rendimiento y adaptabilidad al medio.

LITERATURA CITADA

- AGUILERA, B. C. 1983. Ensayo comparativo de gramíneas forrajeras de corte en el Chaco Central. In: Informe anual del PRONIEGA 1983. MAG, DIEAF, Asunción, Paraguay. p 51-53.
- ALVAREZ, M. 1986. Cultivo del maíz. In: Boletín de Divulgación N° 20. MAG, DIEAF, IAN, Asunción, Paraguay. 20 p.
- ARENAS, P. 1981. Etnobotánica lengua Maskoy. Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Buenos Aires, Argentina. 358 p.
- BERTONI, M. 1926. El mentor agrícola. 3ª ed. Puerto Bertoni, Paraguay: Exsylvia, 448 p.
- DIRECCION GENERAL DE EDUCACION TECNOLOGICA AGROPECUARIA. 1978. Maíz. México: DEETA. 48 p.
- HEYN, R. 1983. Ensayo comparativo de plantas forrajeras de corte. In: Informe anual PRONIEGA. 1983. MAG, DIEAF, Asunción, Paraguay. p 46-50.
- MORRISON, F. B. 1966. Compendio de alimentación del ganado. 21ª ed., México, UTEHA. 721 p.
- PARAGUAY. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1989. Estimación de la producción agropecuaria 1988-1989/MAG, Dirección de Censo y Estadísticas Agropecuarias. Asunción, Paraguay. 94 p.

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. It emphasizes that proper record-keeping is essential for the integrity of the financial system and for the ability to detect and prevent fraud.

2. The second part of the document outlines the various methods used to collect and analyze data. It describes the use of statistical techniques to identify trends and patterns in the data, and the importance of using reliable sources of information.

3. The third part of the document discusses the role of the government in regulating the financial system. It highlights the need for strong regulatory oversight to ensure that the system operates in a fair and transparent manner, and to protect the interests of consumers and investors.

4. The fourth part of the document discusses the impact of technology on the financial system. It notes that the widespread use of digital technologies has led to significant changes in the way that financial services are delivered, and has also created new risks and challenges for regulators and consumers alike.

5. The fifth part of the document discusses the importance of international cooperation in addressing global financial issues. It notes that many financial risks are transnational in nature, and that effective responses require coordination and collaboration between countries and international organizations.

Principales factores condicionantes de la evolución maicera en la Región Pampeana Argentina

por José B. Pizarro *

INTRODUCCIÓN

El maíz, cultivo originario de América, es uno de los principales rubros agrícolas de Argentina por el número de productores que lo cultivan, la superficie que anualmente se le destina, la producción lograda y los volúmenes de exportación efectuada. Si bien la mayor parte se cultiva en la Región Pampeana, tiene una amplia área de difusión, razón por la cual se lo encuentra en casi todo el territorio, excepción hecha de las regiones desérticas y el sur de la provincia de Río Negro.

El tipo de maíz difundido desde el inicio, ha sido el duro colorado conocido como "flint" o Plata debido a su aceptación y especial consideración que durante mucho tiempo ha tenido en el mercado internacional.

A pesar de su enorme importancia, su evolución no ha seguido en el país, el ritmo creciente de otras latitudes, habiendo experimentado por diversos motivos, variaciones de comportamiento en el tiempo y en el espacio.

Conviene individualizar y evaluar el peso de esos factores, por cuanto su consideración resulta imprescindible si se pretende mantener su importancia o lograr una mayor expansión y/o intensificación del cultivo.

EVOLUCIÓN

Su análisis se efectúa teniendo en cuenta el comportamiento histórico del cultivo: a) a nivel país desde comienzos del siglo; y b) por regiones maiceras a partir de 1960.

- En el país

Iniciada la producción comercial del maíz a fines de siglo pasado, registró una fuerte expansión en su área de siembra que se mantuvo, con algunas oscilaciones, durante las cuatro primeras décadas del siglo (Figura 1).

La década del treinta fue la más importante en cuanto a superficie sembrada, superando en tres oportunidades la cifra récord de siete millones de hectáreas. Su promedio (alrededor de seis millones de hectáreas), representó el 25 por ciento de la superficie total cultivada en el país; el 27 por ciento de la ocupada con granos; y el 31 por ciento con cereales.

El crecimiento del área maicera en ese período, fundamentalmente, se efectuó aprovechando la fertilidad natural del suelo de la Región Pampeana alentado, especialmente en la década del veinte, por buenos precios. Como consecuencia de ello se alcanzó en 1934/35 una producción pico de 11,5 millones de toneladas. El volumen promedio de los años treinta fue de 8,1 millones de toneladas de lo que representó el 25 por ciento de la producción agrícola; el 45 por ciento de los granos y el 50 por ciento de los cereales.

Los rendimientos unitarios pueden considerarse bajos, aunque encuadrados dentro de una tendencia

* *Ingeniero Agrónomo, Investigador Area Estudios Económicos y Sociales. EEA Pergamino/INTA, Buenos Aires, Argentina.*

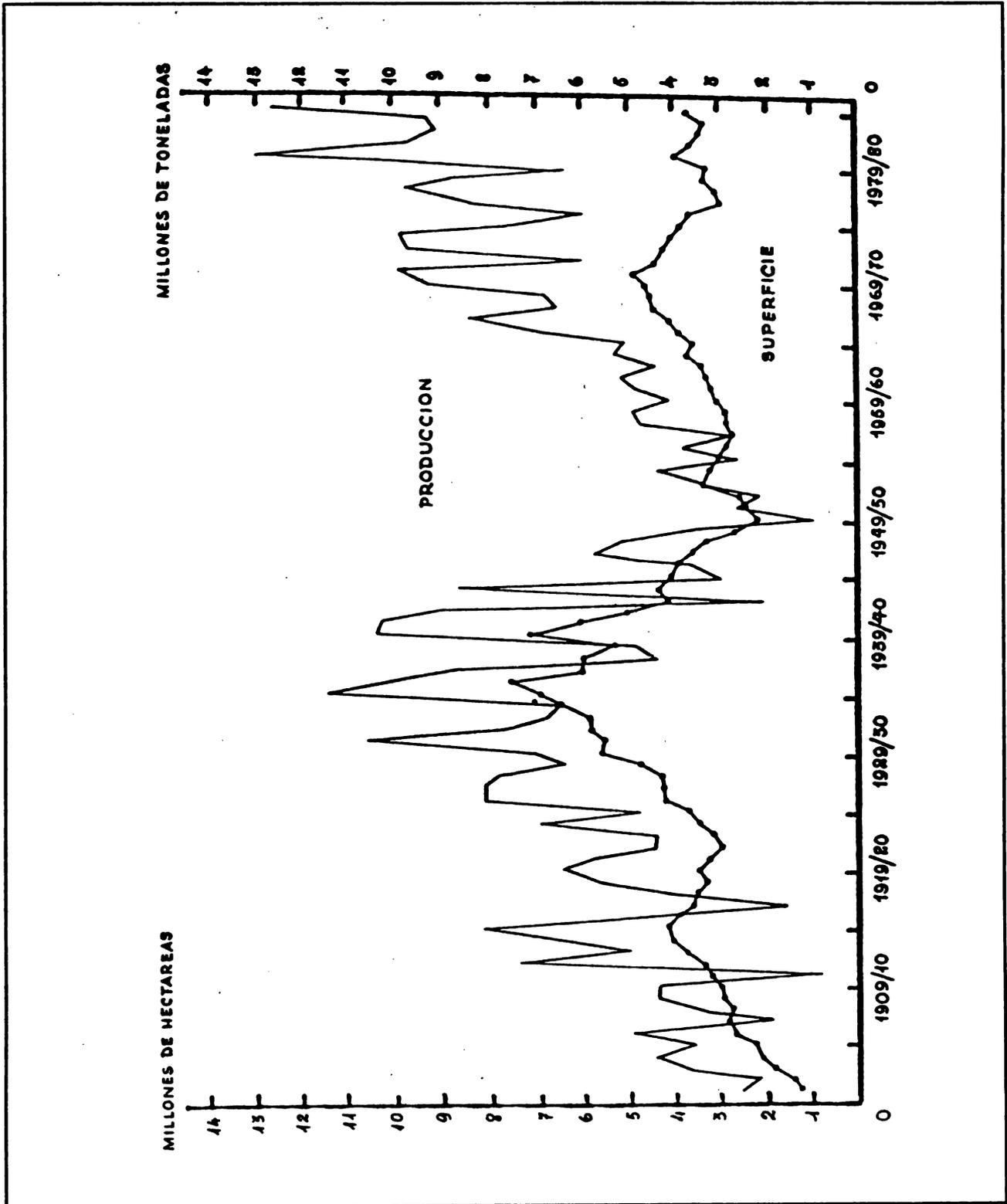


Figura 1. Maíz: superficie sembrada y producción en el país (1900/01 - 1984/85).

creciente con alto grado de variabilidad. El rango osciló entre los 219 kg/ha (1910/11) y 2.275 kg/ha (1930/31).

En toda esta etapa la agricultura pampeana se basó en el desarrollo del trigo, lino y maíz. Como cultivos secundarios se ubican la avena, cebada y centeno. Con la introducción del girasol, en la década del treinta, se opera un cambio de importancia por cuanto este rubro alcanza en pocos años una gran difusión.

La década del cuarenta constituyó una etapa de crisis aguda para el maíz debido a que: a) durante el período de ocurrencia de la Segunda Guerra Mundial (primer quinquenio del cuarenta), el país se vio imposibilitado de exportar sus productos a los mercados tradicionales de ultramar (oeste de Europa); b) a lo anterior se sumó en los años de la postguerra, la vigencia de precios no retributivos para el grano fijados arbitrariamente por el Estado.

Como consecuencia de ello se registró una tendencia decreciente tanto en superficie como en producción. La primera alcanzó su punto más bajo con 2,1 millones de hectáreas en 1949/50; pasando la producción de 10 millones (1940/41) a 800 mil toneladas (1949/50).

A raíz de esa falta de estímulo, Argentina perdió relevancia en el mercado internacional, siendo desalojada de su posición de líder por Estados Unidos de Norteamérica.

El proceso empezó a revertirse desde el inicio de la década del cincuenta. Se evidenció un lento pero sostenido incremento en el área de siembra que se prolongó en el sector, alcanzando un pico de casi 5 millones de hectáreas en 1970. A partir de ese momento la tendencia nuevamente cambió de orientación entrándose, luego de algunas oscilaciones, en un período de reducción de superficie que nos encuentra en la campaña 1988/89 en su nivel más bajo con 2,4 millones de hectáreas.

Las causas de esta nueva contracción del área maicera se debió a la expansión de dos nuevos cultivos:

sorgo granífero primero y soja después. Hasta principios de la década del sesenta el maíz era en la Pampa Húmeda casi el único cultivo de verano por cuanto el girasol, dada su menor rentabilidad, fue siempre una actividad complementaria a la que se le destinaba tierras inferiores o se lo sembraba fuera de época. Pero a fines de la década del 50 comenzó a difundirse el sorgo granífero y desde los últimos años de los sesenta la soja, ambos con muy buenos resultados, especialmente la oleaginosa. Como consecuencia de ello el maíz perdió posiciones debiendo compartir su lugar en la rotación con otros cultivos. El avance tecnológico que significó la aparición y difusión del girasol híbrido traducido en nuevos niveles de rendimiento, ha transformado en los últimos años a este rubro en un competidor adicional del maíz dentro y fuera de la Región Pampeana.

Durante todo este proceso que se inició en la segunda mitad del siglo, la producción se encuadró, aunque con variaciones, dentro de una firme tendencia ascendente, habiéndose más que triplicado el grano cosechado al pasar de 3 (1950/51-54/55) a 10,3 millones de toneladas (1983/84-87/88).

En el último quinquenio el área con maíz (3,4 millones de hectáreas), ocupó el 13,4 por ciento de la superficie total cultivada, el 16,7 por ciento de la cubierta con granos y el 24,6 por ciento de cereales. La producción promedio (10,3 millones de toneladas) representa el 16 por ciento de la producción total agrícola; el 28 por ciento de los granos y el 38,1 por ciento de los cereales.

El crecimiento de los volúmenes de producción, se debió a los mejores rendimientos unitarios obtenidos, que han evolucionado, aunque con cierta variabilidad, dentro de una firme tendencia creciente, pasando de 1.540 kg/ha (1950/51-54/55) a 3.415 kg/ha (1984/85-88/89) (Figura 2).

La mejora en rendimientos se basa: a) Aparición y difusión de los híbridos comerciales; b) empleo de herbicidas para el control de malezas; c) mayor disponibilidad de maquinaria; d) mecanización de la cosecha; e) incorporación de la cosecha a granel; f) adelanto época de cosecha, etc.

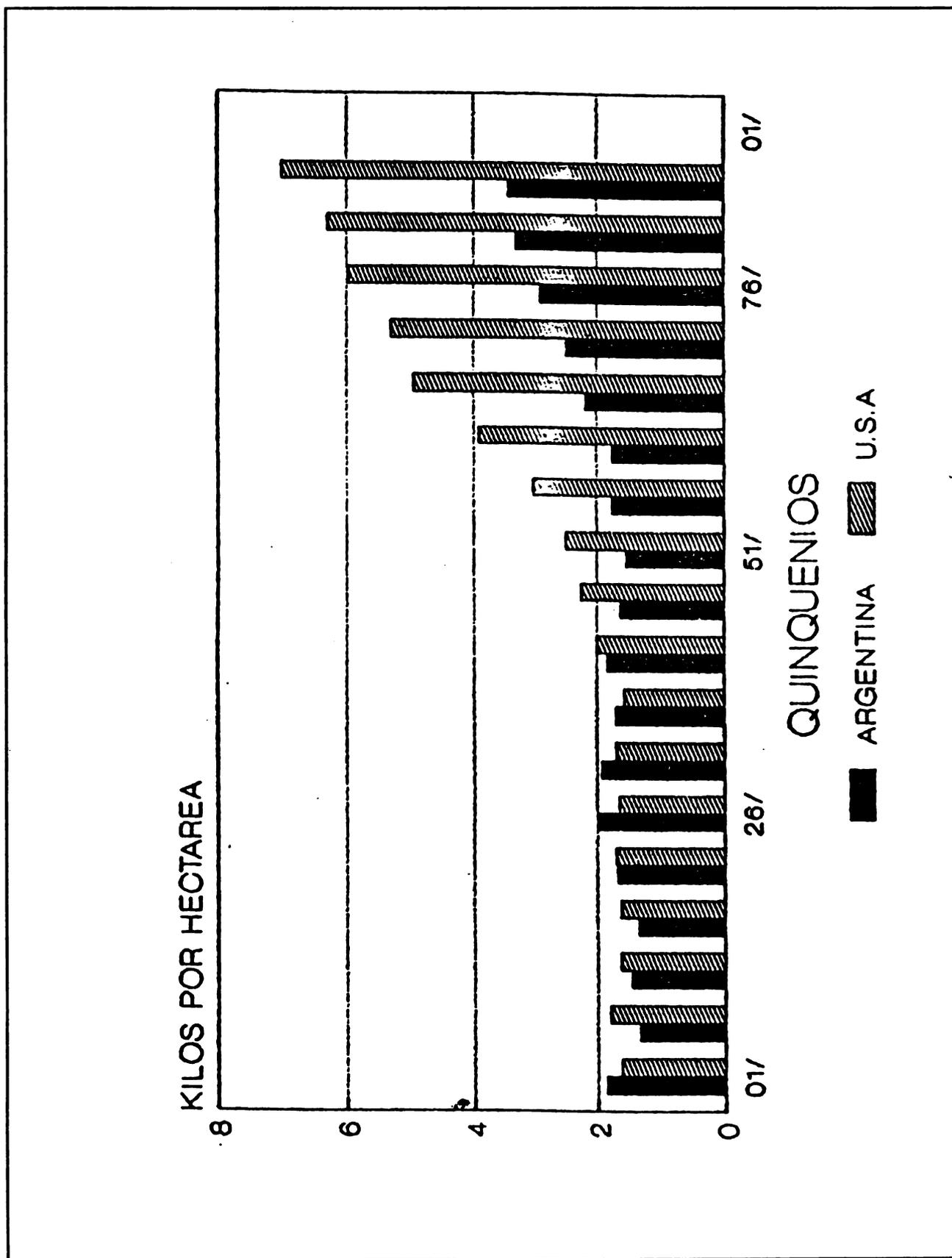


Figura 2. Rendimientos de maíz (1900/01 - 1989/90).

A pesar de los avances registrados, resulta todavía significativa la diferencia existente entre Argentina y Estados Unidos de Norteamérica tanto en la evolución de la tasa de crecimiento como en la magnitud de los rendimientos unitarios logrados. Ello es importante si se tiene presente que en el pasado, en dichos países, los rendimientos fueron similares. En el primer quinquenio de la década del 30, los rendimientos argentinos (1.928 kg/ha) superaban en un 16 por ciento a los Estados Unidos (1.620 kg/ha). Si los comparamos con los registrados en los últimos años (1980/81-84/85) se observa que mientras los de Argentina (3.283 kg/ha) aumentaron 1,7 veces, los de Estados Unidos (6.227 kg/ha) lo hicieron 3,7 veces (Figura 2).

Esta situación en gran parte explica la pérdida de importancia de Argentina tanto en la producción como en la comercialización mundial de maíz. En el período de la Segunda Guerra Mundial sobre una producción mundial de maíz de 100 millones de toneladas, el aporte de Argentina representaba aproximadamente el 8 por ciento de aquélla, participando con algo más del 60 por ciento del volumen volcado al comercio internacional que ascendía a 10,2 millones de toneladas. De ese momento a la fecha la producción mundial incrementó 4,5 veces y la comercialización 5,9 veces. El aporte de Argentina representa el 1,9 por ciento de ese volumen, mientras que la participación en el volumen comercializado a nivel mundial representa sólo el 6,6 por ciento, mientras que la de Estados Unidos de Norteamérica el 74 por ciento del total.

- Por Regiones Maiceras (1)

El análisis de la evolución del cultivo por regiones en los últimos 28 años evidencia que aquélla no ha

sido uniforme, caracterizándose por presentar variaciones tanto en lo referente al nivel tecnológico empleado como a resultados obtenidos (Cuadro 1 y Figura 3). Debe destacarse:

- a) Una tendencia decreciente en el área de siembra en la mayoría de las regiones. En algunas de ellas (Región II y V) más acentuadas que en otras (Región I, VI y III). Aunque con variaciones se mantiene la Región IV y tiende a expandirse en las Regiones VII, VIII y IX, siendo en ellas todavía amplia la relación existente entre superficie sembrada y cosechada.
- b) Un significativo aumento en todas las regiones de los rendimientos por hectárea cosechada. Los mayores correspondieron a las Regiones VIII (165,6 %); VII (158,4 %) y IX (154,6 %) y los menores a las Regiones III (58,7 %); VI (80,5 %) y IV (90,3 %). Cabe destacar que a comienzos de la década del sesenta, sólo en la Región Maicera tradicional (VI), se lograban rendimientos por arriba del promedio nacional. En el último quinquenio, buenos rindes se obtuvieron no sólo en la Región VI (19 por ciento por arriba del promedio del país), sino también en la Región VIII (14,1 por ciento arriba) y en la IX (16,7 por ciento arriba). Los menores rendimientos correspondieron a las Regiones II y III.
- c) La producción, excepción hecha de la II y V, evidenció un ritmo creciente debido en unos casos a mejores rendimientos (I, III y VI) a lo que se sumó, en las restantes, el aumento en superficie.

Resulta evidente que de todas las regiones, las de mayor importancia por la superficie cultivada, producción obtenida y el desarrollo tecnológico alcanzado, se encuentran en la Región Pampeana Húmeda (Regiones IV, VI, VII, VIII y IX). En conjunto, ellas ocupan el 88 por ciento de la superficie sembrada, aportando el 91 por ciento de la producción total.

La Región Maicera tradicional (VI) es de todas, la más importante por la superficie que se le destina (26,5 %), la producción lograda (36,2 %), los

(1) En base a características ecológicas el Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación efectuó en 1972 una delimitación del país en nueve regiones maiceras.

Cuadro 1. Superficie, sembrada, cosechada, rendimiento y producción por regiones y total del país (promedio de quinquenios) *

Regiones Maiceras	Quinquenio 1960/61 - 1964/65				Quinquenio 1983/84 - 1987/88				Variación Porcentual			
	Sup. ha	Sem. ha	Sup. Cos. ha	Rendim. kg/ha	Produc. t	Sup. Sem. ha	Sup. Cos. ha	Rendim. kg/ha	Produc. t	Sup. Sem. ha	Sup. Cos. ha	Rendim. kg/ha
I	368.381	290.344	1.178	341.913	224.352	202.747	2.437	494.133	-38,8	-30,1	106,8	44,5
II	127.520	108.684	895	97.314	26.754	23.815	1.864	44.396	-79,0	-78,1	108,2	-54,3
III	32.114	26.313	926	24.367	26.404	21.330	1.470	31.365	-17,8	-18,9	58,7	28,7
IV	911.252	740.643	1.745	1.292.080	990.154	910.840	3.321	3.025.078	8,6	23,0	90,3	134,1
V	395.736	285.090	1.125	320.863	117.696	110.930	2.553	260.324	-70,2	-64,2	126,9	-18,8
VI	1.139.613	1.085.377	2.301	2.497.696	922.657	905.236	4.154	3.760.909	-19,0	-16,5	80,5	50,5
VII	225.243	114.720	1.168	134.009	740.843	458.689	3.018	1.384.569	228,9	299,8	158,4	933,2
VIII	127.207	77.523	1.494	115.821	195.037	171.470	3.969	680.709	53,3	121,1	165,6	249,0
IX	141.919	96.109	1.513	145.391	209.659	168.363	3.852	648.535	47,7	75,1	154,6	346,0
Resto país	13.614	10.871	1.338	14.545	25.344	22.340	2.684	59.982	86,1	105,5	100,6	312,3
Total país	3.482.600	2.835.674	1.758	4.984.000	3.479.900	2.986.760	3.478	10.390.000	-0,08	5,3	97,8	108,4

* Confeccionado por el Area de Estudios Económicos y Sociales de EEA Pergamino/INTA, a partir de estadísticas del Servicio Nacional de Economía y Sociología Rural de la Secretaría de Estado de Agricultura, Ganadería y Pesca.

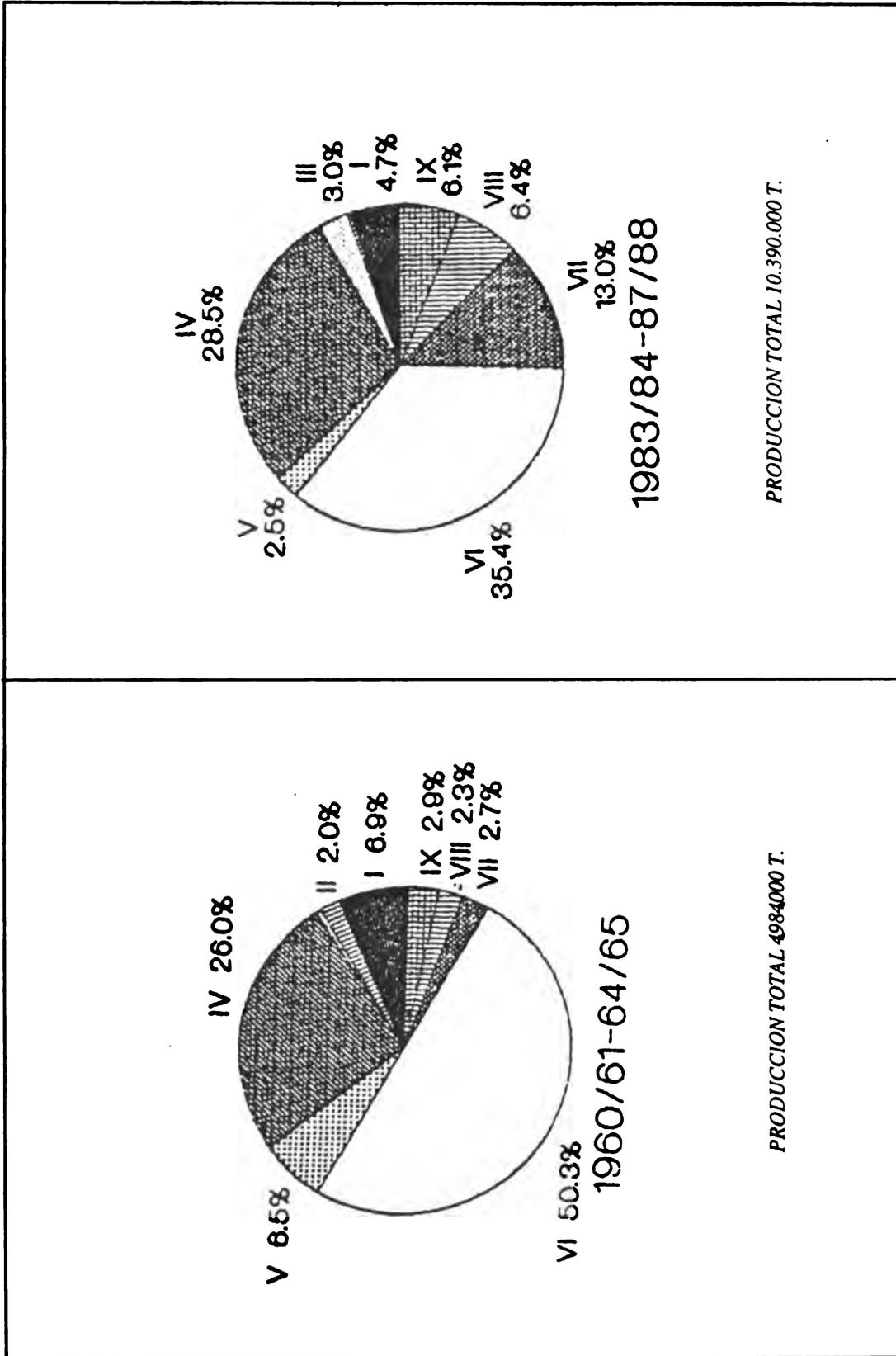


Figura 3. Regiones maiceras. Producción (1960-65 y 1983-88).

rendimientos obtenidos (Cuadro 1) y la seguridad de cosecha. La Región IV, segunda en importancia supera a la anterior en superficie al concentrar el 28,4 por ciento del área, pero no en producción (29,1 %), encontrándose su rendimiento ligeramente por debajo del promedio del país, siendo menor que la anterior el índice de seguridad de cosecha.

Las Regiones VII, VIII y IX, han crecido significativamente en importancia evidenciando a partir de 1960 una tendencia creciente y significativa en su área de siembra, rendimiento y producción. Lo que todavía resulta bajo de todas ellas es el índice de seguridad de cosecha.

Dentro de la Pampa Húmeda, Entre Ríos es la única que presenta una tendencia decreciente algo más acentuada en superficie que en producción. La menor caída en producción se debe al mejoramiento de los rendimientos que, en igual lapso, evolucionó a una tasa anual de 50 kg/ha pasando de 11 a 25 qqm/ha.

Fuera de la Pampa Húmeda, la Región I es la más importante, representando su área de siembra el 6,5 por ciento y la producción el 4,7 por ciento del total. La tendencia evidencia que, a pesar de que la superficie decrece, aumenta la producción debido a los mejores rendimientos obtenidos. En la región, durante la década del sesenta, el maíz era más importante en el NEA, destacándose Chaco y el norte de la provincia de Santa Fe. A partir de allí adquirió mayor relevancia el NOA, sobresaliendo como principal área Santiago del Estero hasta fines de la década del 70 y desde ese momento a la fecha Salta. Los rendimientos unitarios de la región se ubican en un 30 por ciento por debajo de la media nacional, siendo algo mejores, por su mayor tasa de crecimiento y menor grado de variabilidad, los obtenidos en el NEA.

Las Regiones II y III son las menos importantes. Se registra en el área de siembra una tendencia decreciente algo más acentuada en la primera; creciente en rendimientos (los más bajos de país);

decreciente en producción en la II y levemente creciente en la III (Cuadro 1 y Figura 3).

FACTORES CONDICIONANTES DE LA EVOLUCIÓN MAICERA

El análisis histórico efectuado pone de manifiesto algunas de las más relevantes variaciones registradas en la evolución del cultivo de maíz en el tiempo, evidenciándose una pérdida de su importancia relativa en los últimos años. Diversas razones han sido enunciadas con el propósito de explicar tanto las modificaciones registradas en el cultivo, en particular, como en la actividad agrícola pampeana en general, destacando en cada caso aquellos factores que se estima han tenido mayor gravitación en dicho proceso evolutivo. (Cascardo et. al., 1988).

Dentro de aquellos factores considerados como los de mayor relevancia podemos mencionar: los principales cambios tecnológicos registrados en el cultivo del maíz; el medio económico en que dicha actividad se ha desarrollado; las principales actividades o rubros con los cuales ha debido competir en el uso del suelo y en rentabilidad; así como las modificaciones que se vienen registrando en los últimos años tanto en las unidades productivas como en las relaciones de producción. En este capítulo, y en forma sumaria, analizaremos la probable incidencia de cada uno de ellos en el desarrollo del cultivo en la Región Pampeana, que como hemos señalado anteriormente es la mayor área productora de maíz.

- Cambio tecnológico

El mismo es considerado teniendo en cuenta las modificaciones y avances registrados en mejoramiento genético, técnicas de producción y recolección del grano. Su influencia en el gran cultivo se refleja a través de la breve caracterización de los niveles tecnológicos predominantes.

Mejoramiento

Los primeros cultivares fueron variedades, iniciándose la etapa del mejoramiento para la producción de híbridos en la década del veinte en la

actual EEA Pergamino del INTA (2). Sin embargo, los primeros híbridos dobles (Santa Fe 2 y Santa Fe 3) fueron inscriptos en 1949 por el Instituto Angel Gallardo del Ministerio de Agricultura de la Provincia de Santa Fe (3).

Entre 1949 y 1960, investigadores de la Universidad de Buenos Aires y de la EEA Pergamino obtuvieron y registraron varios híbridos dobles. En forma simultánea criaderos privados inscribieron un tipo dentado en 1949 y un tipo colorado duro en 1955 (Cargill Record 1).

Con la creación del INTA (1958), el mejoramiento en maíz adquirió un ritmo muy importante, resultando significativos los logros en cuanto al número de híbridos inscriptos y características productivas incorporadas. La actividad privada participó también en este proceso de expansión y generación de nuevos cultivares, agregándose a las empresas existentes otras nuevas, principalmente de capitales extranjeros o subsidiarios de empresas transnacionales (Jacobs y Gutiérrez, 1986).

La difusión de los híbridos se efectuó muy lentamente en su primer etapa, debido a que los productores no percibieron con suficiente claridad las ventajas de los híbridos sobre las variedades, con relación a la inversión adicional que debían realizar (Arroyo, 1966).

Hasta 1954, sólo cuatro de cada diez productores declaraban haber adoptado híbridos. La mayor expansión tuvo lugar en el período comprendido entre el segundo quinquenio de los cincuenta y el primero de los sesenta. De acuerdo a la opinión de los productores, las ventajas más notorias eran su mayor resistencia a la sequía, con mejores rendimientos, facilidad para la cosecha mecánica, resistencia al vuelco y maduración temprana.

La obtención de híbridos resistentes al vuelco constituyó un aporte relevante que facilitó la recolección mecánica. El Abati INTA, creado en 1964 por la EEA Pergamino, fue el primer híbrido que se caracterizó, además de su buen rendimiento por su resistencia al vuelco (Coscia, 1980). A mediados del sesenta, en la zona de Casilda, los híbridos más difundidos correspondieron a Cargill, Morgan, INTA, Instituto Angel Gallardo y Funks (Arroyo, 1966). En los primeros años de la década del 70 si bien el 80 por ciento de los productores sembraban híbridos Cargill, la mayoría cultivaba más de uno dentro de su establecimiento, llegando a encontrarse hasta ocho híbridos distintos en una sola finca (Pizarro et. al., 1973).

En los últimos años las compañías privadas dedicadas a la producción de semillas, como consecuencia de un activo y eficiente trabajo de investigación, cuentan con excelentes cultivares en cuya génesis han tenido una importante participación líneas procedentes del sector público (Jacobs y Gutiérrez, 1986).

En primera mitad de la década del setenta y con el objeto de disponer de cultivares específicos para diferentes áreas ecológicas, se comenzó a trabajar, tanto en el sector oficial como en el privado, en la adaptación de variedades de ciclo corto procedentes de otros países, así como en su cruzamiento con materiales nacionales. Como resultado de esa labor se dispone de variedades e híbridos precoces que están demostrando una gran adaptabilidad y buenas condiciones de productividad en una amplia zona del sudoeste de la Provincia de Buenos Aires.

El tradicional maíz colorado "flint" Plata, como consecuencia de la incorporación de germoplasma de otras características en su composición, preferentemente dentado, ha ido perdiendo algunas de sus características básicas, reflejadas en su textura e intensidad de color. De acuerdo a los registros experimentales la capacidad del germoplasma disponible para la Región Agrícola Pampeana, posibilita obtener de 80 a 100 quintales por hectárea sembrado en lotes, con un buen nivel de fertilidad natural. Esos rindes se incrementan entre un 30 a un 40 por ciento,

(2) Con la contratación por parte del Ministerio Agricultura de la Nación del científico Thomas Bregger.

(3) Los Ingenieros Agrónomos Antonio Marino y José T. Luna fueron los que los desarrollaron.

cuando se agrega fertilizante y se utiliza riego complementario.

En la actualidad a los investigadores les preocupa la reducida variabilidad genética que tienen los híbridos, por cuanto poco más de diez líneas constituyen a la formación de casi todos los híbridos comerciales. Solamente dos de ellas (1 a P 464 y ZN 6) participan en no menos del 80 por ciento de los híbridos de maíz colorado. Como consecuencia de ello, el INTA viene desarrollando un programa de trabajo destinado a formar distintos complejos génicos con suficiente variabilidad y diversidad genética para ser utilizados en futuros programas de selección y cruzamiento (INTA, Programa Nacional de Maíz, 1987).

Técnicas de producción

A comienzos de la década del sesenta, la mayoría de los productores preparaba el suelo con los implementos tradicionales (arado de reja, disco y rastra de dientes) y en un corto tiempo, por cuenta era frecuente el aprovechamiento de los rastros por la ganadería. Se sembraban variedades o poblaciones (entre 20 a 25 kg/ha) o híbridos (entre 15 a 20 kg/ha); con sembradoras comunes de tachos altos sistema plano (suelos compactos), lister o semilister (suelos más sueltos). El control de malezas se hacía a mano con ayuda de la azada o con labores mecánicas (rastreadas o escardillos). No se aplicaban fungicidas ni insecticidas para controlar plagas y enfermedades.

En esa época se destacaban como principales problemas la degradación y baja fertilidad de los suelos, especialmente en los establecimientos de menor tamaño, como consecuencia de una carencia de rotación con leguminosas. Esa situación derivaba en la presencia de "suelos cansados" con "piso de arado". A lo anterior se sumaba el enmalezamiento de los campos especialmente con especies rizomatosas perennes y el vuelco de las plantas por efecto de algunas enfermedades.

En la década del setenta algunos problemas del suelo se trataron de corregir, aunque no de manera significativa, con el empleo del subsolador y el arado de rastra. Recién en la década del 80 comenzó la

difusión en la Región Pampeana Húmeda de implementos de labranza vertical que remueven muy poco el suelo, encontrándose desde hace unos años en franca expansión el empleo de labores de tipo conservacionista.

La baja fertilidad de los suelos, especialmente en los campos de los productores que hacían monocultivo de maíz, se trató de corregir con la incorporación de materia verde de algunas leguminosas (vicia, tréboles, etc.), previo a la implantación del cultivo (abonos verdes); o por medio de la fertilización química (Rossi *et. al.*, 1966). Ambas prácticas, especialmente la primera, lamentablemente no tuvieron la difusión y la permanencia en el tiempo que se esperaba. En el caso de los fertilizantes además de razones económicas (desfavorable relación de precios fertilizante/maíz) y climáticas (fuerte condicionamiento de su actividad a la disponibilidad de agua), se agrega el hecho de que nuestros híbridos presentan una limitada capacidad de respuesta a la aplicación de fertilizantes, por haber sido seleccionados en condiciones de fertilidad declinante del suelo (Martínez *et. al.*, 1976). La deficiente fertilidad de los suelos cansados si bien fue corregida en parte como resultado de la incorporación de la soja, que aporta nitrógeno, en la rotación, ha derivado -luego de períodos sucesivos de siembra de esta oleaginosa) en una disminución de los valores disponibles de fósforo.

La siembra mejoró con el empleo generalizado de semilla híbrida y la incorporación de aportes tecnológicos en las sembradoras (las modernas de tachos bajos), que permitieron obtener una mayor precisión y mejor uniformidad de siembra.

El control de malezas mejoró, desde la segunda mitad de la década del 60, con la difusión generalizada de los herbicidas postemergentes, que completan la acción de las labores mecánicas (rastra rotativa). Esa combinación de labores mecánicas con una mezcla de herbicidas específicos hizo más eficiente dicho control, desde fines de la década del setenta, con el empleo de los herbicidas preemergentes. Esa disponibilidad de productos químicos coincidió con el mejoramiento tecnológico de los equipos de aplicación, de limitada difusión, por cuanto la mayoría se

encuentran concentrados en manos de productores de avanzada y/o contratistas.

Desde mediados de la década del setenta, los semilleros comenzaron a vender semillas tratadas con fungicidas como forma de limitar el ataque de plagas y enfermedades. Sin duda, el mejor control se logra proporcionando a través del mejoramiento genético, mayor resistencia a la planta. Entre los problemas pendientes a resolver, debido al daño económico que ocasionan, se encuentran algunas plagas (barrenador del tallo o diatraea) y enfermedades (podredumbre de la raíz y mal de Río Cuarto).

Las experiencias realizadas en los últimos años destacan como promisorios los resultados obtenidos por la utilización simultánea del riego complementario y la aplicación de fertilizantes. Su empleo combinado demanda el desarrollo de nuevas prácticas que permitan por un lado potencializar la capacidad genética de los cultivares y por el otro corregir los efectos negativos (composición química del suelo, desarrollo de malezas, etc.), resultantes de la aplicación de estas prácticas.

Cosecha

La evolución operada en el proceso de cosecha ha sido relativamente rápida. En 1960, en la zona agrícola si bien predominaba la cosecha mecánica (el 54 por ciento de los productores) un alto porcentaje (43 %), cosechaba a mano. De los que recolectaban en forma mecánica, las tres cuartas partes lo hacían en bolsas y el resto a granel. En esa época la falta de variedades adaptadas a la cosecha mecánica y el incremento del vuelco, a medida que se atrasaba la fecha de cosecha, se traducían en una importante pérdida de granos pasando de un 5 por ciento cuando se efectuaba en marzo a más del 30 por ciento cuando se realizaba en mayo o junio (Rossi et. al. 1966).

Entre las razones que los productores señalaban como causas de las pérdidas de granos en el momento de la cosecha, se destacaban por orden de importancia: plantas caídas (61 %), mala regulación de la cosechadora (29 %), desgrane (22 %), exceso de velocidad de avance de la cosechadora (11 %) y

desprendimientos de espigas (10 %) (Pizarro et. al., 1973).

Durante el transcurso de la década del 60, se generalizó la cosecha mecánica a granel; se difundió la cosecha anticipada complementada con el secado artificial del grano como forma de evitar las pérdidas por vuelco e hicieron su aparición los híbridos resistentes al vuelco (4).

Niveles tecnológicos

Como consecuencia de la difusión tecnológica efectuada, diversas modificaciones se vienen registrando en el tiempo con relación a la conducción del cultivo de maíz.

Un productor modal normalmente no realiza una rotación racional; prepara el suelo con labranzas convencionales; controla superficialmente la calidad de la semilla, y efectúa un control deficiente de malezas, sobre todo perennes. La cosecha no siempre se lleva a cabo, en el momento oportuno, y generalmente se efectúa con dificultades por la excesiva presencia de malezas y pérdidas significativas de grano.

Los mejores productores son los que generalmente destinan los lotes con mejor nivel de fertilidad al maíz. Ellos preparaban el suelo con anticipación, emplean técnicas e implementos conservacionistas; controlan la calidad de la semilla; utilizan herbicidas preemergentes para el control de malezas perennes; fertilizan en determinados casos y zonas; cosechan en el momento apropiado, controlando la regulación de la máquina.

El incremento en rendimientos que se viene registrando en la mayor parte de la Región Pampeana, se explica, fundamentalmente, por la adopción generalizada de semilla híbrida, complementada con la difusión e incorporación, con distintos grados de intensidad, de una serie de tecnologías y prácticas

(4) El híbrido Abatí INTA, cuya difusión comenzó en 1964, fue el primer logro en ese sentido.

relevantes relacionadas con el manejo del suelo y del cultivo, control de malezas y plagas y recolección y tratamiento del grano.

- **Determinantes económicos**

Es indiscutible la importancia que los indicadores económicos tienen como uno de los factores determinantes y explicativos de la evolución operada en cualquier actividad productiva, como lo es el del sector agropecuario. Teniendo en cuenta las posibilidades productoras de una región, las variaciones de precios y/o de sus relaciones, constituyen dentro de ciertos límites, un indicador relevante para orientar la producción, interpretar ciertos comportamientos y tratar de explicitar las modificaciones registradas.

En este punto y con relación al maíz, reseñaremos brevemente el comportamiento de precios internos (productos e insumos), así como el de sus principales relaciones.

Evolución de precios en el mercado interno

Como una primera consideración podemos señalar que la fluctuación de precios en el mercado internacional, tiene una repercusión directa en el mercado argentino, por cuanto nuestro país es tomador de precios. Brevemente reseñaremos los distintos pasos que intervienen en la formulación de los precios recibidos por el productor al momento de la comercialización de su producción. Seguidamente describiremos la evolución de precios del maíz y algunos otros granos; de algunos insumos claves así como de las principales relaciones resultantes de este comportamiento.

- *Algunas consideraciones sobre los precios recibidos por el productor*

La evolución de precios y por consiguiente de los ingresos que Argentina obtiene por su producción de granos, si bien sigue el comportamiento del mercado internacional, lo hace distante y por debajo de los valores que allí rigen. Ello, fundamentalmente, se debe a la distribución que en el país se efectúa de dicho ingreso, entre los distintos agentes económicos que participan en su generación (Cirio, 1986).

El punto de partida de la formación de los precios internos está dado por el precio FOB, debido a que la mayor parte de los granos producidos en el país son exportados. Los precios FOB vigentes en puertos argentinos resultan ser sensiblemente más bajos que los que rigen en los principales puertos internacionales tradicionalmente exportadores. Ese menor valor FOB puertos argentinos, denominado diferencial con precio internacional, se obtienen por diferencias en la calidad, fletes, calado de buques, velocidad de embarque, etc.

La primera reducción que en el orden interno registran los precios a partir de los valores FOB puertos argentinos, se debe a los descuentos de exportación que han incidido en forma constante, aunque con diferente intensidad, en los últimos 25 años. Esa quita importante en el nivel de precios, constituye el ingreso fiscal por cuanto representa el porcentaje del ingreso total que queda en manos del Estado (5). Deducido ese valor se obtiene el precio FAS o sea el valor recibido por la mercadería puesta al costado del vapor.

La segunda reducción que, en el orden del interno, registran los precios se debe a la diferencia entre el precio FAS cotizado en dólares y el precio dársena expresado en moneda local. La misma tiene dos componentes, por un lado el ingreso del exportador representado por la diferencia entre lo que él recibe por la mercadería que vende y lo que paga por ella en el mercado interno. Con ese margen el exportador cubre sus costos y obtiene su beneficio.

El otro componente es lo que se conoce como transferencia de ingresos vía impacto cambiario, debido a que en el cálculo de transformación dólar-moneda nacional es utilizado el tipo de cambio oficial. Este por el efecto del atraso cambiario, casi constantemente vigente, se ha convertido en una importante fuente

(5) *En la década del sesenta los gravámenes de exportación de trigo, maíz y sorgo promediaron un 15,4 por ciento sobre los precios de exportación, nivel que casi se duplicó en la década del setenta (26,1 %). En la década del ochenta, caracterizada por variaciones significativas, el promedio se ubica en un 16 por ciento.*

de transferencia de ingresos desde el sector agropecuario (6).

A partir del precio dársena, utilizado como referencia para las transacciones dentro del país, se tienen luego los ingresos del sector que intervienen en la comercialización interna. Ellos cubren los gastos de transporte y movimiento del grano, impuestos e ingreso del intermediario (incluye tanto sus costos operativos como su beneficio). Descontando el costo de comercialización interno al precio dársena se llega finalmente al "precio chacra" o sea al ingreso bruto del productor.

El cálculo estimado a partir del valor FOB puertos argentinos en una serie de 11 años (1974/84), señala que en promedio el ingreso del productor ha representado el 58 por ciento del valor de la producción de granos a precios de exportación, con oscilaciones que van del 33 por ciento (1975) al 68 por ciento (1981/82).

La determinación de esos valores por rubro en igual lapso (1974/84), indica para el trigo un promedio de ingresos para el productor del 56 por ciento, con un rango que va del 34 por ciento (1976) al 82 por ciento (1981). En maíz el promedio de ingreso es del 54 por ciento, con una amplitud que oscila entre el 29 por ciento (1975) y el 64 por ciento (1980/81); en sorgo granífero el promedio es del 58 por ciento con oscilaciones entre el 32 por ciento (1975) y el 69 por ciento (1979). En el caso de la soja, cuyo análisis se limitó a ocho años (1977/84) el promedio registrado fue del 65 por ciento con oscilaciones del 63 por ciento (1977/79) al 72 por ciento (1981). (Cirio, 1986).

- *Precio del producto*

La evolución registrada a valores constantes por el precio del grano de maíz en el mercado interno durante el período 1960/89, sigue aunque por debajo, las

variaciones registradas en el mercado internacional de dicho cereal, desplazándose dentro de una orientación decreciente (Figura 4).

Como resultado de esa tendencia el valor promedio del último quinquenio representó sólo el 60 por ciento del vigente seis lustros atrás (quinquenio 1960/1964). La caída, sin embargo, no fue uniforme a lo largo del período, por cuanto fue leve en la década del sesenta, acentuada durante la del 70, e intermedia en la del ochenta (7).

Pero esa tendencia decreciente, si bien algo más acentuada en el caso del maíz, ha sido una constante para la mayoría de los granos, de ahí que resulte importante considerar en el análisis la evolución del valor de otros rubros.

Dentro de los cereales, el promedio histórico del maíz se sitúa en un 10 por ciento por debajo del trigo (Figura 5) y en un 20 por ciento por arriba del sorgo granífero. La evolución del precio de los cereales, si bien se ha movido dentro de bajos niveles de variabilidad, evidencia que el maíz presenta, en los últimos años, un mayor distanciamiento con los valores registrados para el trigo y un acercamiento con los valores del sorgo granífero. Así por ejemplo el promedio del primer quinquenio (1960/64) ubicó el precio del maíz a la par que el del trigo y un 26 por ciento por arriba del sorgo. En el último quinquenio, el maíz se ubicó en un seis por ciento por debajo del valor del trigo y en un 18 por ciento por arriba del sorgo granífero (Cuadro 2).

Los precios de algunas oleaginosas (girasol, soja y lino) han sido en líneas generales superiores al de los cereales (maíz, trigo y sorgo granífero). El valor promedio de todo el período para aquella superó en un 114 por ciento a los cereales, con una amplitud que osciló entre el 76,9 por ciento (promedio 1965/69) y el 159,8 por ciento (1975/79).

(6) El atraso cambiario fue de un 5 por ciento promedio en el período 1960/69, que ascendió al 22 por ciento en 1970/79, llegando al 44 por ciento promedio en el período 1980/84.

(7) Se consideró precios promedio mensuales y anuales en puerto dársena (Buenos Aires) a valores constantes (pesos de 1960 por 100 kilos de grano).

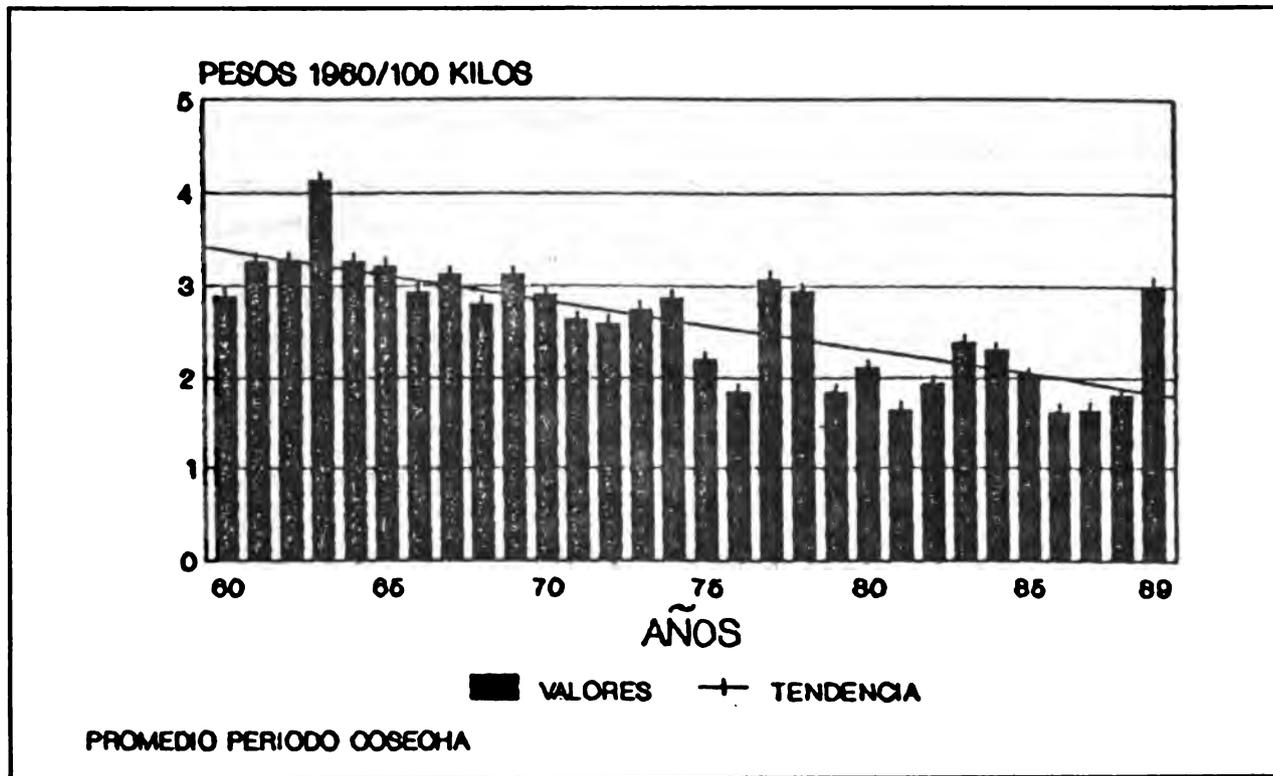


Figura 4. Evolución del precio del maíz - período 1960 - 1989.

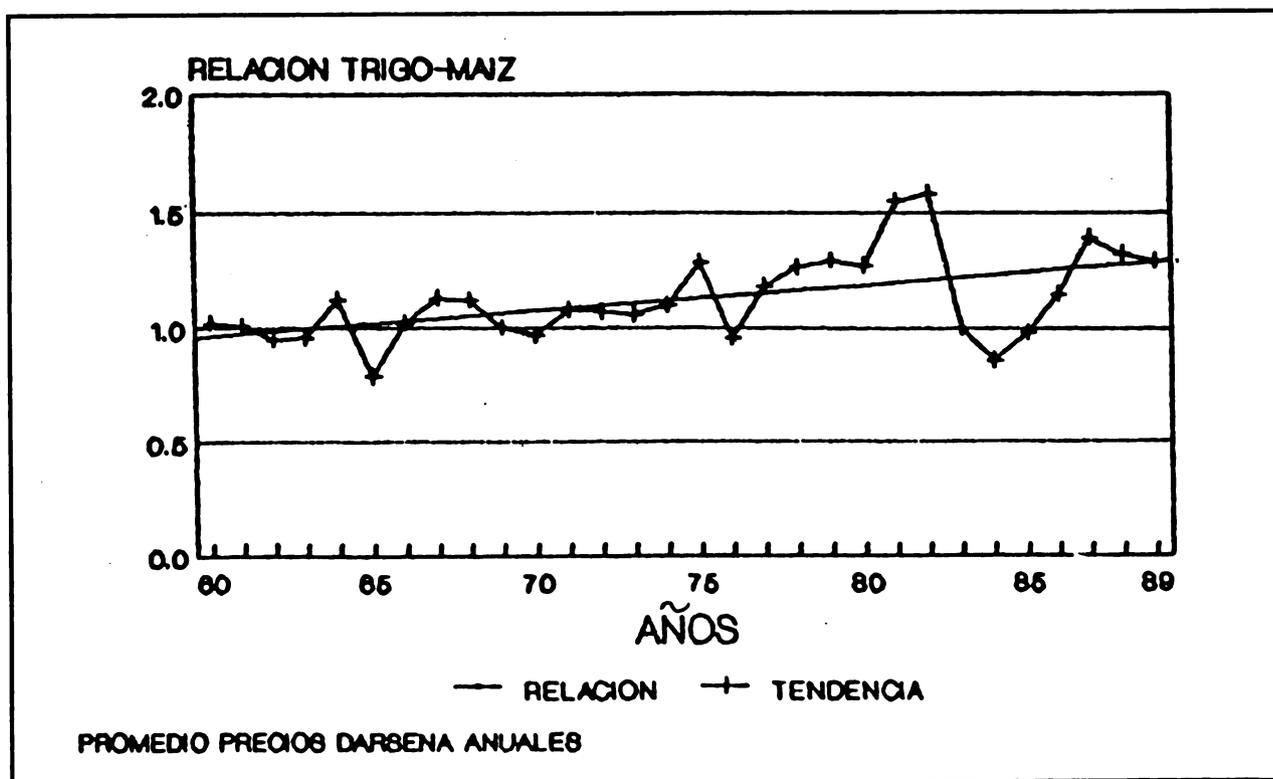


Figura 5. Relación: trigo - maíz. Período 1960-1989

Cuadro 2. Evolución de los precios relativos de las principales actividades con el maíz en la Argentina.

Período	Relaciones Trigo/ Maíz	Sorgo/ Maíz	Girasol/ Maíz	Soja/ Maíz	Lino/ Maíz	Novillo/ Maíz	Capón/ Maíz
1960/64	1,01	0,72	1,87	-	1,84	4,20	6,03
1965/69	1,01	0,78	1,64	1,70	1,73	4,93	7,18
1970/74	1,05	0,83	2,26	2,33	2,21	7,56	8,10
1975/79	1,20	0,82	2,70	2,72	2,98	6,38	10,77
1980/84	1,23	0,82	2,07	1,80	1,99	6,57	8,56
1985/89	1,22	0,77	1,97	2,16	2,27	7,18	8,55

Las oleaginosas, si bien se ubican dentro de una tendencia decreciente en sus niveles de precios, han tenido una variabilidad mucho mayor que la de los cereales, registrándose en algunos casos y períodos, cambios parciales de orientación en su tendencia.

Los valores del grano de soja, (Figura 6) que desde hace algunos años se ha convertido en la oleaginosa de mayor importancia para el país, registraron una gran variabilidad. Sus precios se ubicaron por arriba

de los restantes (girasol y lino) en la segunda mitad de la década de los sesenta. En los diez años subsiguientes se situaron en una posición intermedia; primero por debajo del lino y arriba del girasol (promedio 1975/79) y luego por debajo del girasol y arriba del lino (promedio 1980/84). En el último quinquenio la soja retomó su posición de liderazgo aunque con niveles bastante por debajo de los vigentes en las décadas precedentes.

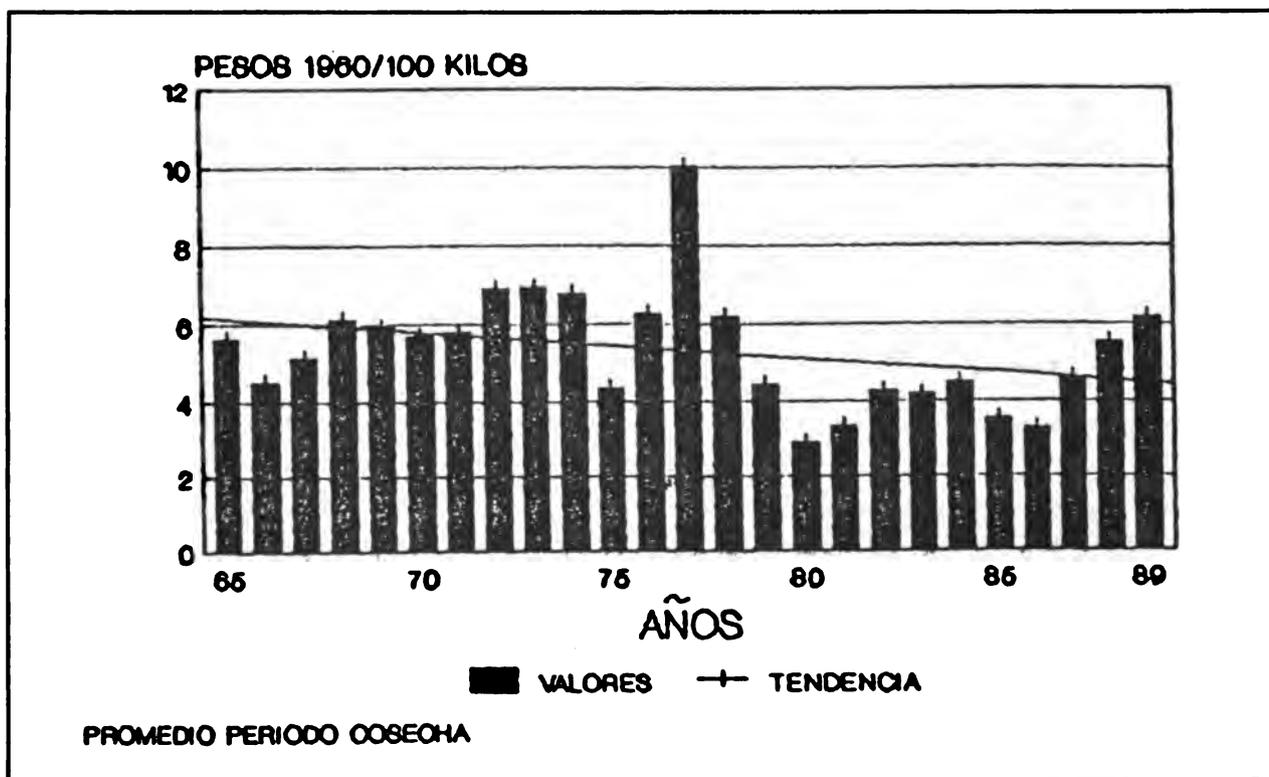


Figura 6. Evolución del precio de la soja. Período 1965-1989.

Durante el período considerado, la disminución en valores constantes en el precio de las oleaginosas fue mayor en el caso del girasol (38%) y del lino (36%) que en soja (15%). La relación de precio del grano de maíz con el las oleaginosas resultó ser en los últimos años algo más desfavorable que a comienzos de la serie. En efecto en 1960/64 el valor recibido por el maíz representaba el 59 por ciento del pagado por soja (Figura 7); el 54 por ciento del lino y el 53 por ciento del girasol. En el último quinquenio, el precio del maíz sólo representó el 46 por ciento del recibido por soja; el 44 por ciento del lino y el 51 por ciento del girasol (Cuadro 2).

Resumiendo, podemos afirmar que dentro de la tendencia decreciente en que han evolucionado los precios de comercialización de los principales rubros agropecuarios de la Región Pampeana, en los últimos 30 años, el del maíz es el que registró el mayor deterioro.

- Precio de insumos

Cuando la actividad agropecuaria se enmarca dentro de una estrategia orientada a lograr un mejor nivel tecnológico de producción, se torna cada vez más dependiente, evolucionando dentro de una tendencia de costos crecientes.

En el caso del maíz, así como de otros cultivos anuales de cosecha, producidos en la Región Pampeana, ello se debe: a) A la necesidad de contar con insumos tecnológicos extraprediales como combustible, semilla, plaguicidas; algunos de los cuales suelen presentar innovaciones tecnológicas de una campaña a otra que se refleja en los niveles de precios; b) La necesidad de contar con servicios adicionales, generalmente proporcionados por terceros, que inciden significativamente en el costo del producto, tales como la cosecha, el secado del grano y el transporte; y c) la necesidad cada vez más imperiosa de mantener y

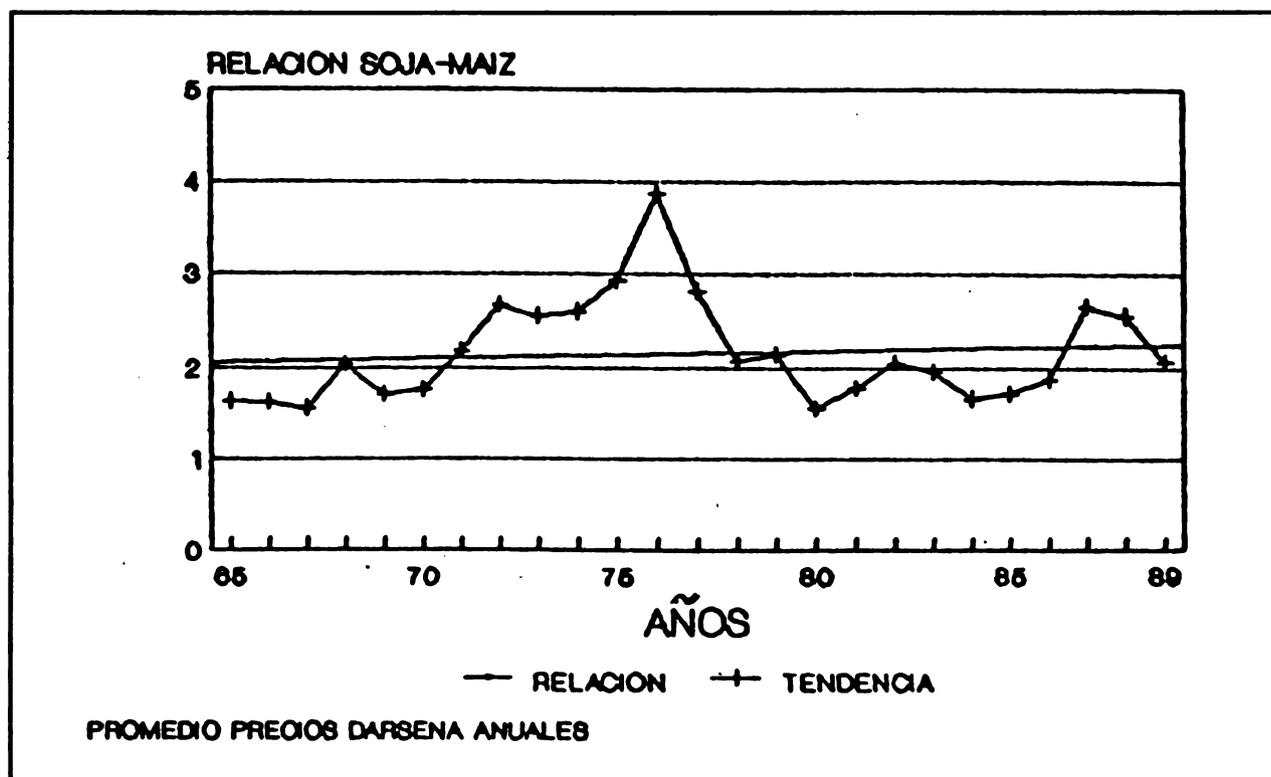


Figura 7. Relación soja - maíz período 1965 - 1989.

acrecentar la capacidad productiva de los suelos especialmente desde el punto de vista de su fertilidad y conservación.

La afirmación de que la producción agrícola se está desarrollando dentro de una estructura de costos crecientes, se evidencia a través del análisis del comportamiento histórico de los precios de los insumos y de los costos operativos. Lo expresado anteriormente se ve corroborado al observar la evolución de algunos de los insumos de uso más frecuente en los procesos productivos, tales como salarios, herbicidas, semilla y combustible (Cuadro 3).

La serie disponible, para los últimos 20 años, a valores constantes permite visualizar una tendencia negativa, con un alto nivel de variabilidad en el caso de los salarios y positiva en el caso del herbicida (2, 4-D), combustible (gas-oil) y semilla híbrida (Figuras 8 y 9).

La disminución de salarios, muy marcada en la segunda mitad de la década del setenta, registró signos de una ligera recuperación a comienzos de la década de los ochenta, pero sin alcanzar los niveles registrados en los primeros años de la década del setenta. Luego de ese período los salarios siguen perdiendo posiciones.

Los precios del herbicida (2, 4-D), semilla de maíz híbrida y gas-oil, han evolucionado en términos reales, dentro de una tendencia creciente con fluctuaciones entre períodos. Dicho crecimiento se acentuó desde

los primeros años de la década del 80, y de manera significativa desde 1986 el valor del 2, 4-D.

La comparación entre los valores iniciales (quinquenio 1970/74) y el último (quinquenio 1985/89) permite cuantificar las variaciones. Son negativas y alrededor del 38 por ciento en salarios (mecánico-tractorista); y positivas fuertemente en herbicida (120%); moderadas en semilla híbrida (75%) y algo más leves en combustible (45%).

La tendencia creciente, si bien resulta relevante en los casos del herbicida y la semilla, adquiere particular importancia en el gas oil, por cuanto por su carácter de insumo básico, tiene una intervención e incidencia generalizada en todos los procesos productivos agrícolas.

Relacionando el valor de los insumos considerados precedentemente con el del grano de maíz, se ratificó el crecimiento paulatino de aquéllos. La relación salario/maíz mostró una gran variabilidad que la ubicó en una posición algo más favorable para el grano en los últimos años. La relación herbicida/maíz que evolucionó dentro de una tendencia creciente, aumentó significativamente en el segundo quinquenio del ochenta, constituyéndose en la más desfavorable. Las relaciones restantes (gas-oil/maíz y semilla híbrida/maíz) se presentaron, también, como desfavorables para el maíz durante todo el período y dentro de una firme tendencia creciente (Cuadro 3 y Figuras 10, 11, 12 y 13).

Cuadro 3. Evolución de los precios relativos de algunos insumos con el maíz en Argentina.

Período	Relaciones Salario M.T./ Maíz	Herbicida 2,4 D/ Maíz	Combustible/Gasoil Maíz	Semilla híbrida Maíz
1970/74	18,27	18,04	1,43	6,98
1975/79	14,80	22,69	1,86	11,20
1980/84	19,16	26,91	2,11	11,79
1985/89	15,80	55,17	2,89	16,95

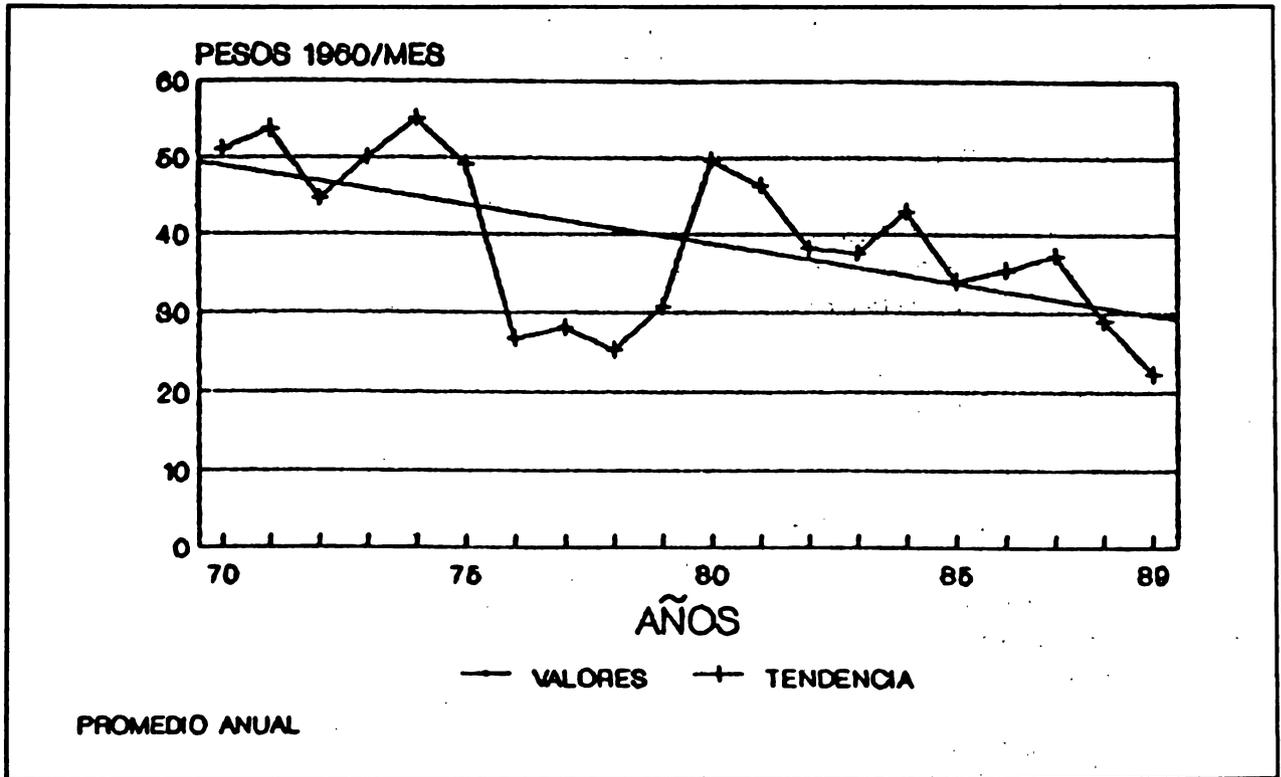


Figura 8. Salario Mecánico Tractorista. Retribución mensual.

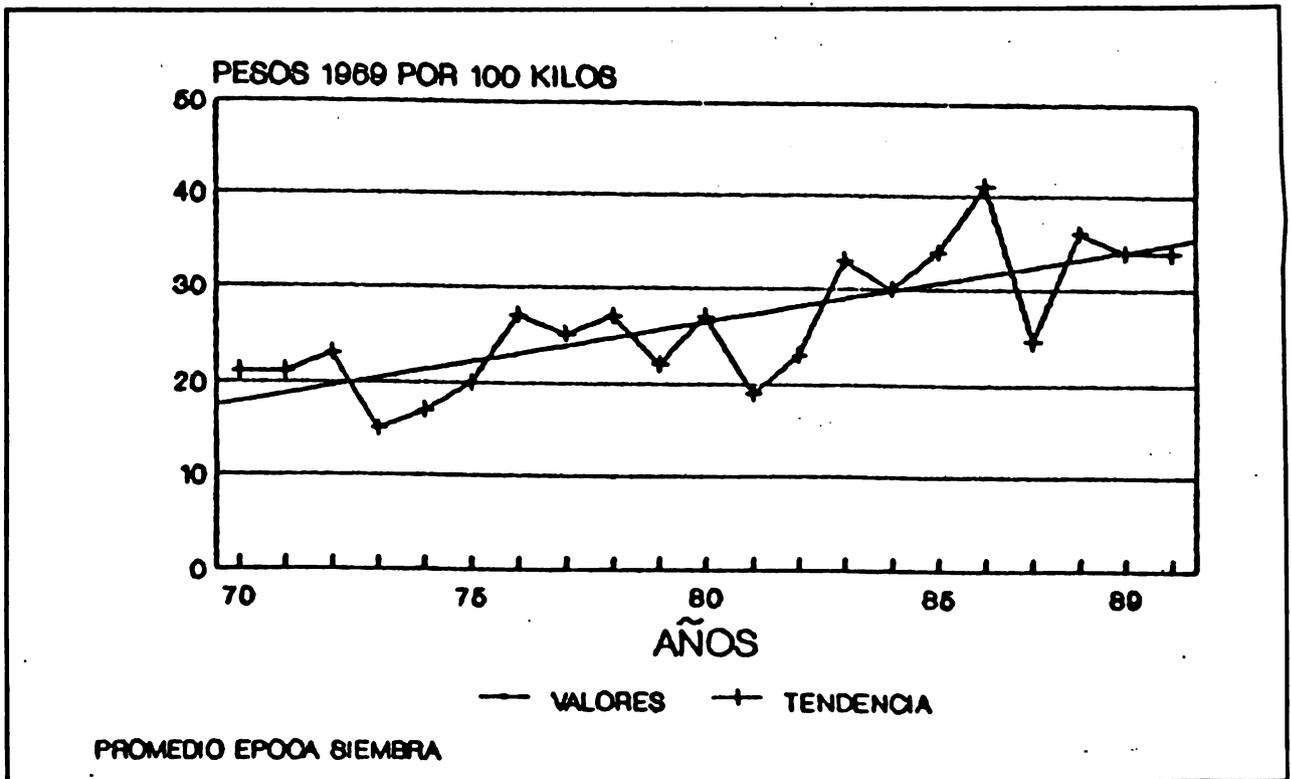


Figura 9. Semilla híbrida maíz. Pesos por 100 kilos.

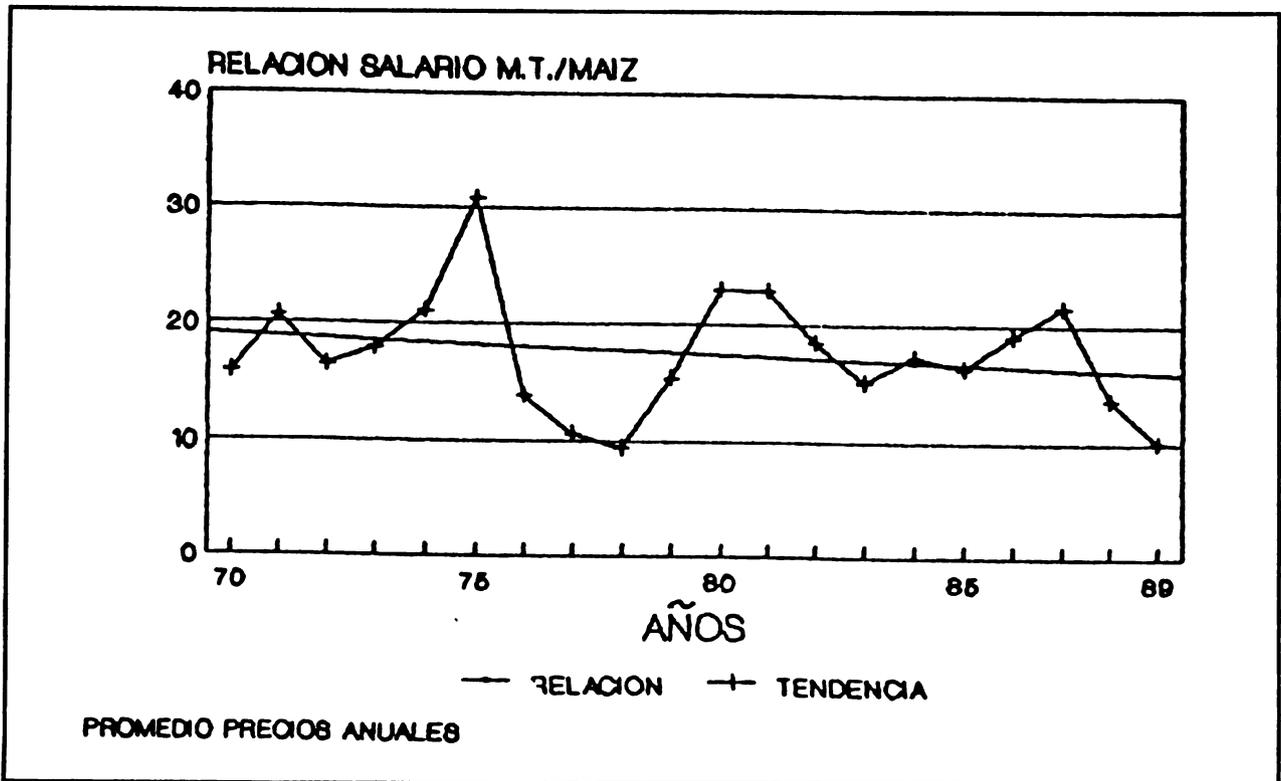


Figura 10. Relación salario - maíz. Período 1970-1989.

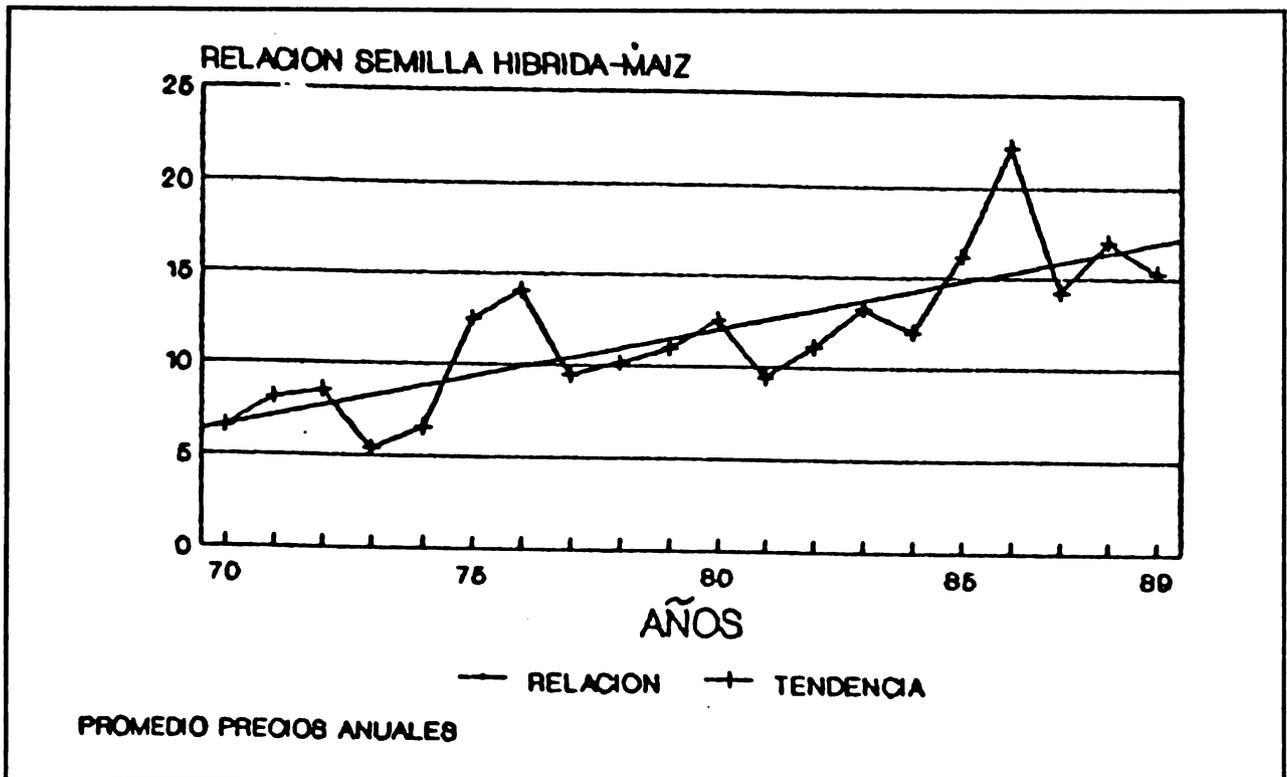


Figura 11. Relación semilla híbrida - maíz. Período 1970-1989.

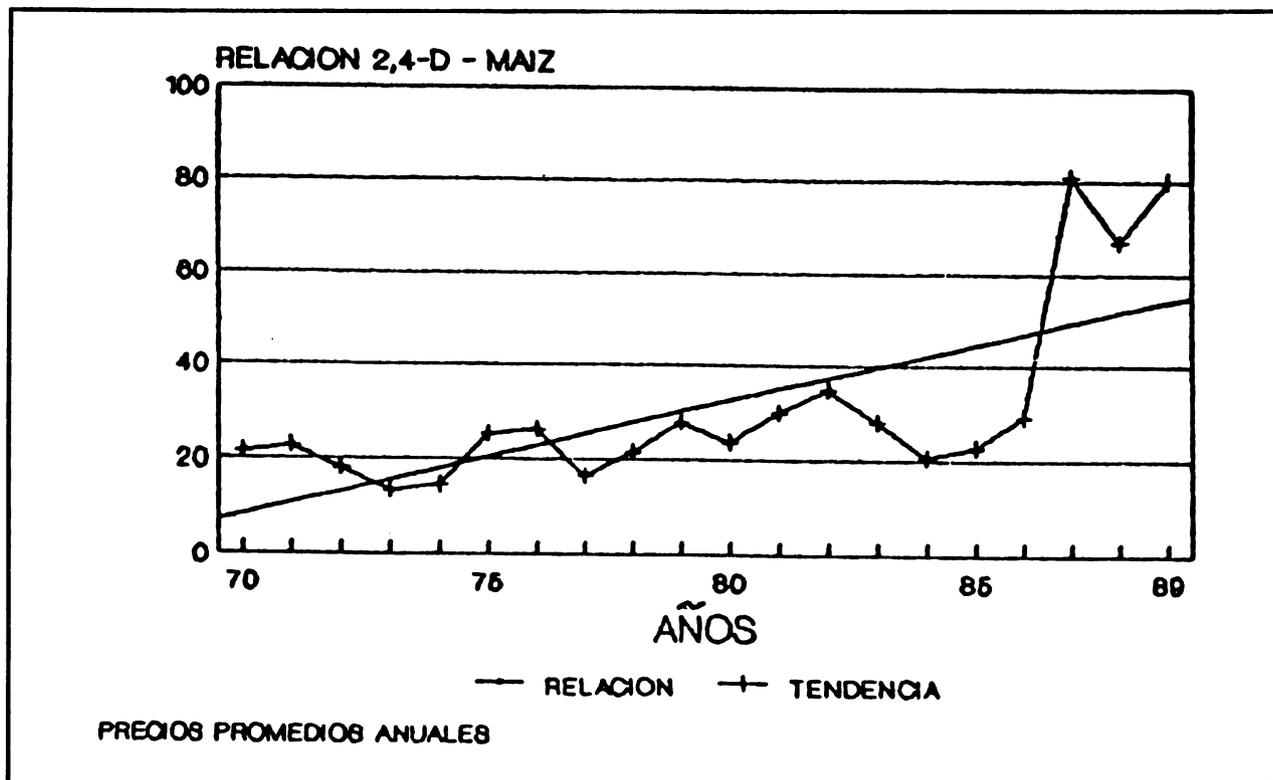


Figura 12. Relación herbicida - maíz. Período 1970-1989.

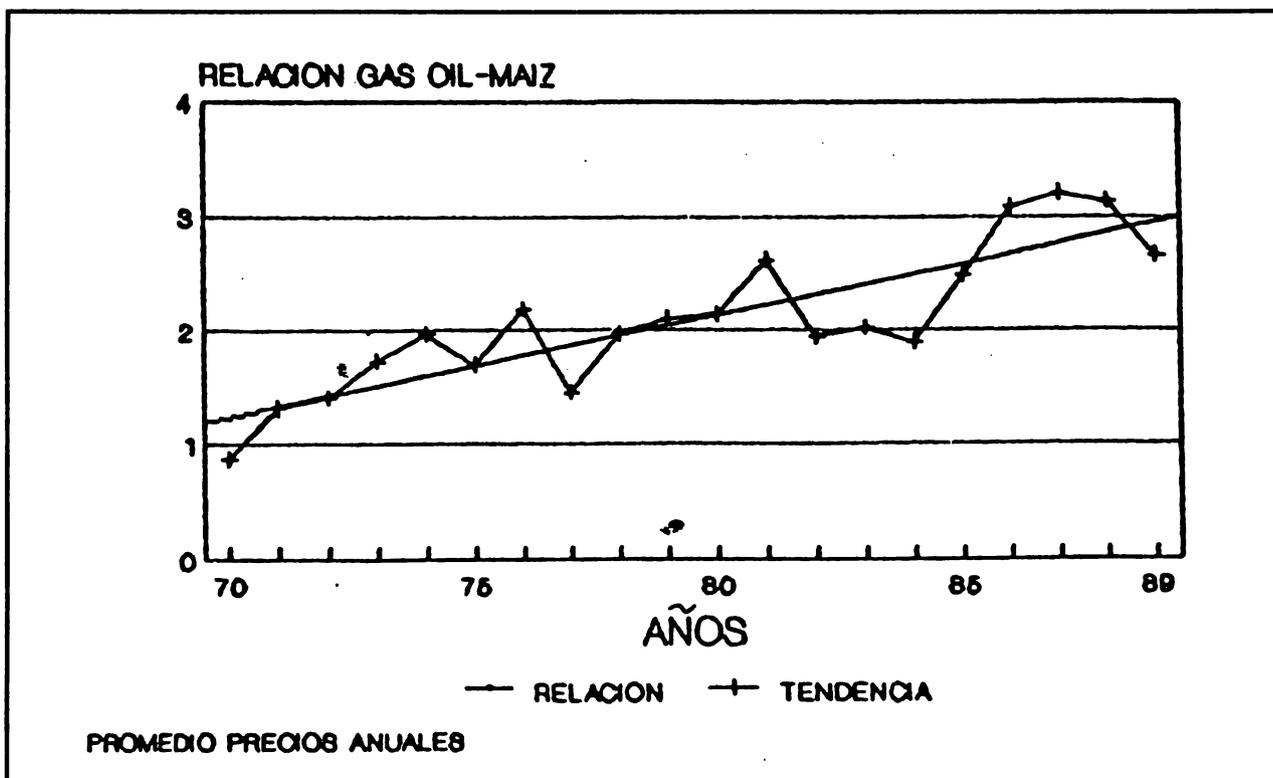


Figura 13. Relación gas oil - maíz. Período 1970-1989.

El comportamiento de los precios relativos insumo/producto, representa un indicador importante a tener en cuenta por cuanto una relación desfavorable para el producto (en este caso maíz), puede aumentar en demasía los costos por unidad de superficie. Ese aumento de costos, si no está acompañado por un mayor ingreso, puede actuar en forma contra-productiva al limitar o condicionar el empleo de más y mejor tecnología. Demás está decir que frente a una relación de precios desfavorables para los productos, esa mayor rentabilidad debiera provenir de una mayor eficiencia productiva.

- Rubros competitivos

Basamento biológico-económico

Durante los primeros cincuenta años de la agricultura pampeana el maíz fue el único cultivo de verano. El girasol si bien fue incorporado en la década del treinta no ha competido, debido a su baja rentabilidad, hasta los últimos años con el maíz.

En 1950 se introdujo el sorgo granífero, cultivo estival que si bien obtuvo menor precio que el maíz, tuvo mejor comportamiento que éste en áreas marginales, donde por tal causa se fue asentando, restándole allí superficie al maíz. La rápida difusión de la soja a partir de comienzos de la década del setenta, la convirtió en un competidor de mucha importancia, especialmente, en tierras empobrecidas por muchos años de agricultura, ubicadas en el corazón de la zona maicera.

En el momento actual, el maíz no es el único cultivo de verano por cuanto la soja, el sorgo granífero y el girasol híbrido, de acuerdo a la zona, representan alternativas de producción que no se tenían en el pasado.

La incorporación de la soja en la rotación se efectuó inicialmente como cultivo de segunda; lo que significó implantarlo dentro del año agrícola inmediatamente después de haber cosechado un cultivo invernal. La secuencia trigo-soja adoptada en grandes extensiones de la zona agrícola y en algunas de la mixta, dentro de la Región Pampeana constituye una alternativa de

producción atractiva, tanto por las posibilidades biológicas de efectuarla como por los beneficios económicos que proporciona. Con relación a este último punto importa tanto el monto de ingresos pagados, como su distribución en el tiempo, por cuanto brinda la oportunidad, muy apreciada por el productor, de obtener ingresos provenientes de la misma superficie, en dos momentos durante el año.

Teniendo en cuenta que para la mayoría de las actividades factibles de desarrollo en la Región Pampeana, ha sido decreciente, en líneas generales, la tendencia de los precios y creciente la de sus costos operativos, las mejores oportunidades deben atribuirse por un lado al aporte tecnológico expresado a través de sus mejores rendimientos, como también al comportamiento histórico de los precios relativos y sus respectivas tendencias.

El aporte tecnológico a la producción agrícola pampeana representada por los mayores rendimientos unitarios, ha resultado significativo en los últimos 30 años. En ese período, los rendimientos promedio de los principales granos han evolucionado dentro de una sostenida tendencia creciente, incrementándose en promedio en un 52 por ciento, pasando de 1,5 a 2,4 t/ha (Cuadro 4 y Figura 14).

Si bien en valores absolutos los niveles de rendimiento de los cereales (maíz, sorgo y trigo) se ubican por arriba de las oleaginosas (soja, girasol y lino) los mayores incrementos unitarios han sido registrados en las oleaginosas, especialmente a partir de 1970. Por cultivo los aumentos registrados han sido en soja del 105%; en girasol del 100%; en maíz del 96%; en sorgo del 80%; en trigo del 23% y en lino del 25% (Figura 15).

Al considerar el comportamiento de los precios relativos, se observó que estos han evolucionado dentro de una tendencia desfavorable para el maíz, mucho más acentuada en el caso de su relación con las oleaginosas (soja, girasol, lino) que con los otros cereales (trigo y sorgo granífero). La relación con la ganadería (novillo y cerdo) evolucionó, aunque con oscilaciones, dentro de una tendencia que se ha ido tornando desfavorable para el grano de maíz desde la década de los setenta (Figuras 16, 17, 18 y 19).

Cuadro 4. Evolución de rendimientos unitarios por cultivo en la Región Pampeana expresado en kilos por hectárea cosechada.

Período	Trigo	Maíz	Sorgo	Girasol	Soja	Lino
1960/61 - 64/65	1.552	1.950	1.878	671	1.053	670
1965/66 - 69/70	1.259	2.422	1.961	859	1.144	683
1970/71 - 74/75	1.519	2.755	2.378	700	1.448	773
1975/76 - 79/80	1.702	3.268	3.032	882	2.182	843
1980/81 - 84/85	1.926	3.582	3.506	1.252	2.070	804
1985/86 - 87/88	1.878	3.827	3.382	1.342	2.161	836

Fuente: Elaborado con datos de estimaciones Agropecuarias (S.E.A.G. y P.)

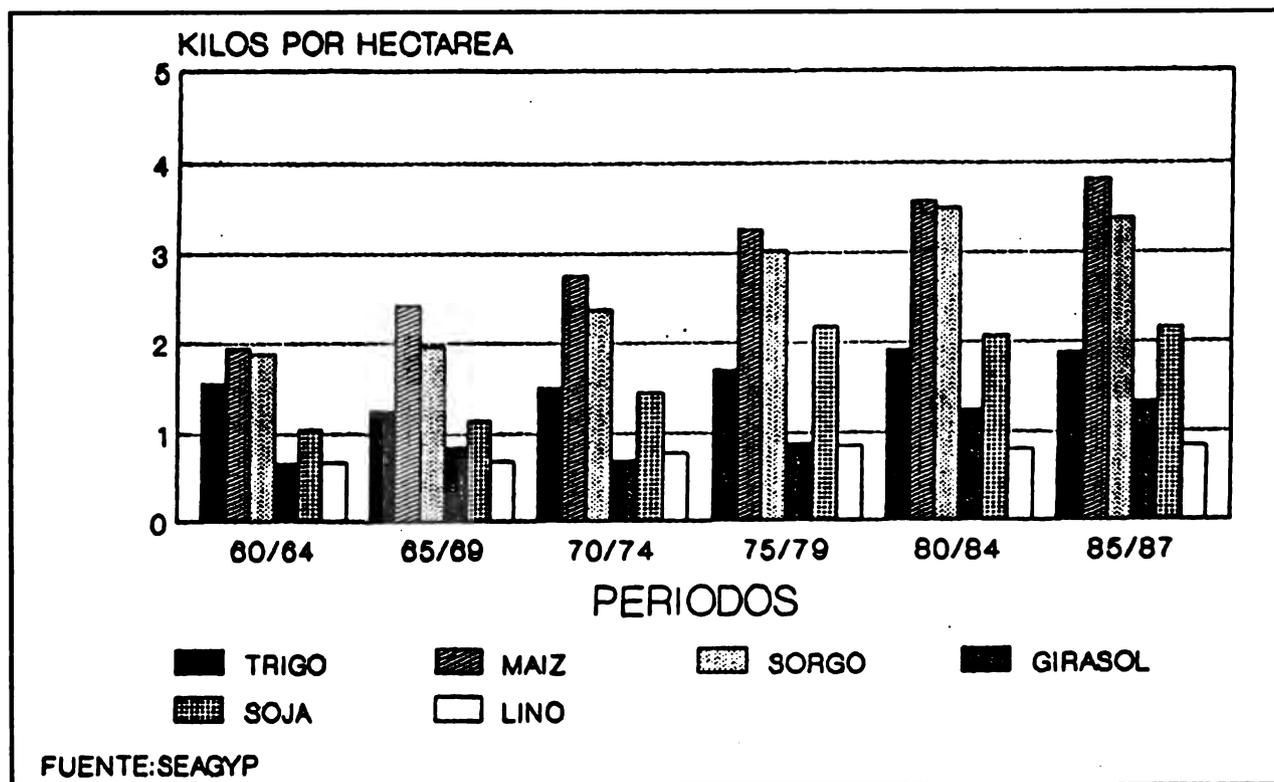


Figura 14. Región Pampeana. Rendimientos por cultivo.

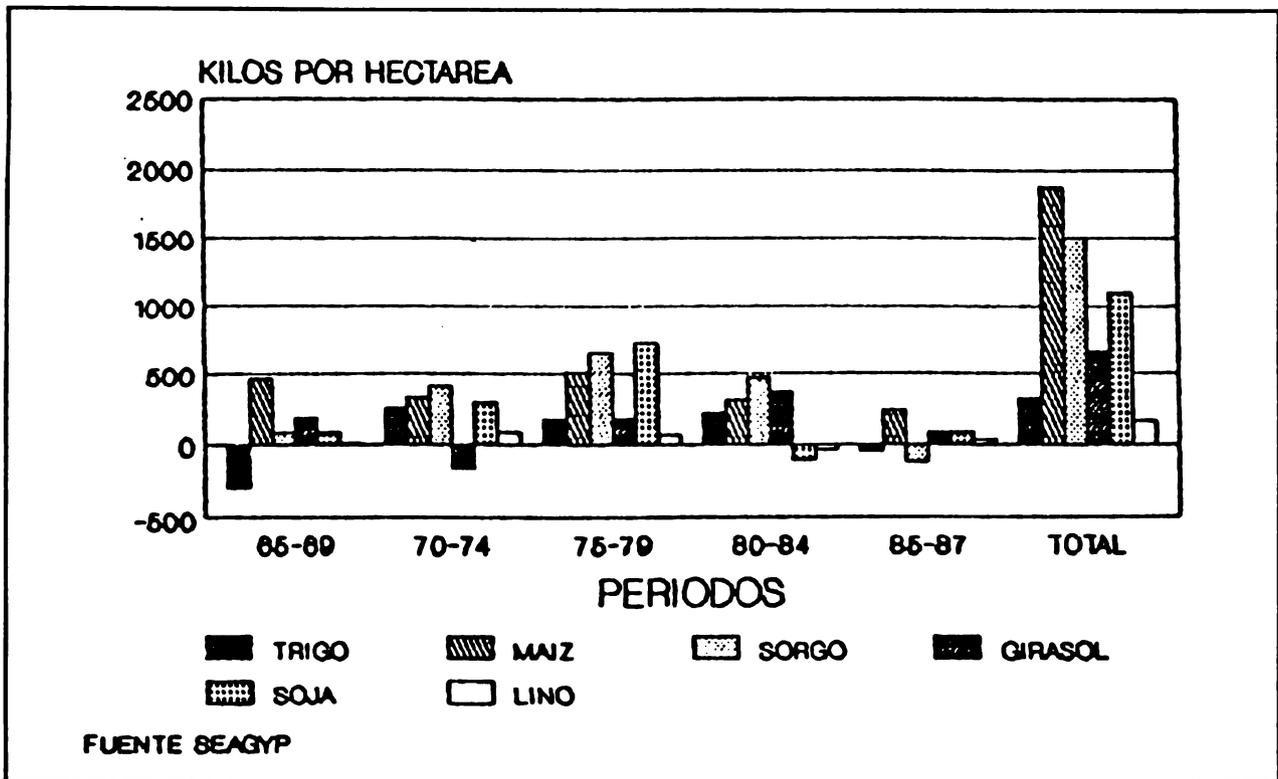


Figura 15. Región Pampeana. Incrementos de rendimientos.

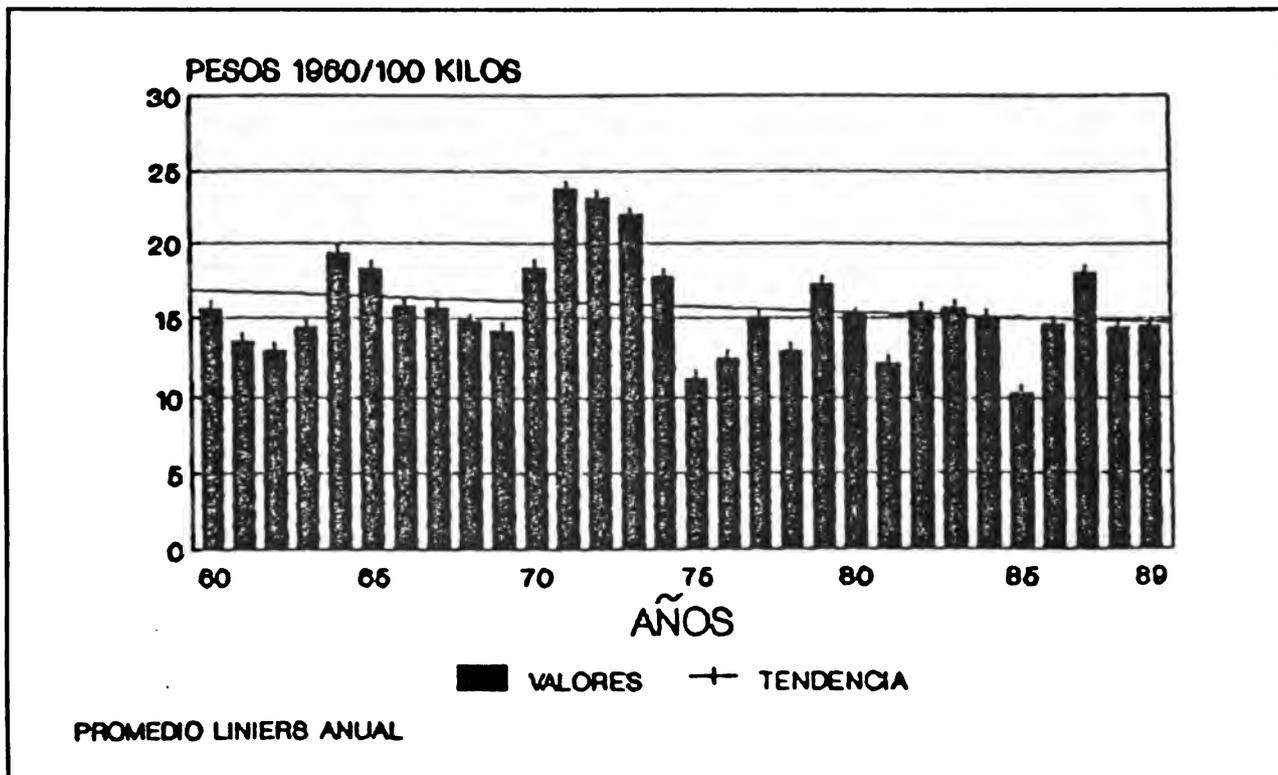


Figura 16. Evolución del precio del novillo. Período 1960-1989.

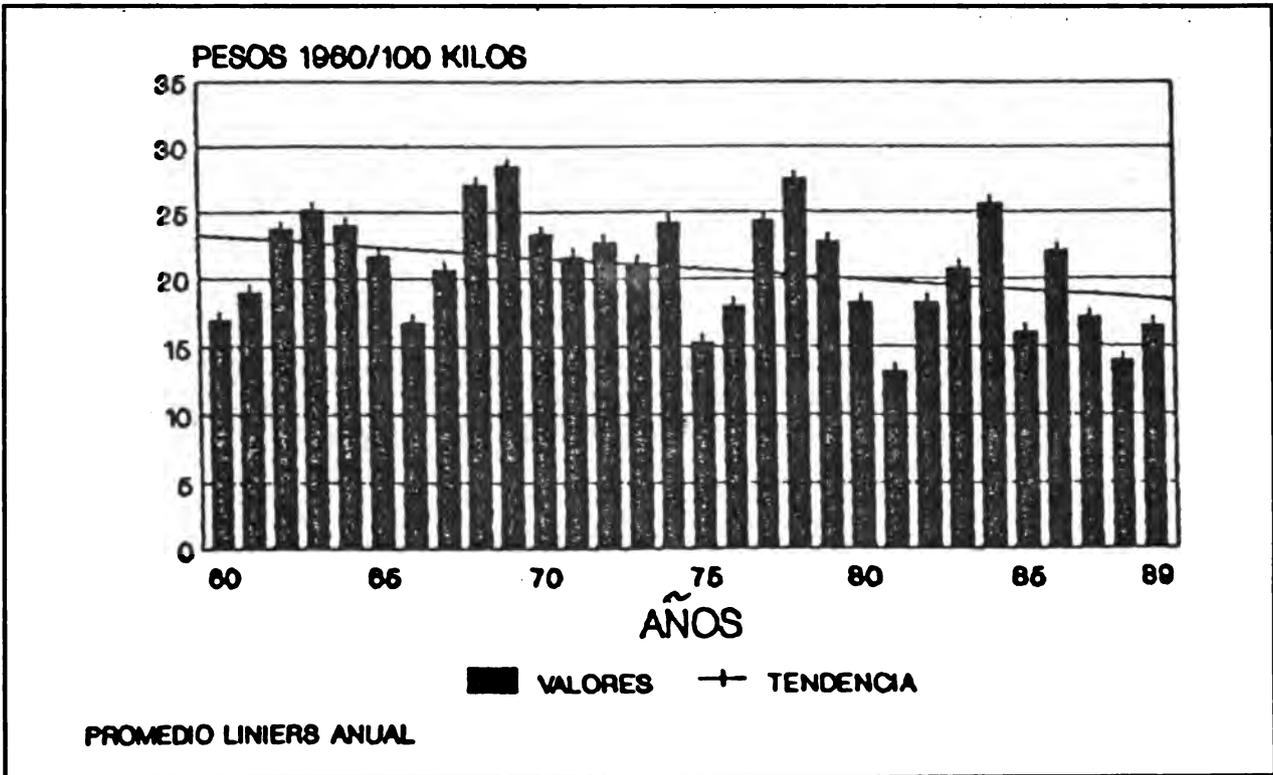


Figura 17. Evolución del precio del capón. Período 1960 - 1989

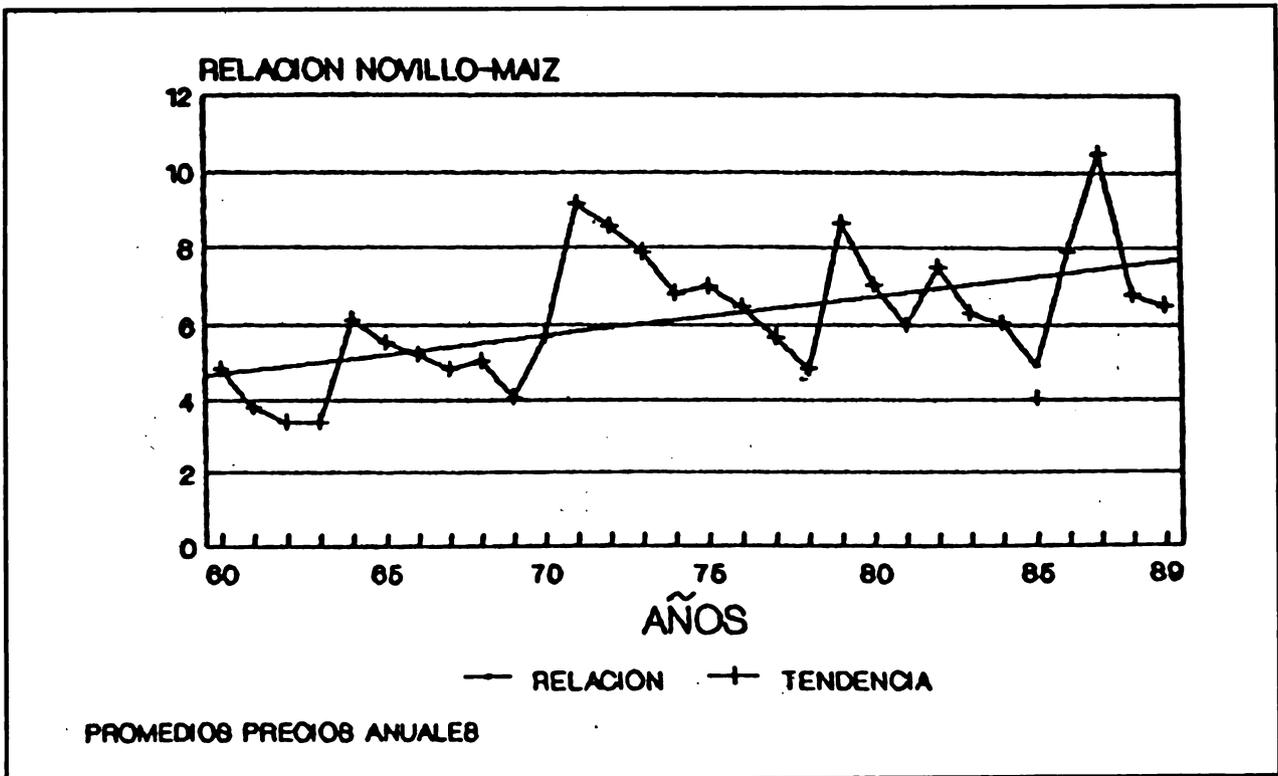


Figura 18. Relación novillo-maíz. Período 1960-1989.

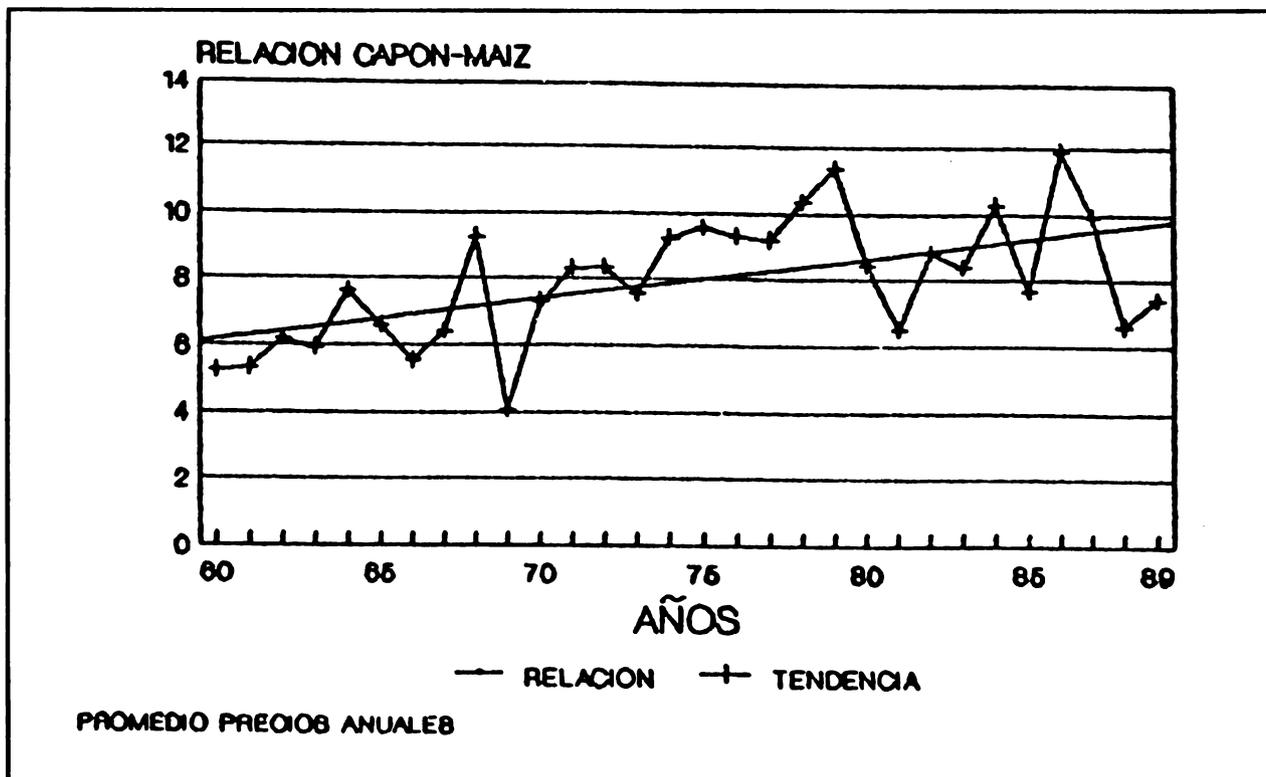


Figura 19. Relación capón-maíz. Período 1960-1989

La combinación de estos dos factores, eficiencia productiva y precio, en gran medida explica el significativo avance registrado por las oleaginosas, fundamentalmente soja, frente a los cereales, especialmente maíz. Relacionando los precios de los granos con los de la carne se visualiza la ventaja relativa de aquéllos en el período de mayor expansión agrícola.

Expansión y redistribución de actividades en la Región Pampeana

En los últimos 20 años, la producción agrícola pampeana registró un aumento significativo en su producción que se incrementó 2,5 veces al pasar de 13 a 32 millones de toneladas entre el primer y último quinquenio. Esa mayor producción debe atribuirse en su mayor parte a los mayores rendimientos (crecen un 52 por ciento), mayor superficie de siembra (crece 44 por ciento) y a la disminución de la brecha existente entre superficie sembrada y cosechada (se reduce en un 11 por ciento).

El crecimiento de estos indicadores, excepción hecha en rendimientos, no siguió un ritmo uniforme a

través del tiempo, por cuanto fue algo lento en los primeros diez años y más acelerado en los últimos 18.

El aumento de la superficie cultivada se debió por un lado a la disminución del área destinada a la actividad ganadera y por el otro a una intensificación en el uso del suelo, a través de la incorporación del doble cultivo en la rotación agrícola.

El doble cultivo, que significa utilizar durante un año agrícola la misma superficie con dos cultivos diferentes, fue una práctica que se generalizó desde la difusión de la soja, incorporándola en la zona agrícola, en la secuencia trigo/soja. Si se estima en aproximadamente 1,2 millones de hectáreas la superficie ocupada anualmente con doble cultivo, el crecimiento real del área agrícola fue del 34 por ciento (8).

(8) En igual período la superficie cultivada de la zona agrícola creció en un 46,3 por ciento al pasar de 3,1 a 4,5 millones de hectáreas.

Se observaron modificaciones en lo referente a la combinación de cultivos. Los cereales que a comienzos del período ocupaban el 80 por ciento de la superficie sembrada y aportaban el 91 por ciento de la producción de granos, en los últimos años cubrieron el 64 por ciento de la superficie contribuyendo con el 73 por ciento de la producción. Ello se debió al avance espectacular registrado por las oleaginosas, que en igual lapso aumentaron 2,5 veces su superficie y un poco más de siete veces su producción.

De acuerdo a la superficie ocupada y producción obtenida, el trigo, maíz y sorgo granífero han sido tradicionalmente y en ese orden, los cultivos de cosecha anual de mayor importancia en la Región Pampeana. En los últimos años, la soja, cultivo aún en expansión, ha desplazado del tercer lugar al sorgo granífero, compitiendo en superficie sembrada con el maíz por el segundo lugar.

En oleaginosas, a comienzos del sesenta, el lino era el cultivo de mayor importancia, seguido por el girasol. La pérdida de relevancia del lino, como consecuencia del derrumbe del mercado internacional de su principal derivado, el aceite, elevó al primer lugar al girasol a fines de esa década y comienzos de la del setenta. La aparición y difusión de la soja, en la Región Pampeana, sin duda la innovación favorable de mayor trascendencia, llevó a este cultivo al lugar de privilegio, influenciando con su aporte en forma decisiva, en la expansión registrada por las oleaginosas. En la actualidad el lino es de los seis, el cultivo de menor importancia dentro de la región.

El proceso de agriculturación desde comienzos de los años setenta, que evolucionó dentro de un marco de precios decrecientes y costos crecientes, en parte se vio alentado por la ventaja relativa que presentaban los granos sobre los de carne vacuna. A su vez dentro de los granos, el mayor avance de las oleaginosas, en especial la soja y el girasol, debe ser atribuido a la favorable posición de sus precios en relación a la de los cereales.

La favorable evolución agrícola registrada tuvo su respaldo en los avances tecnológicos alcanzados e incorporados en los sistemas productivos en cada uno

de los principales granos mencionados (maíz, trigo, sorgo, girasol y soja). Ello fue posible, fundamentalmente, por el aporte genético efectuado en el mejoramiento de la semilla (híbridos y variedades), complementado por los avances logrados en las técnicas de producción y los ajustes efectuados en los sistemas de recolección.

La situación precedentemente indicada puede mantenerse, siempre que los incrementos marginales logrados como consecuencia de una mayor incorporación tecnológica, paguen los costos adicionales que dicha incorporación demande. Esa situación parece haber llegado, en algunas de las últimas campañas, cerca del límite, por cuanto se observa que la reducción de rentabilidad en la agricultura deriva en la tendencia por parte de los productores, de reemplazar o dejar de utilizar en algunos procesos productivos, insumos de bondad probada como semilla híbrida, plaguicidas, etc. Preocupa, también, el grado de obsolescencia creciente de la maquinaria disponible en un significativo número de productores, por falta de una adecuada tasa de renovación de equipos. La complejidad y diversidad de labores que una agricultura eficiente demanda, requiere de una actualización y/o ampliación del capital productivo maquinaria. El agricultor que no lo hace, trabaja en condiciones desventajosas frente al que lo hizo, tendiendo además a descapitalizarse en el mediano y largo plazo.

Un problema de descapitalización adicional se tiene como producto de la orientación productiva. La relativa ventaja económica que han venido presentando las actividades agrícolas sobre las ganaderas, ha derivado que en áreas con suelos aptos para la agricultura, la mayoría de los establecimientos chicos y medianos originalmente mixtos, se hayan orientado en forma exclusiva a la producción de granos, no renovando, descuidando y en algunos casos eliminando instalaciones apropiadas para el desarrollo de actividades ganaderas.

A manera de síntesis se pretende interpretar a través de una estimación económica que hemos calificado como ingreso bruto zonal ponderado, el comportamiento del productor, frente al proceso

evolutivo registrado en la Región Pampeana. El indicador utilizado resume un uno solo los resultados de la combinación de tres factores: precio, eficiencia productiva y combinación de actividades, los cuales interactúan entre sí dentro del sector agrícola (Cuadros 5, 6 y 7).

La conclusión de este breve análisis evidencia, claramente, como los aspectos económicos resultan ser un importante elemento de juicio a nivel productor en el proceso de toma de decisiones, relacionadas fundamentalmente con la posibilidad de incorporación de innovaciones tecnológicas, así como la probable combinación de rubros.

Cuadro 5. Zona agrícola: Ingreso bruto ponderado por hectárea a moneda constante (\$a. 1981)

Período \ Cultivo	Trigo	Maíz	Sorgo	Soja	Girasol	Lino	Total
1960/64	70,45	87,97	4,32	0,47	12,12	1,62	176,95
1965/69	42,54	122,98	6,60	0,34	14,20	0,83	187,49
1970/74	34,19	113,09	12,05	10,32	8,07	2,74	180,46
1975/79	50,57	78,19	10,35	75,08	6,58	2,39	223,16
1980/84	49,64	54,46	4,53	84,06	3,57	0,48	196,74

Cuadro 6. Zona mixta: Ingreso bruto ponderado por hectárea a moneda constante (\$a. 1981)

Período \ Cultivo	Trigo	Maíz	Sorgo	Soja	Girasol	Lino	Total
1960/64	69,65	23,70	9,28	0,17	8,24	17,15	128,19
1965/69	58,03	29,57	13,92	-	8,32	8,37	118,21
1970/74	45,47	26,87	26,33	0,68	9,94	6,16	115,45
1975/79	50,48	21,71	25,95	7,74	18,46	9,83	134,17
1980/84	54,71	28,66	25,56	13,78	22,17	5,25	150,13

Cuadro 7. Zona Ganadera: Ingreso bruto ponderado por hectárea a moneda constante (\$a. 1981)

Período \ Cultivo	Trigo	Maíz	Sorgo	Soja	Girasol	Lino	Total
1960/64	47,57	27,75	0,72	-	32,29	26,83	135,16
1965/69	43,47	28,06	2,97	-	26,93	23,47	124,90
1970/74	32,44	30,35	5,78	-	31,41	19,66	119,64
1975/79	34,58	31,50	3,79	-	36,04	25,18	131,09
1980/84	58,47	34,39	3,70	0,36	39,42	13,39	149,73

- Formas de organización social de la producción

Caracterización

La expansión e intensificación de la producción agrícola registrada en los últimos 25 años en la Región Pampeana Argentina, en gran parte debido a un proceso de cambio tecnológico, se da asociado a transformaciones sociales que han hecho posible la difusión y afinamiento de determinadas formas de organización social de la producción.

De acuerdo a su relación con la tierra, la maquinaria y la fuerza de trabajo, han sido detectadas diferentes formas de producción. La primer gran clasificación que se visualiza es entre los propietarios de tierra que cuentan con maquinaria, de los que no la poseen.

Dentro del primer grupo se encuentran aquellos propietarios que sólo trabajan en su establecimiento (productor tradicional), es decir que no intervienen en el mercado de tierras; los propietarios que ceden parte de ella para que sea trabajada por terceros; y los propietarios que además de trabajar su predio lo hacen también en campos de terceros. A su vez, en el grupo de propietarios que carecen de maquinaria o la poseen en grado insuficiente como para cumplimentar con el necesario laboreo, se encuentran los que optan por ceder parcialmente o toda su superficie, o especialmente para actividades agrícolas; y los que manejan en forma directa sus tierras orientadas, preferentemente, hacia las actividades ganaderas. (Pizarro et al, 1990).

Debemos señalar que si bien en todas las épocas se han detectado productores que no disponían de maquinaria, en los últimos años esa cantidad resulta ser sensiblemente mayor que en el pasado. Se destaca, además, la concentración de esos déficits en productores chicos o medianos, dedicados fundamentalmente a la actividad agrícola. Esa situación está evidenciando un período de descapitalización en un considerable número de predios, situación que no va a resultar fácil revertir, dado el considerable monto que demanda la adquisición de maquinaria.

La falta de maquinaria en establecimientos de mayor tamaño, tradicionalmente con orientación mixta,

en gran medida parece responder más a una estrategia de gestión productiva, que a una limitación de tipo económico. Es que en esos casos, casi siempre resulta más conveniente utilizar la máquina de terceros (en carácter de servicio o en arrendamiento) que adquirirla. La compra de maquinaria además de representar una inversión considerable, restaría flexibilidad para modificar la combinación de actividades ante un cambio en las relaciones de precios carne-granos.

Conviene puntualizar que paralelamente a la situación descrita precedentemente, un sector de productores se ha capitalizado en maquinaria, contando con equipos con capacidad suficiente para atender no sólo los requerimientos de sus establecimientos, sino también de trabajar a través de distintos tipos de arreglos, campos de terceros.

El panorama reseñado, precedentemente, se completa con la presencia de empresarios-contratistas, que no poseen tierra en propiedad y que pueden o no haber sido productores en el pasado, pero que cuentan con experiencia, mano de obra idónea y maquinaria apropiada y suficiente para efectuar toda clase de trabajos agrícolas. En uno y otro caso, la extensión o volumen de trabajo a realizar depende, entre otros factores, de la capacidad de trabajo de los equipos disponibles.

Como conclusión sumaria de este punto podemos destacar: a) No todos los establecimientos dedicados a la actividad agropecuaria disponen de maquinaria agrícola, recurriendo para cumplimentarla al auxilio de terceros; b) si bien esa falta de maquinaria ha sido una constante para un sector de productores a través del tiempo, la misma parece que se ha acentuado en los últimos años; c) los establecimientos donde predomina la orientación agrícola son los que en proporción cuentan con un mayor porcentaje de maquinaria, con relación a aquéllos donde prevalecen las actividades ganaderas; d) los establecimientos de los estratos intermedios, en general, son los mejor dotados con maquinaria agrícola, notándose las mayores deficiencias en los estratos extremos, e) así como hay establecimientos que no tienen o se han descapitalizado en maquinaria, se destaca la presencia y actividad creciente de otros que la han incrementado. Estos

últimos disponen, en consecuencia, de una capacidad de trabajo suficiente no sólo para trabajar en su establecimiento, sino también en campos de terceros; f) se registra también la actividad de productores, con o sin tierra, pero con un buen nivel de mecanización que basan su estrategia productiva, trabajando en campos de terceros.

Operatoria

El proceso de agriculturización registrado en la Región Pampeana, en una significativa proporción, se encuentra vinculado a renovadas formas contractuales, que dentro de una marcada tendencia hacia la concentración de la producción, pueden aprovechar economía de escala y lograr la disminución de costos, especialmente a través del empleo de maquinaria moderna de gran tamaño. Esas formas o arreglos contractuales accidentales, efectuados entre el dueño de la tierra y el propietario de la maquinaria agrícola, pueden concretarse de diferentes modos.

El dueño de la tierra que desea obtener beneficios de la producción agrícola, y no dispone de maquinaria o la que tiene es obsoleta o insuficiente, cuenta con varias alternativas. Si desea intervenir en forma directa, puede asumir la responsabilidad de producción, contratando los servicios de terceros para la realización de las labores necesarias. Si privilegia otras actividades, puede obtener un ingreso (renta), sin intervenir directamente en el proceso productivo. Cede para ello, a través de un sistema de arrendamiento ocasional, el derecho de usufructo de la tierra a terceros, a cambio de una retribución en dinero y/o especie establecida de antemano.

El dueño de la maquinaria, que puede o no ser propietario de tierra, a través de un arreglo verbal o contrato escrito trabaja en campos de terceros bajo distintas situaciones: a) Efectúa el laboreo, la cosecha o ambas cosas a cambio de una retribución fija por labor o grupo de labores, denominada tarifa (contratista de servicios); b) toma a su cargo la responsabilidad de producción y efectúa el laboreo total, como resultado de haber tomado en arrendamiento por un año o una cosecha una determinada superficie. En este caso, paga en carácter de arrendamiento una suma fija; un

porcentaje de la producción obtenida; o una combinación de ambas cosas (contratista de producción). De las dos formas, esta última comenzó a tener mayor relevancia desde la segunda mitad de la década del sesenta.

No predominan formas "puras" por cuanto del total de la superficie trabajada a terceros, un contratista suele hacer parte a tarifa (servicio) y parte como arrendatario. Esa proporción, que suele variar de un ciclo a otro, depende de varias razones entre las que se destacan: la demanda del trabajo de laboreo (servicios); la oferta de tierras para ceder en arrendamiento y la capacidad financiera o sea la disponibilidad de circulante por parte del contratista para afrontar, como productor, los gastos del cultivo.

Una variante adicional de estas relaciones productivas lo constituye la aparición y participación, además del dueño de la tierra y el propietario de la máquina, del proveedor de insumos. Si bien no está cuantificada su importancia relativa, este nuevo agente surge en los últimos años, como consecuencia del mayor requerimiento financiero necesario para afrontar los costos operativos de producción. Su intervención presenta menor riesgo relativo que los agentes anteriores. Debe proveer los insumos requeridos (semilla, combustible, fertilizantes, plaguicidas, etc.) por el cultivo. El pago de los insumos aportados, normalmente se efectúa en su totalidad al momento de la cosecha en la forma pautada.

Su participación es también menos comprometida, por cuanto puede salir del proceso productivo en cuanto el "negocio" deja de ser atractivo.

Los arreglos accidentales entre el dueño de la tierra y el propietario de la maquinaria agrícola si bien no son nuevos, como lo demuestran diversos trabajos, alcanzaron una dimensión e intensidad particular en los últimos 30 años, concordantes con el período de avances tecnológicos, que se traducen en una mejora de la eficiencia productiva de los principales cultivos de cosecha anual. (Baumeister, 1980).

La importancia y trascendencia del contratista dentro del proceso productivo de la Región Pampeana es

innegable y aunque no se dispone de información estadística al respecto, se estima que entre el 20 y 30 por ciento de la producción de granos del país es efectuada con su participación. Este proceso, de mayor relevancia en la zona agrícola, se ha expandido con distinta intensidad y matices a otras zonas de la Región Pampeana, donde la presencia del contratista resulta esencial y relevante, no sólo para la producción de granos, sino también en la implantación de praderas, verdes y producción de heno.

El aporte efectuado por el contratista en el proceso de agriculturización, resulta destacado por una serie de razones entre las que mencionamos: la posibilidad del dueño de la tierra, de dedicarse a la actividad agrícola sin necesidad de efectuar una inversión adicional en maquinaria; el uso intensivo del suelo con la amplia difusión del doble cultivo; la factibilidad de disponer de mano de obra idónea y un parque de maquinaria generalmente más moderno, completo y eficiente que el de muchos productores; la oportunidad de contar con la capacidad y experiencia del contratista tanto en el manejo y cuidado de la maquinaria, como en lo referente a los diferentes trabajos relacionados con la actividad productiva agrícola.

Importancia e implicancias de esta temática

La identificación y caracterización de las diferentes formas de organización social de la producción, concretada a través de los diferentes arreglos contractuales accidentales, en los diferentes sistemas de producción de la Región Pampeana, resulta importante conocerla en su componente estructural, tecnológico y de decisión. Ello es así, por cuanto el grado de sustitución y de asignación de recursos, entre distintas actividades predominantes ante variaciones de precios y posibles cambios tecnológicos, no se da con el mismo grado de flexibilidad en todas las situaciones. En cada caso se manifiestan distintos factores limitantes que definen sus diferentes posibilidades de aproximación en función, valga la redundancia, a sus reales posibilidades.

El conocimiento de las limitantes que frenan o demoran la adopción tecnológica, resulta de utilidad para analizar alternativas de producción, teniendo en

cuenta las estrategias de los agentes sociales que operan en el medio. Ello resulta fundamental para la elaboración de programas de desarrollo regional, que incluyan acciones específicas de extensión y transferencia, tendentes a acelerar el proceso de adopción tecnológica.

Con relación a la actitud que vienen adoptando los propietarios de tierra y productores, con respecto a la actividad maíz, se viene observando que en los establecimientos de menor tamaño, generalmente arrendados a terceros, los lotes son destinados por sus tomadores a una monocultura sojera formada por un único cultivo en el año (soja); o por un doble cultivo (trigo/soja de 2a.). Dicha elección se adopta debido a que con los niveles de fertilidad disponibles en suelos cansados, por el sistema de agricultura continua que se practica, a lo que se suma las bajas posibilidades de agregar fertilizante químico o rotar con pasturas en campo arrendado, la soja resulta ser la alternativa con mejores posibilidades, para pagar los alquileres solicitados por el dueño de la tierra y obtener un beneficio para el contratista. En estos casos resulta muy difícil que el maíz supere los 45 qqm/ha, no compitiendo con ello con un rinde promedio de soja (25 qqm/ha).

Las consecuencias de esta monocultura sojera, que se viene repitiendo desde hace varios años, principalmente en la subregión agrícola pampeana, resultan ser más perjudiciales a la estructura y composición del suelo, que la monocultura maicera adoptada en épocas pasadas (hasta los primeros años de la década de los setenta). En efecto, si bien la soja aporta algo de nitrógeno al suelo, es extractiva en otros componentes (básicamente fósforo), resultando, además, mucho menor el aporte al suelo de su rastrojo en materia orgánica que en el caso del maíz.

En los establecimientos de mayor tamaño que también trabajan con contratistas, la participación del dueño de la tierra en las decisiones básicas es mayor y el esquema de rotación del suelo mucho más flexible. Al disponerse de tierras con diferente nivel de fertilidad natural, generalmente son destinados los mejores lotes a maíz o girasol y los trabajados con agricultura durante varios años a soja o trigo/soja 2a. En estos

casos la rentabilidad del maíz, que descansa en los buenos rendimientos unitarios que obtiene (generalmente por arriba de los 60 qqm/ha) compensa a la obtenida con soja.

Como lo hemos mencionado precedentemente, la conservación de los recursos naturales resulta ser un problema derivado del proceso expansivo de las actividades agrícolas y del uso intensivo del suelo mediante la práctica del doble cultivo. Las consecuencias de este proceso, en cierto modo facilitado por los arreglos contractuales realizados entre el dueño de la tierra y el contratista, no son de responsabilidad exclusiva de este último por cuanto muchas veces el dueño de la tierra más preocupado por la renta, descuida o se despreocupa sobre el rendimiento productivo y conservación del capital suelo. La agricultura continua como consecuencia del laboreo permanente efectuado con implementos tradicionales (arado de reja), agrava el problema de los suelos que pierden estructura, haciendo más severa la erosión hídrica especialmente en tierras con "piso de arado" y alguna pendiente. En los últimos 20 ó 30 años, el problema de conservación del suelo, especialmente referido al efecto perjudicial erosión se ha agudizado y acentuado considerablemente, atentando contra la posibilidad de producción futura. El INTA y otras entidades oficiales y privadas, preocupadas por el tema, vienen desarrollando y difundiendo tecnología conservacionista desde hace algún tiempo, destinada a atenuar y/o revertir el proceso de degradación.

CONSIDERACIONES FINALES

El maíz cultivo tradicional en Argentina, de importancia para el mercado interno y como producto de exportación, desde hace un tiempo atraviesa por un período de estancamiento relativo, necesitando de un proceso de reacomodamiento y revitalización. En efecto, si bien las estadísticas registraron avances de importancia en eficiencia productiva y en producción dentro del país, esos niveles se ubican todavía muy por debajo de sus posibilidades potenciales, encontrándose como consecuencia de ello en una situación de pérdida de importancia relativa frente al avance de otros rubros. En lo que se refiere al mercado

externo, aunque en ningún momento -excepción hecha del período de la segunda guerra mundial.-, se ha dejado de colocar nuestro grano en el mercado internacional, dicho aporte no se ha incrementado a pesar del significativo crecimiento registrado en el mismo, disminuyendo notoriamente en consecuencia nuestro aporte porcentual.

Analizar cuáles son las posibilidades de revertir la situación de este cereal en uno y otro campo constituye una preocupación y un tema de análisis en los últimos años en Argentina, con el propósito de encontrar la relación más conveniente a los intereses del país.

Una mayor producción de maíz en Argentina es posible por un aumento de la superficie sembrada, un incremento en los rendimientos unitarios o por una combinación de esos dos factores; aspectos que adquieren una relevancia especial si se refiere a la Región Pampeana o Extrapampeana.

- Región Pampeana

La posibilidad de expansión de la superficie en la región maicera (Región VI), se encuentra limitada y condicionada por el grado de evolución tecnológica y económica que registre en el futuro el maíz, con relación a rubros competitivos como soja, carne bovina, girasol, sorgo granífero y trigo.

En el sur de la Provincia de Buenos Aires (Región VIII y IX), el cultivo tiende a afianzarse en forma significativa con la difusión de variedades precoces, a lo que se suma en los últimos años la obtención de buenos rendimientos. Su mayor difusión dependerá de la evolución de cultivos: a) Tradicionales como el trigo; b) con novedades tecnológicas y buen comportamiento (girasol híbrido), o c) de reciente incorporación (soja).

En la Región Pampeana, un problema que preocupa, especialmente, en zonas con mayor tradición agrícola, se relaciona con la conservación de los recursos naturales. En efecto, en los últimos 20 ó 30 años, el problema de conservación del suelo, especialmente referido al efecto perjudicial de la erosión, se ha acentuado considerablemente atentando

contra la posibilidad de producción futura. En la pampa ondulada, base de la región maicera tradicional, se considera que el 36 por ciento de su superficie se encuentra afectada por este proceso de degradación, que se repite en importantes áreas de la Mesopotamia. Con el propósito de contrarrestar esta amenaza se ha iniciado un programa de difusión tendente a concientizar sobre este problema, desarrollándose al mismo tiempo técnicas de laboreo conservacionista como labranza reducida o mínima que requiere un mayor empleo de herbicidas. Lamentablemente contra su concreción incide la creciente superficie de tierras que están dejando de ser trabajadas por sus dueños (titulares del dominio) y pasan a ser por terceros, que disponen de equipos y capital necesario para el desenvolvimiento de la actividad productiva. Esta relación de trabajo entre el dueño de la tierra y el propietario de los otros medios de producción, si bien no es uniforme, constituye un creciente e importante factor negativo que atenta contra la conservación del suelo.

Es sabido que una agricultura efectuada por terceros (contratistas-arrendatarios o aparceros modernos) carece de estabilidad y solidez. El sistema, la mayoría de las veces presenta déficit en el nivel de tecnificación y capitalización del establecimiento, aunque lo más grave es que se descuida el suelo, despreocupándose de su nivel de fertilidad, grado de enmalezamiento, erosión, etc. Esto que debe ser preocupación primordial del propietario, depende para su solución de su capacidad de negociación, la que se encuentra fuertemente asociada al tamaño de su establecimiento, razón por la cual este problema resulta ser más agudo en establecimientos de menor tamaño que en los grandes.

Regiones Extrapampeanas

Debido a su ubicación con relación a los puertos de embarque de ultramar, éstas han orientado sus producciones preferentemente hacia rubros de menor volumen y mayor valor por unidad. Por eso predominan allí actividades como algodón, arroz, tabaco, poroto, etc., cultivándose en cantidad limitada granos forrajeros (maíz y/o sorgo granífero).

Si se deseara expandir la frontera agropecuaria fuera de la Región Pampeana, es necesario: a) Brindar un mayor apoyo a la labor de investigación y experimentación, especialmente en lo referente a lograr producir material genético (variedades o híbridos) más acordes con las condiciones climáticas de esas áreas. Ello debe complementarse con líneas de trabajo destinadas a conformar un paquete tecnológico apropiado para las mismas, y b) establecer una política de precios que aliente en esas áreas la producción de rubros tradicionalmente pampeanos.

Las posibilidades de expansión del cultivo del maíz mejorando su eficiencia productiva y nivel de rentabilidad son promisorias. Se estima que fuera de la Región Pampeana hay alrededor de cinco millones de hectáreas dedicadas a la producción agrícola, de las cuales sólo el cinco por ciento (alrededor de 250 mil hectáreas) se destinan a maíz.

RECOMENDACIONES

A pesar de las limitaciones enunciadas, debe señalarse que aunque se reconocen diferencias entre las regiones, en lo referente a posibilidades de producción, no es improbable esperar, siguiendo sólo la tendencia histórica, un mejoramiento en los actuales niveles productivos. Lo anterior se avala en la circunstancia de que en el presente, se encuentran en todas las regiones maiceras, productores categorizados como de "avanzada", que están logrando en forma permanente rendimientos superiores a los promedios (de un 30 a un 50 por ciento). Ello induce a pensar, sin tener en cuenta resultados experimentales y futuros avances tecnológicos, en la posibilidad de mejorar sustancialmente los actuales niveles de rendimiento, a poco que se generalice el proceso de difusión y adopción de la tecnología ya disponible, alentado por un apropiado estímulo económico al productor.

En lo relacionado con la labor de investigación, conviene seguir trabajando con el propósito de generar materiales específicos para las diferentes regiones ecológicas del país, tratando de incrementar la eficiencia productiva en forma significativa (mayores

rendimientos) y generando tecnologías con el propósito de reducir los costos de producción (empleo de menor cantidad de insumos o reemplazarios por otros de menor valor). Paralelamente resulta necesario definir una política de estímulo, reflejada en los precios, que permita expandir la superficie dedicada a este cultivo y estimular la adopción de las mejoras y/o innovaciones tecnológicas disponibles.

Con relación al mercado externo, conviene considerar seriamente los avances que en investigación se están registrando en los países desarrollados, analizando las posibilidades de adecuar nuestras exportaciones futuras, tanto como grano forrajero como de productos semielaborados o elaborados a partir del grano de maíz. En ese sentido Argentina cuenta con recursos naturales, infraestructura tecnológica y productiva necesarios, como para adecuarse rápidamente a requerimientos de ese tipo.

LITERATURA CITADA

- ARROYO, R. 1965. Estudio sobre el proceso de difusión y adopción de maíces híbridos y nivel de tecnificación en la comunidad de Los Molinos, Casilda, EEA Pergamino/INTA, Boletín de Divulgación N° 35. Pergamino, Argentina.
- . 1966. Estudio sobre el proceso de difusión y adopción de herbicidas en maíz. EEA Pergamino/INTA. Boletín de Divulgación N° 34. Pergamino, Argentina.
- . 1966. Proceso de difusión y adopción de tres prácticas mejoradas del cultivo de maíz: híbridos, herbicidas y vicia como abono verde en Manuel Ocampo. EEA Pergamino/INTA. Boletín de Divulgación N° 38. Pergamino, Argentina.
- BASAIL, J.; FIGONI, R. y ACTIS, J. 1983. Márgenes brutos históricos de los principales cultivos del área maicera. EEA Pergamino/INTA. Informe Técnico N° 186. Pergamino, Argentina.
- ; ACTIS, J. 1985. Márgenes brutos históricos de los principales cultivos, un enfoque alternativo: el maíz. EEA Pergamino/INTA. Carpeta de Economía, Tema de Investigación N° 25. Pergamino, Argentina.
- BAUMEISTER, E. 1980. Estructura agraria ocupacional y cambio tecnológico en la región cerealera-maicera, la figura del contratista de máquina. CEIL. Documento de trabajo N° 10. Buenos Aires, Argentina.
- BOLSA DE CEREALES. 1970-1986. Número estadístico. Revista Institucional. Varios números. Buenos Aires, Argentina.
- CASCARDO, A.; GOMEZ, P.; PERETTI, M. y PIZARRO, J. 1989. Desarrollo del Sector Agropecuario Pampeano en el período 1960-1987. Análisis de la información estadística existente en agricultura y ganadería y propuestas para el Sistema Nacional de Información Agropecuaria. Convenio INDEC-INTA-IICA. Buenos Aires, Argentina.
- CIRIO, F. 1984. Evolución reciente y perspectivas de crecimiento de la agricultura de la Región Pampeana. CISEA. Documento N° 6. Buenos Aires, Argentina.
- . 1986. Situación del sector agrario pampeano ante la actual crisis del mercado mundial. CISEA. Buenos Aires, Argentina, octubre.
- COSCIA, A. 1962. Posibilidades económicas de distintos tipos de maíces producidos en la Argentina. EEA Pergamino/INTA. Informe Técnico N° 8. Pergamino, Argentina.
- . 1983. Segunda Revolución Agrícola en la Región Pampeana. Editorial CADIA. Buenos Aires, Argentina.
- . 1986. Desarrollo maicero argentino. (Cien años de maíz en la Pampa). Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- DARWICH, N. A. 1983. Niveles de fósforo asimilable en los suelos pampeanos. INTA Revista IDIA. Buenos Aires, Argentina, enero-abril.
- DEVOTO, E.; TORT, M.I.; PIZARRO, J.; BEARZOTTI DE NOCETTI, S. y CACCIAMANI, M.A. 1987. Caracterización de las unidades productivas: operacionalización de la tierra, la maquinaria y la fuerza de trabajo (Partidos de Colón y Pergamino). Convenio INTA-CONICET (CEIL). Buenos Aires, Argentina. (En prensa).
- INTA. 1971. Maíz. Reunión de reprogramación. Información preliminar. EEA Pergamino. Pergamino, Argentina, agosto.
- . 1976. Producción de granos en el próximo quinquenio 1976/77 a 1980/81. Tendencia y posibilidad de incrementarla. INTA Central, Buenos Aires, Argentina, marzo.
- . 1980. El cultivo del maíz. Colección principales cultivos de la Argentina. Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación. INTA, Buenos Aires, Argentina, setiembre.

- . 1987. Programa Nacional de maíz. Documento de trabajo preparado por la coordinación del programa. EEA Pergamino. Pergamino, Argentina, noviembre.
- JACOBS, E. y GUTIERREZ, M.. 1986. La industria de semillas en la Argentina. Documento del CISEA, Buenos Aires, Argentina, marzo.
- MARTINEZ, A.; CLOQUELL, S. y otros. 1983. Diagnóstico de las limitantes al aumento de la productividad en el sur santafecino. Convenio INTA-MAG-UNR. Rosario, Santa Fe, Argentina.
- NOCETTI, J. 1963. Costos e insumos en los rubros de producción vegetal. Pergamino 1962-63. EEA Pergamino/INTA. Informe Técnico N° 17, Pergamino, Argentina.
- . 1963. Costos comparativos de tres alternativas para realizar labores culturales en predios de la zona de Pergamino. EEA Pergamino/INTA. Informe Técnico N° 20. Pergamino, Argentina.
- OBSCHATKO, E. y PIÑEIRO, M.E. 1986. Agricultura Pampeana: cambio tecnológico y sector privado. Ensayos y tesis CISEA, Buenos Aires, Argentina.
- y DEL BELLO, J.C. 1986. Tendencias productivas y estrategia tecnológica para la agricultura pampeana. CISEA, Documento N° 20, Buenos Aires, Argentina.
- PENNA, J.; MACAGNO, L.P. y MERCANTE NAVARRO, G. 1983. Difusión de las variedades de trigo con germoplasma mexicano y su impacto en la producción nacional. Un análisis económico. Documento de trabajo N° 3, Buenos Aires, Argentina, julio.
- . 1983. El crecimiento del sector agropecuario pampeano en las dos últimas décadas. Algunas consideraciones. INTA Departamento de Economía. Buenos Aires, Argentina, agosto.
- PERETTI, M.A. 1985. Evolución de la relación agricultura-ganadería en el período 1970-1984 y su impacto en la economía de la empresa agropecuaria de la Región Pampeana. AAPA. Revista Argentina de Producción Animal. Vol. 4, Supl. 2.
- PIÑEIRO, M.E. 1975. Una interpretación sobre las causas del crecimiento relativo de la agricultura pampeana durante el período 1960-73. INTA. Departamento de Economía, Serie Investigación N° 16. Castelar, Buenos Aires, Argentina.
- PIZARRO, J. 1973. Rentabilidad de la soja frente a cultivos competitivos del área maicera tradicional. EEA Pergamino/INTA. Informe Técnico N° 121. Pergamino, Argentina.
- y otros. 1973. Nivel tecnológico de la producción de maíz en los departamentos Caseros-Constitución. EEA Pergamino/INTA. Informe Técnico N° 128. Pergamino, Argentina.
- y CACCIAMANI, M. 1980. Características descriptivas de los contratistas en maquinaria agrícola. EEA Pergamino/INTA. Tema de Investigación N° 10. Carpeta de Economía, Pergamino, Argentina.
- y CACCIAMANI, M. 1981. Evaluación económico-financiera de una alternativa de inversión en maquinaria agrícola. EEA Pergamino/INTA. Informe Técnico N° 171. Pergamino, Argentina.
- . 1984. Evolución y perspectivas de la producción maicera argentina. Maíz, Tercer Congreso Nacional, AIANBA. Pergamino, Argentina, noviembre.
- ; TORT, M.I.; CACCIAMANI, M.; BEARZOTTI, S.; DEVOTO, R. y GONZALEZ, C. 1990. Formas de organización social de la producción en el área maicera tradicional. Revista Argentina de Economía Agrícola, AAEA, Vol. IV. Buenos Aires, Argentina.
- REGUNAGA, M. Mercado Internacional de granos: diagnóstico y tendencias. Proyecto de Cooperación para modernización del sector agropecuario argentino. S.A.G. y P. IICA, Buenos Aires, Argentina.
- ROSSI, J.D.; COSCIA, A.; PIZARRO, J.; NOCETTI, J.; SAFONT, J. y ARROYO, R. 1966. Maíz, Informe Preliminar de su producción y comercialización. EEA Pergamino/INTA. Informe Técnico N° 52. Pergamino, Argentina.
- SANTAMARINA, S. y WHITE, D. 1980. Evolución del sector agropecuario en la década del 70. Tendencias y cambios operados en las distintas regiones del país. En Convenio AACREA, BNA y FBPBA, Información económica, año II. N° 12. Buenos Aires, Argentina.

Estudios de alternativas de labranza en el área maicera argentina

por V. J. Zeljkovich*, L. Totis de Zeljkovich* y O. M. Hansen**

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

En la Región Pampeana la producción de cultivos con técnicas tradicionales produjo una aceleración de los procesos de degradación de los suelos, agravando en áreas susceptibles los problemas de erosión hídrica (Kugler, 1986; Marelli, 1986). En esta región la productividad del cultivo de maíz se encuentra, frecuentemente, afectada por la ocurrencia de sequías estacionales (Totis de Zeljkovich y Rebella, 1980) que ocasionan grandes variaciones interanuales de los rendimientos. Todas estas limitaciones originaron una alta y casi total dependencia de las lluvias en los momentos de mayor sensibilidad de los cultivos. Esta situación planteó la necesidad de buscar alternativas de manejo del suelo y los cultivos, tendentes a reducir o evitar la degradación y disminuir el efecto negativo de las sequías sobre los rendimientos de los cultivos. El control de malezas, las rotaciones y las labranzas conservacionistas y el uso adecuado de fertilizantes constituyen las principales técnicas que contribuyen a lograr un uso más eficiente del agua.

La producción de cultivos bajo sistemas conservacionistas ha sido investigada por su efectividad en la conservación del suelo y por su producción potencial. Las regiones con largas pendientes, lluvias adecuadas y suelos de textura media son particularmente apropiadas para los sistemas de labranza cero (Blevins, Doyle Cook, Philips and Philips, 1971) por el peligro de alta erosión.

Los resultados de experiencias argentinas con labranzas no convencionales: mínimas, reducidas, bajo cubierta, siembra directa (Lattanzi y Puricelli, 1976; Zeljkovich, Hansen y Galetto, 1979; Lattanzi, Marelli y Nardone, 1979; Hansen, Zeljkovich, Guevara, C. de González y Blotta, 1984; Leiva y Hansen, 1984).

Los mayores rendimientos de maíz obtenidos con el uso de la labranza cero estuvieron asociados con incrementos en la humedad del suelo, ocasionados por una mayor infiltración del agua y por una disminución de la tasa de evaporación debido a la menor temperatura y flujo de radiación provocada por el mulch (Triplett, Van Doren y Schmidt, 1968; Jones, Moody, Shear, Moschler y Lillard, 1968; Jones, Moody, Lillard, 1969; Moody, Jones, Lillard, 1963; Blevins, Doyle Cook, Philips y Philips, 1971; Seginer, 1969).

En suelos de textura más pesada o pobremente drenados el uso de sistemas de mínima remoción produjo reducciones de los rendimientos del maíz (Van Doren y Allmaras, 1978; Peterson y Fenster, 1982).

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de diferentes alternativas de labranzas continuas, con y sin fertilizante nitrogenado, sobre la productividad del cultivo de maíz, en un suelo representativo del área maicera típica, en un esquema productivo predominantemente agrícola.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las experiencias fueron conducidas desde 1980 en un campo adyacente a la experimental de Pergamino en un suelo Argiudol típico serie Pergamino de textura franco-limosa. Se compararon cinco sistemas de

* Ingenieros Agrónomos. Técnicos del Área de Agronomía de la EEA Pergamino/INTA, Buenos Aires, Argentina.

** Ingeniero Agrónomo, ex Técnico del Área de Agronomía de la EEA Pergamino/INTA, Buenos Aires, Argentina.

labranza y dos niveles de fertilización nitrogenada durante un período de nueve años.

El diseño experimental utilizado fue el de parcelas divididas con cuatro repeticiones. Los cinco sistemas de labranza correspondieron a la parcela principal y las dos dosis de fertilizante nitrogenado (0 y 80 kg. N. ha⁻¹) a la subparcela (solamente para trigo y maíz).

Cada unidad experimental tuvo una superficie de 315 m² (45m x 7m). Se utilizó la secuencia de cultivos agrícolas trigo/soja y maíz.

Las parcelas principales fueron:

- **Labranza convencional (AR)**

Este sistema es el que normalmente emplean los productores del área. Consiste en la remoción total del suelo con arado de rejas a una profundidad de 15-17 cm y en el refinamiento de la cama de siembra con implementos de disco y rastra de dientes. A partir del período 1982-83 la rastra de disco fue reemplazada por el vibro-cultivador.

- **Labranza bajo cubierta. (C)**

Este tratamiento consiste en la utilización del arado cincel a una profundidad de 20 a 25 cm y la preparación de la cama de siembra con cultivadores y vibrocultivadores.

- **Labranza superficial (Su)**

El trabajo del suelo se realizó con dos o tres pasadas de rastra de discos separados, durante un intervalo de tiempo compatible con el control mecánico de las malezas durante el barbecho. La remoción del suelo afectó una profundidad no mayor de 10 cm.

- **Siembra directa o labranza cero (Lo)**

En este sistema las malezas se controlaron con herbicidas. La siembra se realizó con una sembradora convencional equipada con accesorios para Lo. Esto permitió remover únicamente una pequeña superficie (2-4 cm de ancho por 5-8 cm de profundidad) que coincidió con la línea de los abresurcos.

- **Labranza combinada (Co)**

En este sistema no se utilizaron las mismas labranzas para los tres cultivos de la rotación. Se usó A.R. para el trigo, Lo para soja y C en los dos primeros años. Desde el período 1982/83 se utilizó Lo.

Todas las operaciones de laboreo del suelo fueron realizadas en el mismo día.

Para obtener información anual de cada uno de los cultivos que constituye la secuencia trigo/soja-maíz se condujeron simultáneamente dos ensayos en el mismo lugar:

- **Ensayo I:** trigo/soja (1980/81); maíz (1981/82) y trigo/soja (1982/83).

- **Ensayo II:** maíz (1980-81); trigo/soja (1981-82) y maíz (1982/83).

El suelo en estudio tiene un horizonte A₁ de 20 cm de profundidad de textura franco-limosa, un horizonte de transición de 7 a 9 cm de espesor (B₁) y luego un horizonte B₂₁ que se extiende hasta 1 m de profundidad. Desde el punto de vista físico estos suelos presentan alto contenido de limo (aproximadamente 60 por ciento) con una acentuada susceptibilidad a desmejorar su estructura cuando disminuyen los niveles de materia orgánica. Tienen, además, una marcada sensibilidad a la compactación y una baja capacidad de fisuración por la alternancia de rehumedecimientos y desecación. Otras características físico-químicas de la capa arable del suelo están dadas en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Propiedades físico-químicas de la capa arable al comenzar el ensayo.

Porosidad total	50 - 55 %
Estabilidad estructural:	
índice de inestabilidad de Henin Log ₁₀ I _s	1,44
índice de percolación log ₁₀ K	1,53
Materia orgánica	3,2 %
Nitrógeno total	0,158 %
P ₂ O ₅ (Bray y Kurtz)	18 ppm
K ₂ O (acetato de amonio)	564 ppm
pH en agua 1:2,5	6,0

Las deficiencias y excesos de agua para el cultivo de maíz se calcularon para períodos de 10 días, considerando la diferencia algebraica entre las precipitaciones (P) y la evapotranspiración máxima (ETM) o consumo de agua óptimo del cultivo. Esta se calculó mediante la fórmula de Penman (FAO) corregida para la localidad de Pergamino y los coeficientes de cultivo (Kc) determinados mediante evapotranspirómetros (Totis de Zeljkovich y Rebella, 1980) para los distintos estadios del maíz:

$$ETM \text{ (mm)} = (ETP_{\text{Penman (FAO)}}) \cdot (f \cdot C_{\text{Pergamino}}) \cdot Kc$$

Los valores positivos de la diferencia entre las precipitaciones y el consumo máximo de agua se consideraron como excesos ($P > ETM$), y los negativos como deficiencias ($P < ETM$).

Los residuos de soja fueron triturados durante su cosecha. En el período de barbecho las malezas de los tratamientos con Lo y Co fueron controladas utilizando herbicidas de contacto totales (Paraquat), hormonales (2,4 D) y sistémicos totales (Glifosato).

Después de la siembra de maíz las malezas se controlaron con herbicidas preemergentes (Atrazina y Alaclor). Las dosis fueron iguales para todo el ensayo. Todos los tratamientos, menos Lo y Co, fueron escardillados durante el cultivo de maíz.

El fertilizante (urea) fue aplicado cuando las plantas tenían aproximadamente 40 cm de altura.

Se utilizó el híbrido D4 F34 con una densidad de 60 a 65.000 semillas por hectárea.

La fecha de siembra correspondió a la primera semana de octubre.

Los muestreos de suelos para las determinaciones de humedad y de nitratos fueron realizados en el momento de la siembra mediante el método gravimétrico.

La cosecha se realizó manualmente durante la primera quincena de marzo.

Con los datos de rendimiento se realizó el análisis estadístico de la variancia correspondiente al diseño experimental empleado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se presentan las precipitaciones acumuladas recibidas durante todo el ciclo de maíz en Pergamino para las distintas campañas agrícolas, así como el promedio correspondiente al período 1910-1989. Puede constatarse que en solamente tres campañas agrícolas las lluvias fueron inferiores al promedio durante todo el ciclo del maíz, destacándose el período 1982/83.

En la Figura 2 se han volcado los valores de deficiencias y excesos climáticos de agua, considerando los requerimientos máximos del cultivo (ETM) durante los meses de diciembre y enero. Puede observarse que, en general, las lluvias no fueron suficientes para satisfacer las necesidades de agua del cultivo. Este hecho reviste particular importancia, ya que las mayores deficiencias ocurrieron durante la floración del maíz, período caracterizado por su alta sensibilidad a la falta de agua. Durante la misma han sido determinadas en esta zona y para el cultivo de maíz, probabilidades de deficiencias hídricas superiores al 75 por ciento.

En la Figura 3 se muestran los rendimientos anuales del maíz obtenidos para las distintas labranzas con y sin fertilizante nitrogenado. Analizando individualmente los años, se encontraron diferencias significativas entre labranzas en tres de los años analizados, a favor de los sistemas con Lo y Co. En el resto de los años si bien las diferencias entre labranzas no fueron significativas, estos mismos sistemas fueron los que presentaron los valores mayores de rendimiento con y sin fertilizante, teniendo los menores coeficientes de variabilidad entre años.

Analizando los rendimientos promedio de los nueve años para cada labranza (Figura 4), se encontraron diferencias significativas en el rendimiento a favor de los sistemas con Lo y Co respecto a AR y Su. Cabe destacar que los rendimientos promedio obtenidos con el uso del cincel, solamente fueron superados

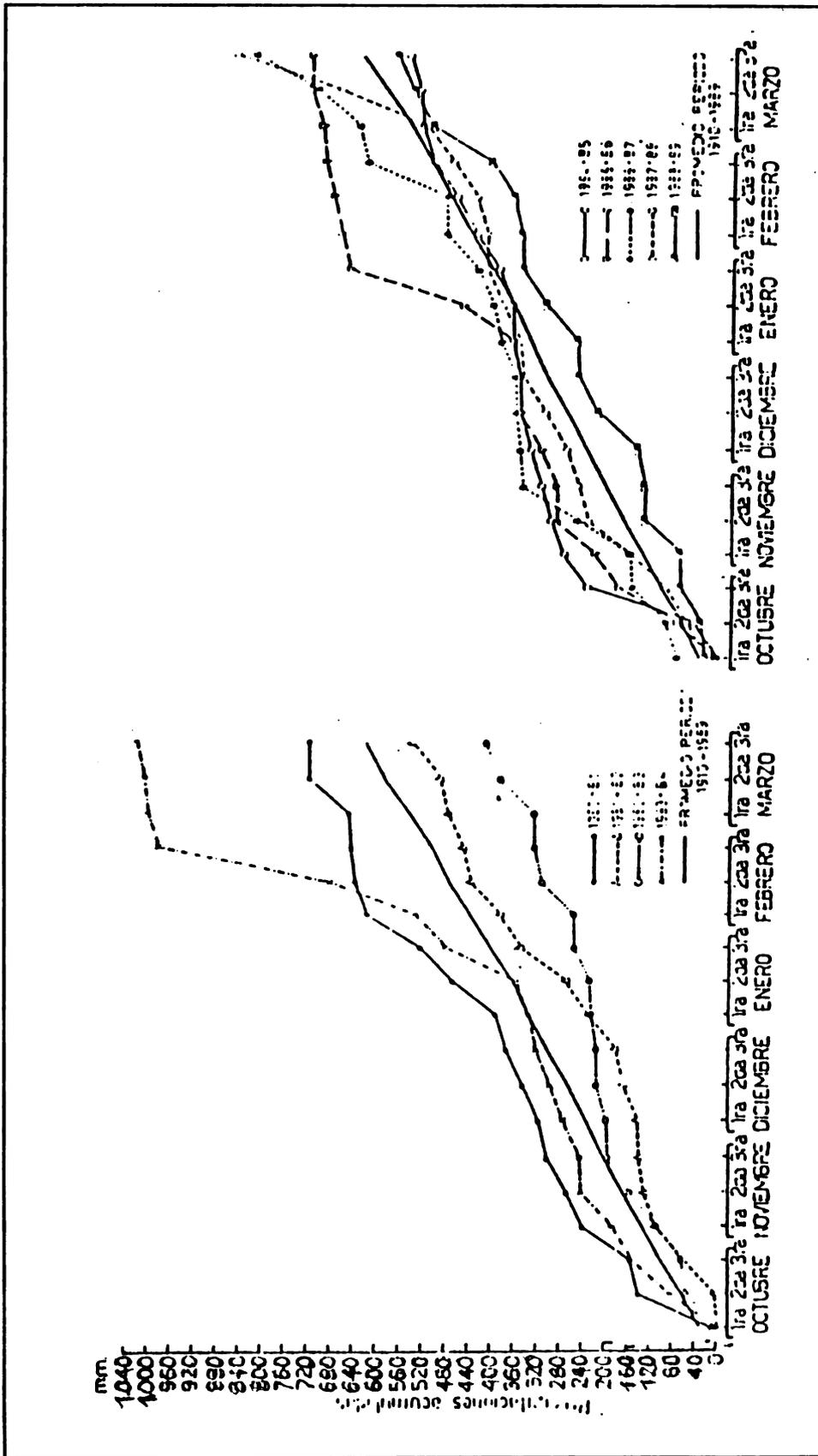


Figura 1. Precipitaciones acumuladas durante el ciclo del maíz en Pergamino durante las nueve campañas agrícolas en relación con el promedio.

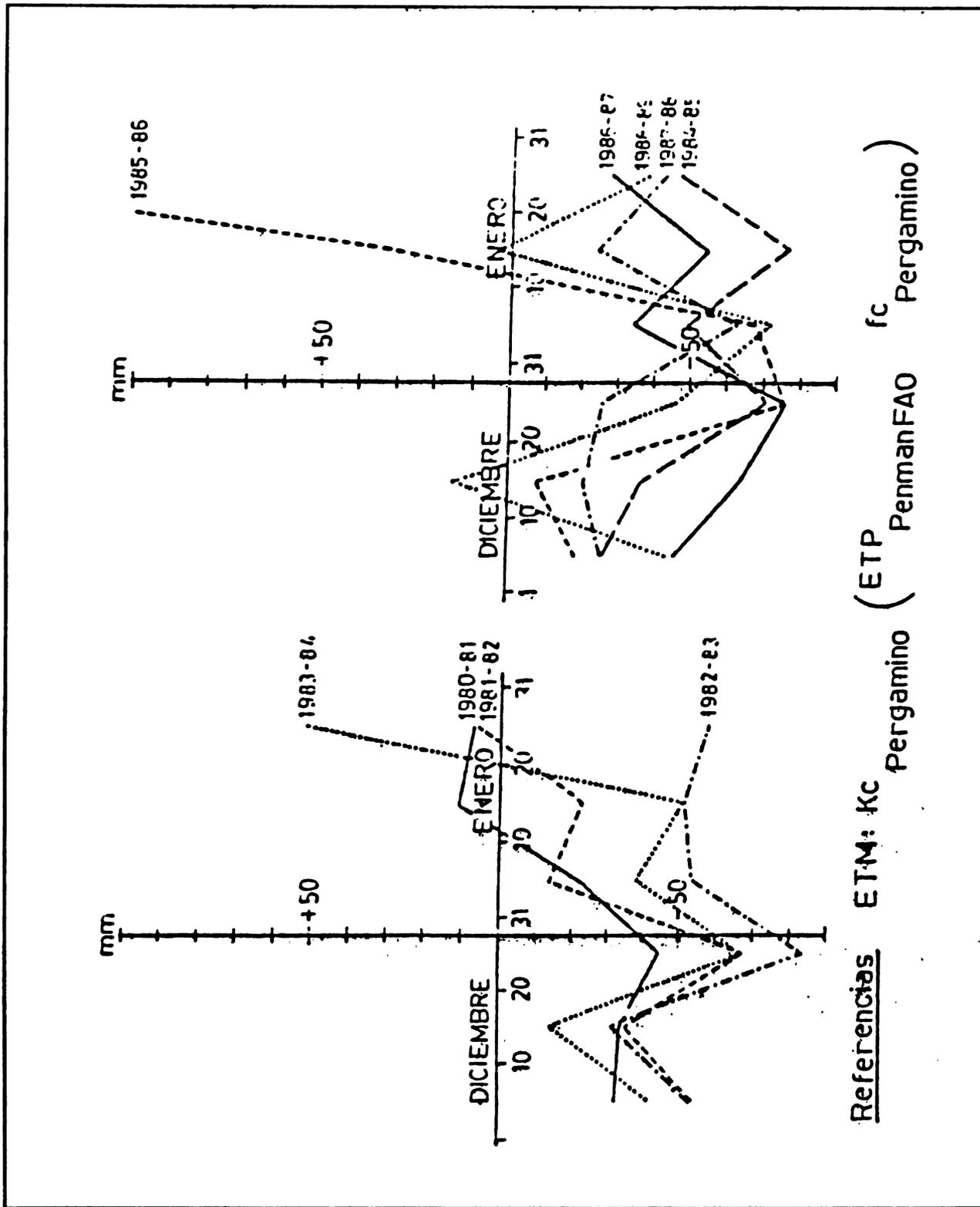


Figura 2. Deficiencias (P<ETM) y excesos (P>ETM) de agua del cultivo de maiz en Pergamino durante los meses de diciembre y enero.

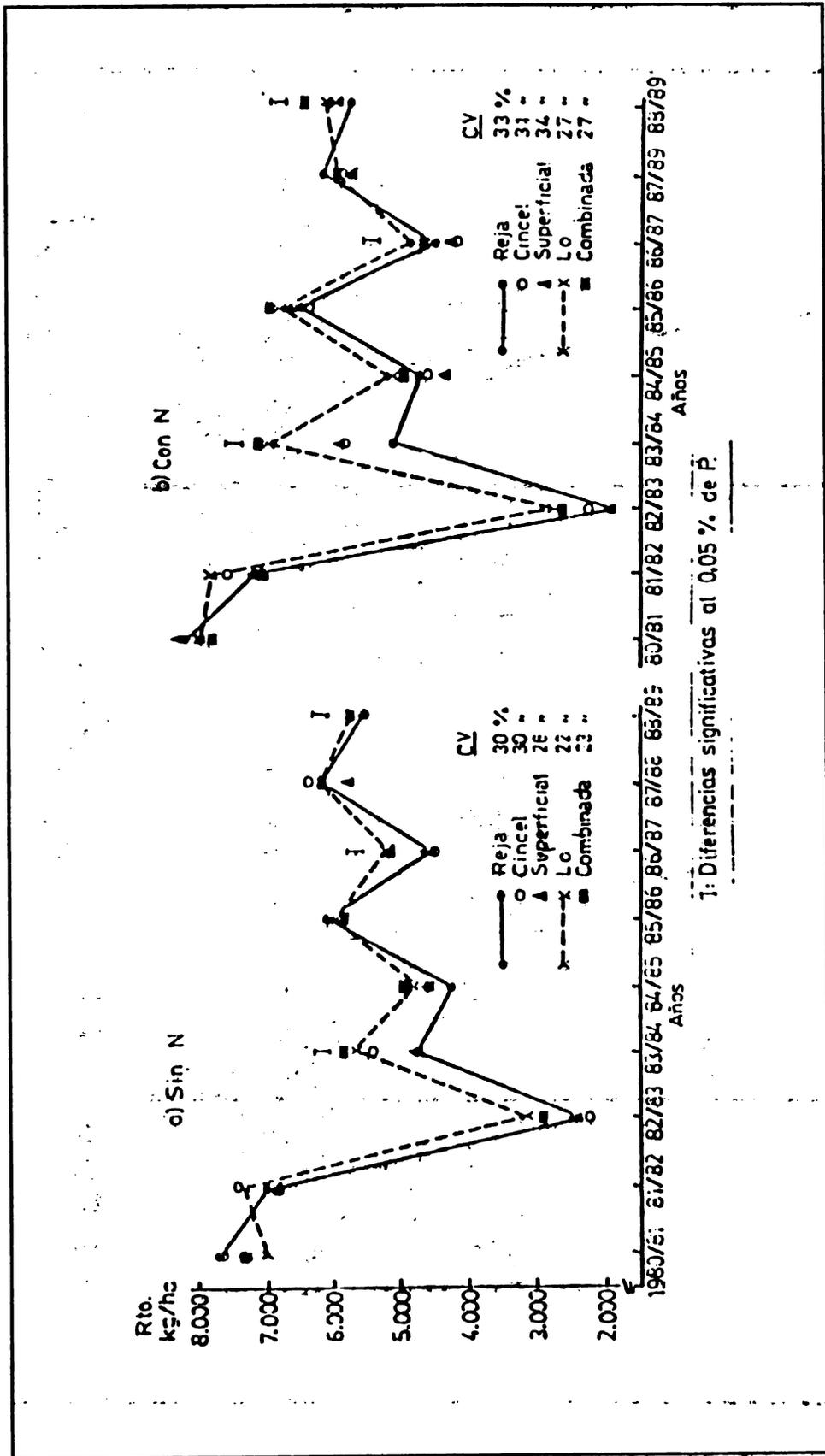


Figura 3. Rendimiento del maíz para cada labranza con y sin fertilizante nitrogenado a través de los años.

significativamente por los de Lo, y no se encontraron diferencias entre C, AR y Su. Al respecto, es necesario recalcar que por tratarse de soja como cultivo anterior al maíz, la cobertura lograda con el uso del cincel y superficial fue muy reducida (menor del 30 por ciento), y de importancia relativa para lograr disminuciones sustantivas de las pérdidas de agua por evaporación. Si bien el sistema con cincel no fue significativamente diferente respecto al sistema convencional en cuanto al rendimiento alcanzado, su uso implica una mayor conservación del suelo. En mediciones realizadas en este ensayo (Leiva y Hansen, 1984) los tratamientos con cincel presentaron las menores resistencias a la penetración, no tuvieron capas densificadas y se reveló en ellos una distribución radicular más uniforme. Posiblemente en un período mayor de tiempo se detectarían diferencias mayores en el rendimiento a favor de este sistema.

No se encontró interacción entre labranza y fertilizante.

Los mayores rendimientos de maíz obtenidos en este ensayo con sistemas conservacionistas coinciden con los encontrados por los autores citados en los antecedentes (Blevins, Doyle Cook, Philips y Philips, 1971; Lattanzi y Puricelli, 1976; Zeljkovich, Hansen y Galetto, 1979; Lattanzi, Marelli y Nardone, 1979; Hansen, Zeljkovich, Guevara, C. de González y Blotta, 1984; Triplett, Van Doren y Schmidt, 1968; Jones, Moody, Shear, Moschler y Lillard, 1968; Moody, Jones y Lillard, 1963; Seginer, 1969; Shanholtz y Lillard, 1968).

El análisis del agua del suelo mediante el método del balance hídrico realizado durante cuatro años en este ensayo (Totis de Zeljkovich, Zeljkovich y Blotta, 1984), reveló que la Lo constituye una mejor alternativa para sobrellevar períodos de sequía y para lograr un mejor aprovechamiento del agua respecto al sistema convencional.

Pudo constatar, además, que durante los primeros estadios del maíz, aumentaron los consumos hídricos en las parcelas con AR, posiblemente por una mayor pérdida por evaporación y o escurrimiento con este sistema, ya que no se observaron diferencias en el peso seco y área foliar de las plantas de ambos tratamientos (Guevara y C. de González, comunicación personal), y se pusieron en evidencia mayores valores de infiltración (Garay y Blotta, comunicación personal) en las parcelas con Lo. En las etapas más avanzadas del desarrollo de las plantas, los consumos fueron mayores en los tratamientos con Lo debido a una mayor disponibilidad de agua en el suelo con este sistema. En el período 1982/83, se observó que este mejor aprovechamiento del agua del suelo, permitió a las plantas de la Lo prolongar su ciclo durante un tiempo mayor.

En el Cuadro 2 pueden constatar los valores de humedad del suelo de 0 a 0,40 m de profundidad determinados en el momento de la siembra para cada período agrícola. Se observa que el sistema con Lo presentó siempre iguales o mayores valores respecto al Ar. En los sistemas C y Su los contenidos de agua

Cuadro 2. Agua útil (mm) del suelo a la siembra del maíz para los sistemas con arado de reja y labranza cero.

Estrato	Período Labranza	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	\bar{X}	CV %
0-20 cm	AR	42	31	37	31	29	34	34	31	28	33	13
	Lo	46	35	38	33	35	36	37	35	34	37	10
20-40 cm	AR	43	23	36	21	29	33	30	29	25	30	23
	Lo	43	31	38	32	36	33	32	32	33	34	11
Σ 0-40 cm	AR	85	54	73	52	58	67	64	60	53	63	17
	Lo	89	68	76	53	71	69	69	67	68	70	13

útil resultaron intermedios entre Lo y AR, mientras que la labranza combinada (Lo para maíz) tuvo valores similares a la Lo continua.

El agregado de nitrógeno determinó una mayor variabilidad de los rendimientos entre los años (Figura 3). También se observaron mayores incrementos por el agregado de nitrógeno a medida que se redujeron las labranzas. Los mayores incrementos se obtuvieron con el uso de los sistemas con Lo, Co y Su (Figura 4). Cabe destacar que en este ensayo (Daniel, Hansen, Zeljkovich y Marban, 1984), se encontraron diferencias significativas en el contenido de nitratos del suelo, a favor de los tratamientos con remoción (AR, C y Su) respecto a Lo y Co, lo que se tradujo en una mayor respuesta a la fertilización nitrogenada en estos últimos. Por otra parte, el agregado de fertilizante nitrogenado produjo un aumento de la eficiencia del uso del agua en el sistema con Lo (Totis de Zeljkovich, Zeljkovich y Blotta, 1984).

En la Figura 5 se presentan los rendimientos promedio anuales del maíz con y sin fertilizante

nitrogenado. Puede constatarse que el agregado de nitrógeno produjo diferencias significativas en los rendimientos en ocho de los nueve años considerados (en cinco años el nitrógeno aumentó los rendimientos y en tres los redujo).

En el Cuadro 3 figuran las diferencias significativas encontradas del análisis conjunto de los nueve períodos agrícolas.

En la Figura 6 han sido trazadas las rectas de regresión encontradas considerando la relación entre los rendimientos y las deficiencias de agua durante la floración (20 días antes más 20 días después); para cada labranza con y sin nitrógeno. Puede constatarse que, en ambos casos, los rendimientos disminuyeron a medida que se incrementaron las deficiencias de agua (coeficientes de correlación significativos). Los años con mayores deficiencias hídricas: 1982/83, 220 mm; 1984/85, 234 mm y 1986/87, 227 mm, fueron los que presentaron menores rendimientos (Figura 5) y no tuvieron respuestas o fueron negativas al nitrógeno. Cabe aclarar que el período en el cual se analizaron

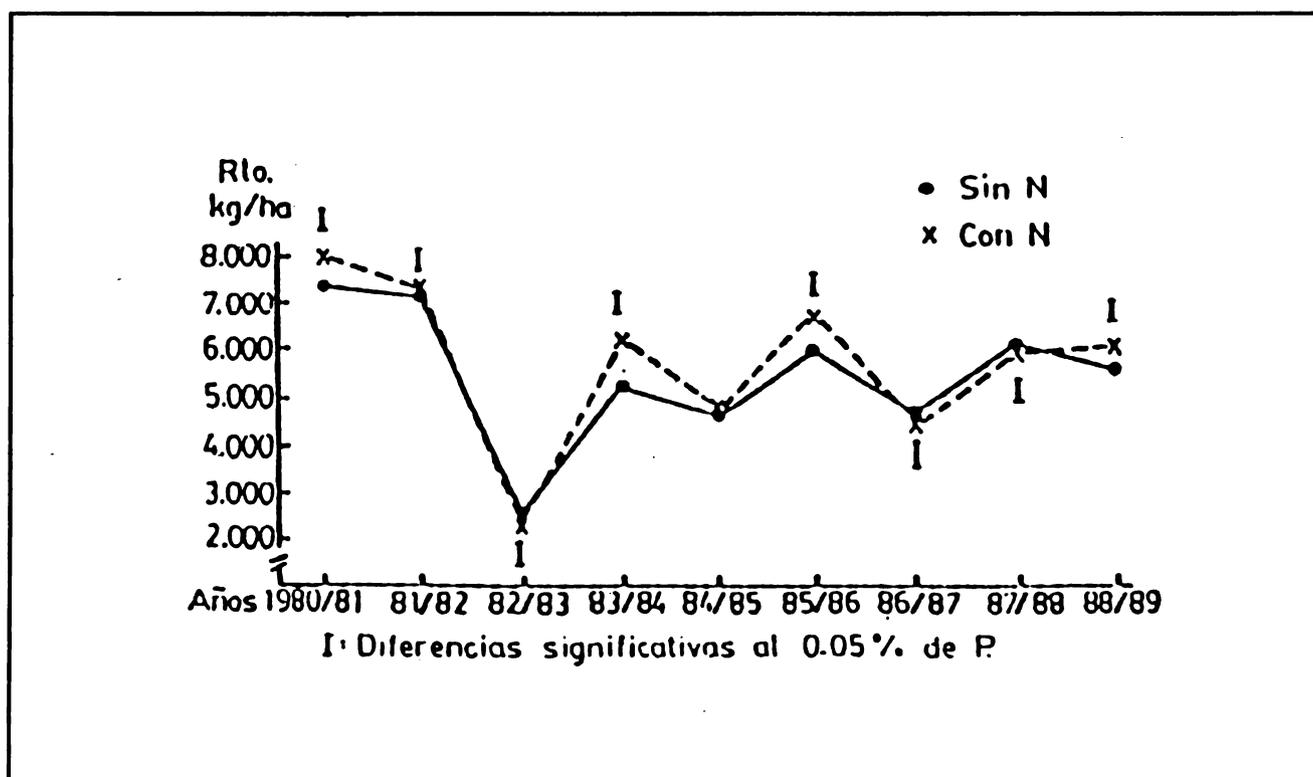


Figura 4. Rendimiento promedio de cinco labranzas con y sin nitrógeno a través de los años

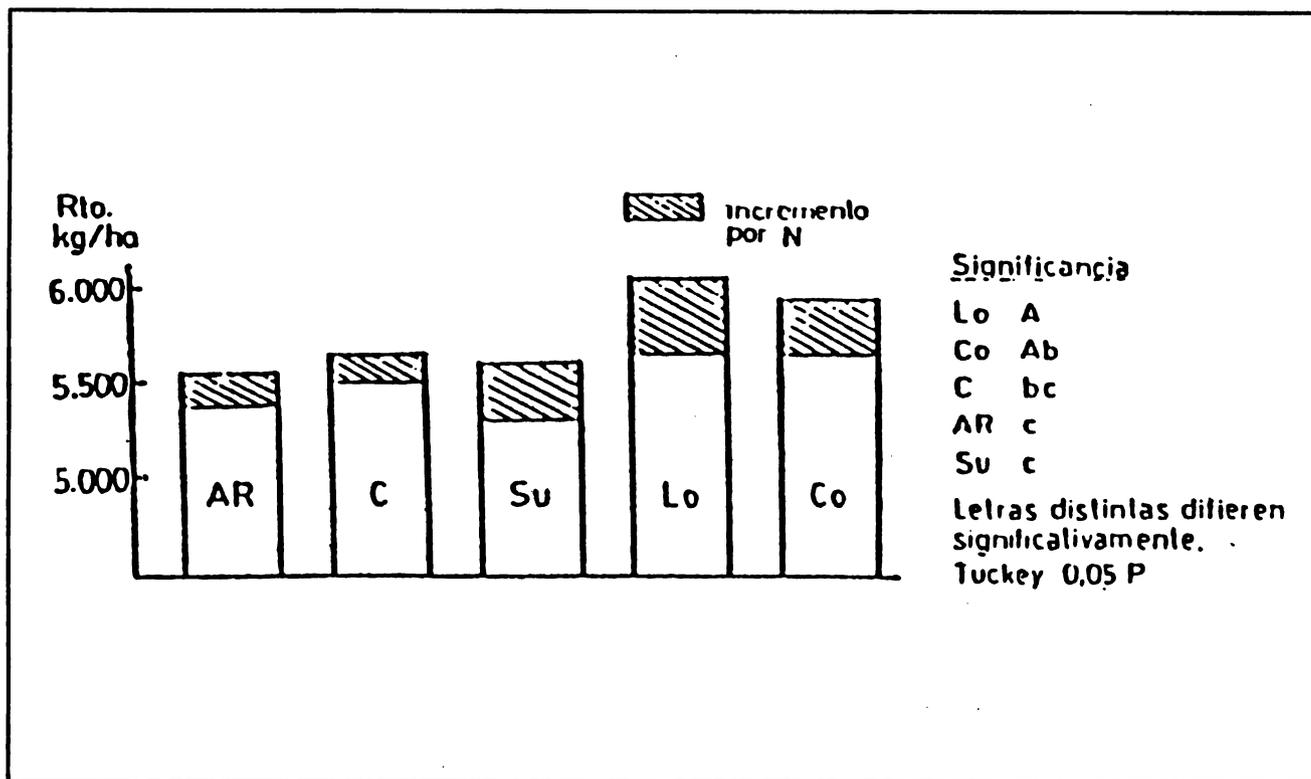


Figura 5. Rendimiento promedio de nueve años para cada labranza con y sin nitrógeno.

Cuadro 3. Significancia del análisis de la variancia conjunta de los nueve períodos agrícolas (desde 1980/81 hasta 1988/89).

Años	Labranza	Años x Labranza	Nitrógeno	Año x Nitrógeno	Labranza x Nitrógeno
*	*	*	*	*	NS

* Significativo al 0,05 % P.

las deficiencias (40 días) comprende los momentos anteriores y posteriores a floración en forma conjunta y no se tiene la certeza acerca de cuál es el que incide en mayor medida en el rendimiento del cultivo.

Los rendimientos obtenidos en el primer año coincidieron con las menores deficiencias encontradas (100 mm), pero debe tenerse en consideración que durante el mismo la cantidad de residuos disponibles fue muy escasa, hecho que incidiría desfavorablemente sobre los sistemas de labranza con residuos en superficie.

En la Figura 6 puede constatar, además, que las pendientes de las rectas fueron mayores en las parcelas con fertilizante, de ahí la mayor variabilidad interanual encontrada en las mismas (Figura 3, pág. 124).

En las parcelas sin nitrógeno (Figura 6,a) los mayores rendimientos se obtuvieron con el uso de sistemas de Lo y Co cuando las deficiencias de agua fueron más marcadas (mayores de 150 mm). Cabe destacar que en seis de los nueve años analizados las deficiencias fueron superiores a 130 mm, siendo la menor de 100 mm. En años con pocas deficiencias de agua los sistemas con mayor remoción del suelo podrían presentar mayores rendimientos.

En las parcelas fertilizadas (Figura 6, b) con deficiencias superiores a los 100 mm (que fueron las que se presentaron todos los años), los mayores rendimientos se obtuvieron con el uso de Lo y Co. En años con menores deficiencias hídricas, situación poco probable en esta zona, posiblemente las parcelas con remoción del suelo presentarían mayores rendimientos.

CONCLUSIONES

Si bien los sistemas de labranzas experimentados no fueron suficientes para evitar la reducción del rendimiento que producen las sequías de la zona, el sistema con labranza cero se reveló como una alternativa para mejorar los rendimientos del maíz y disminuir su variabilidad interanual. La utilización de este sistema representa una forma potencial para

proveer una mayor cantidad de agua para los cultivos, por reducir el escurrimiento y evaporación e incrementar el almacenaje de agua de los suelos.

Dentro de los sistemas conservacionistas con remoción del suelo, el sistema con cincel y la labranza superficial resultaron con rendimientos similares o aún superiores al sistema convencional.

Debe tenerse en cuenta que los principales beneficios de la utilización de métodos conservacionistas de labranza, resultan en el control de la erosión hídrica y el mantenimiento de la actividad productiva del suelo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la valiosa colaboración prestada por la Estadística Matemática E. Frutos en el análisis de los resultados.

Asimismo desean expresar su reconocimiento a los Señores L. Funston, O. Pérez, E. Scodelari y a los Señores A. Rigueti, A. Sosa y O. Cogo, por la ayuda prestada en los trabajos de laboratorio y campo, como así también a la Escuela Agrotécnica Lorenzo Parodi por el préstamo del terreno en el cual se realizaron los ensayos.

LITERATURA CITADA

- BLEVINS, R.L.; DOYLE COOK, S.H.; PHILIPS and PHILIPS R.E. 1971. Influence of no-tillage on soil moisture. *Agron. J.* 63: 593 - 596.
- DANIEL, P.E.; HANSEN, O.M.; ZELJKOVICH, V.J. y MARBAN, L.G. 1984. Sistemas de labranzas en la rotación trigo/soja - maíz. IV. Efecto de diferentes labranzas y de la fertilización nitrogenada sobre la evolución del contenido de nitratos en un suelo cultivado con maíz. In: Congreso Nacional de Maíz. III. Pergamino, 1984. Asociación de Ingenieros Agrónomos de la Zona Norte de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.
- HANSEN, O.M.; ZELJKOVICH, V.J.; GUEVARA, E.; C. DE GONZALEZ, G. y BLOTTA, L.A. 1984. Sistemas de labranzas en la rotación trigo/soja - maíz. I. Efectos sobre los rendimientos de maíz. In: Congreso Nacional de Maíz, III. Pergamino, 1984. Asociación de Ingenieros

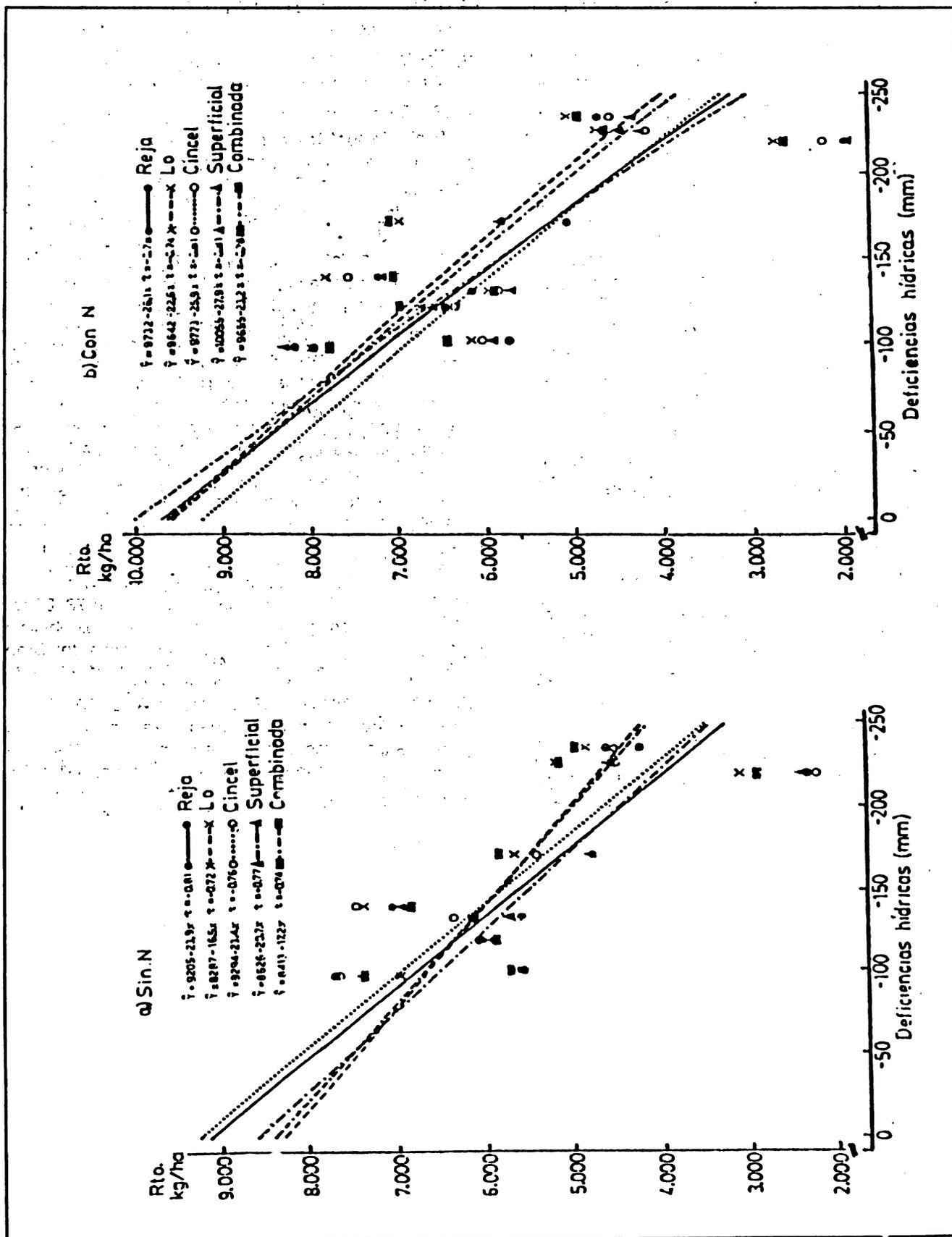


Figura 6. Correlaciones entre rendimientos de maíz con distintas labranzas y deficiencias de agua climáticas.

- Agrónomos de la Zona Norte de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.
- JONES Jr., J.N.; MOODY, J.E.; SHEAR, G.M.; MOSCHLER, W.W. and LILLARD, J.H. 1968. The no-tillage sistem for corn (*Zea mays* L.). Agron. J. 60: 17 - 20.
- , MOODY, J.E. and LILLARD, J.H. 1969. Effects of tillage, no - tillage, and mulch on soil water and plant growth. Agron. J. 61: 719 - 721.
- KUGLER, W.F. 1986. Importancia de la conservación del suelo en áreas trigueras de los países del Cono Sur. In: Reunión sobre Sistemas de Labranza y Conservación de Suelos, Marcos Juárez, Córdoba, Argentina, 1985. Montevideo, Uruguay IICA pp. 11 - 29 (DIALOGO XV).
- LATTANZI, A. y PURICELLI, C. 1976. El cultivo mínimo para maíz. IDIA, Sup. Nº 32, p. 230 - 241.
- , MARELLI, H. y NARDONE, M. 1979. Siembra directa de maíz continuo. In: Reunión Técnica Nacional de Labranzas Conservacionistas. II. Rosario. Santa Fe, Argentina.
- LEIVA, P.D. y HANSEN, O.M. 1984. Sistemas de labranza en la rotación trigo/soja - maíz. III. Las resistencias mecánicas del suelo y el desarrollo radicular del cultivo de maíz. In: Congreso Nacional de Maíz. III. Pergamino. 1984. AIANBA.
- MARELLI, H.J. 1986. La erosión del suelo en la Argentina. In: Reunión sobre Sistemas de Labranza y Conservación de Suelos, Marcos Juárez, Córdoba, Argentina 1985. Montevideo, Uruguay, IICA p. 33 - 42. (DIALOGO XV).
- MOODY, J.E.; JONES Jr., J.N. and LILLARD, J.H. 1963. Influence of straw mulch on soil moisture, soil temperature, and growth of corn. Soil Sci. Amer. Proc. 27: 700 - 703.
- PETERSON, G.A. and FENSTER, C.R. 1982. No-till in the great plains. Crops and Soils Magazine. 34 (4): 7 - 9.
- SEGINER, IDO. 1969. The effect of albedo on the evapotranspiration rate. Agr. Meteorol. 6: 5 - 31.
- SHANHOLTZ, V.O. and LILLARD, J.H. 1968. Hidrologic aspects of no tillage versus conventional tillage systems for corn production. Citado por Gauer, E., Shaykewich, C.F. and Stobbe, E.H. 1982. Soil temperature and soil water under zero tillage in Manitoba. Can. J. Soil Sci. 62: 311 - 325.
- TOTIS de ZELJKOVICH, L.E. y REBELLA, C.M. 1980. Necesidades de agua de un cultivo de maíz en la región de Pergamino. In: Congreso Nacional de Maíz. II Pergamino, Argentina, AIANBA.
- ; ZELJKOVICH, V.J. y BLOTTA, L.A. 1984. Sistemas de labranza en la rotación trigo/soja - maíz. II. Efectos en el contenido de humedad del suelo y en el consumo y eficiencia del agua del cultivo de maíz. In: Congreso Nacional de Maíz. III. Pergamino, Argentina. 1984. AIANBA.
- TRIPLETT Jr., G.B.; VAN DOREN Jr., D.M. and SCHMIDT, B.L. 1968. Effect of corn (*Zea mays* L.) stover mulch on no - tillage corn yield and water infiltration. Agron. J. 60: 236 - 239.
- VAN DOREN Jr., D.M. and ALLMARAS, R.R. 1978. Effect of residue management practices on the soil physical environment, microclimate and plant growth. In: Crop Residue Management systems. A.S.A. Nº 31, 49 - 83.
- ZELJKOVICH, V.J., HANSEN, O.M. y GALETTO, M.L.R. 1979. Estudio comparativo de labranzas en un suelo del área maicera Argentina. In: Reunión Técnica Nacional de labranzas conservacionistas. II. Rosario, Santa Fe, Argentina.

Situación actual sobre sistemas en Argentina

por Juan J. Actis *

INTRODUCCIÓN

Si bien los primeros trabajos proponiendo el enfoque de sistemas en Argentina fueron orientados, preferentemente, a resolver aspectos que hacen a la producción animal con contribuciones como las de Bravo (1975), Fujita (1975) y Joandet (1975), el objetivo propio de analizar al sistema como un todo, incluyó luego, en estudios de sistemas mixtos, diversos puntos que hacen a la agricultura.

Es posible señalar, sin lugar a dudas, que dos grandes proyectos iniciaron formalmente el análisis de sistemas agropecuarios en Argentina: SPITAG (Sistemas de Producción e Incorporación de Tecnología en Areas Ganaderas) y AREC (Area Regional Experimental Centro). Ambos, con distintos orígenes y modalidades metodológicas, dieron experiencia y conocimientos para avanzar en este interesante enfoque.

El trabajo que se presenta incluye un breve resumen de la aplicación del enfoque en el área pampeana, sus avances más importantes, los cambios producidos y un capítulo de discusión y conclusiones donde se trata de efectuar algún aporte a tan interesante temática.

EL PROYECTO SPITAG

Como antes se mencionó, dos proyectos iniciaron la aplicación del enfoque en Argentina, SPITAG y

AREC. Por razones del objetivo de este seminario se hará referencia principalmente a SPITAG.

Este proyecto comienza a ser generado en 1977 debido a la necesidad de sintetizar la información tecnológica en algunos centros de investigación del INTA y de detectar los factores que limitan la incorporación de tecnología.

En el mismo participaron profesionales de las Estaciones Experimentales de Balcarce, Concepción del Uruguay, Marcos Juárez, Pergamino y un grupo de Desarrollo Agropecuario del INTA Buenos Aires.

Los objetivos del proyecto fueron:

1. Identificar los sistemas reales de producción.
2. Detectar los factores que afectan la incorporación de tecnología.
3. Elaborar sistemas mejorados de producción.
4. Estimar el potencial productivo por área.

La finalidad estuvo relacionada a una preocupación central tal como precisar objetivos de investigación y extensión, definir mejor la acción de extensión y en definitiva apuntar a generar alternativas de desarrollo tecnológico fundamentalmente. (Bocchetto, 1982).

En el área de influencia de la EEA Pergamino, el proyecto inició sus trabajos en una zona denominada mixta que abarcó los partidos de Alberti, Bragado y parte de Chivilcoy y 9 de Julio. (Cascardo y Actis, 1986).

Los resultados del mismo pueden resumirse en dos grandes líneas. Por un lado, la experiencia generada

* *Ingeniero Agrónomo, M. Ec., Coordinador Area Estudios Económicos y Sociales EEA Pergamino/INTA, Pergamino, Argentina.*

en el trabajo con equipos multidisciplinarios y por el otro en el acopio de una importante cantidad de información referente al conocimiento de los principales sistemas de producción, el medio ambiente que los caracteriza y las relaciones más importantes entre los componente analizados.

Entre los trabajos que se generaron con información proveniente de este proyecto en el área maicera, se puede detectar una caracterización del cultivo de maíz en el marco de los sistemas de producción (Cordone, *et. al.*, 1980). En éste, se trató de caracterizar al cultivo de maíz, a través de un conjunto de variables tecnológicas para una región ecológicamente homogénea.

Las variables analizadas incluyeron:

- Rendimiento promedio.
- Rendimiento máximo.
- Rendimiento mínimo.
- Rendimiento del último año.
- Duración del barbecho.
- Labores de presiembra.
- Epoca de siembra.
- Labores de postsiembra
- Uso de herbicidas.
- Utilización del rastrojo

De la información analizada se concluye que existen diferencias importantes entre los estratos de tamaño, para las variables tecnológicas y de productividad consideradas.

Esto como consecuencia fundamentalmente, de una diferente infraestructura productiva y disponibilidad de recursos, lo que condiciona una variación en la utilización de los medios productivos. Estas diferencias llevan a plantear distintos paquetes tecnológicos o alternativas productivas, para cada sistema de producción.

EL USO DE LA INFORMACIÓN GENERADA EN EL SPITAG

La información generada por el proyecto SPITAG en el área de la EEA Pergamino, facilitó fundamentalmente entrar en la etapa de la priorización de actividades, principalmente en el área de la experimentación adaptativa y la extensión.

En 1986 se pone en marcha en el área de estudio un grupo de experimentación adaptativa (Senigagliesi, Actis y Pellegrino, 1985) cuyo objetivo central consistía en realizar experimentación en campo de productores.

Con el propósito de priorizar los temas a experimentar, se puso en marcha un grupo de discusión formado por investigadores y extensionistas, quienes utilizaron la información sobre sistemas y un sencillo sistema de puntaje. Con ello se priorizaron acciones en la zona de trabajo, mediante la evaluación de distintos criterios como adaptabilidad, economicidad, etc. de las técnicas a analizar.

La combinación entre el conocimiento de los sistemas y la utilización del modelo de puntaje facilitó la toma de decisiones y permitió incorporar a las discusiones un conocimiento más profundo y sistematizado.

Con la creación de los Consejos Regionales en el INTA, da comienzo una nueva etapa en el sistema de planificación. Se podría decir que la misma consiste en la generalización de la utilización de la información generada por sistemas a nivel regional, cruzada con productos vía los programas nacionales.

Esta nueva modalidad genera dentro de la Institución una demanda marcada por información sobre los distintos sistemas de producción en cada área regional.

En el caso de la Regional Buenos Aires Norte (cuya zona de trabajo incluye gran parte del área tradicional maicera) no sólo se genera un diagnóstico regional que incluye la problemática sobre distintos sistemas de producción, sino que además se ponen en marcha algunos proyectos regionales de extensión basados en la solución de problemas y su priorización en base a sistemas de producción (INTA, Centro Regional

Buenos Aires Norte, 1988). En esta etapa tiene una participación fundamental el servicio de extensión.

LA ETAPA ACTUAL

La experiencia generada por los primeros trabajos en sistemas de producción señaló, entre otros problemas, una visión demasiado economicista de los enfoques utilizados.

Por ello, insistiendo en la temática sobre la identificación de limitantes al desarrollo agropecuario, partiendo de que es fundamental profundizar en el conocimiento sobre sistemas de producción, se consideró importante identificar en zonas ecológicamente homogéneas, las formas de organización social de la producción con su componente estructural, tecnológico y de decisión.

A fin de aportar mayor conocimiento sobre el comportamiento de las formas de organización de la producción predominantes en el área maicera tradicional, se generó en 1986, una investigación llevada por investigadores del INTA Pergamino y del CEIL - CONICET.

Esta se plantea primero como un diagnóstico de las transformaciones operadas a nivel de organización de la producción en la zona y luego como un intento de profundización en el análisis de las características de cada una de las formas detectadas (Pizarro, *et. al.*, 1990).

Esta investigación se encuentra en marcha, habiéndose cubierto una parte importante de las etapas previstas.

Simultáneamente se ha avanzado en la aplicación de modelos matemáticos para analizar aspectos que hacen, por ejemplo, a las alternativas de labranzas (Calcaterra y Actis, 1989), en el estudio de casos (Triccó, 1990) y la aplicación de análisis bajo condiciones de riesgo (Actis, 1985).

DISCUSIÓN

El camino hasta ahora recorrido ha permitido el acopio de una importante cantidad de información

referente al conocimiento de sistemas de producción, el medio ambiente que los caracteriza y las relaciones más importantes entre los componentes analizados.

También facilitó la obtención de una rica experiencia profesional mediante la cual se perfeccionó, con éxito a veces y fracaso otras, lograr una aplicación práctica de un enfoque que parece interesante pero que, según el nivel de detalle que se pretenda, puede ser altamente complejo.

Esta complejidad puede llevar, a veces, a consumir más cantidad de tiempo que el deseado y convertirse en desventaja, en vez de facilitar rápidamente el conocimiento de los distintos sistemas de producción.

Es por ello que el nivel de resolución que se pretenda, debiera ser profundamente analizado, ya que si bien un nivel general produce muy poca información, profundizar en el análisis puede consumir demasiado tiempo.

Si se tiene en cuenta el objetivo que se persigue al analizar los sistemas y la dinámica que generalmente presentan éstos en áreas agrícolas, deberá lograrse un buen balance para llegar a la información satisfactoria.

Por otra parte, existe una importante dependencia entre los métodos a utilizar y la disponibilidad de información. A veces, por razones ligadas a la obtención de cierta calidad en la investigación, se pretende hacer uso de métodos de cierta sofisticación, olvidando la disponibilidad de información de base para que estos sean operativos.

En el caso de la asignación de recursos o la priorización para investigación y extensión, el enfoque genera indudablemente información interesante, pero debe tenerse en cuenta que muchas veces serán necesarios modelos adicionales que faciliten una mejor priorización, o que permitan llegar al menos a fijar criterios de asignación claros.

LITERATURA CITADA

ACTIS, J.J. 1985. Análisis económico de la fertilización en condiciones de riesgo. El caso del maíz. In: XVI Reunión

- Anual Asociación Argentina de Economía Agraria. Bahía Blanca. Argentina.
- BOCCHETTO, T. 1982. Proyecto "Sistema de producción e incorporación de tecnología en áreas ganaderas SPITAG". In: DIALOGO III. Seminario sobre Sistemas en Investigación Agropecuaria. IICA/Cono Sur/BID. Montevideo, Uruguay.
- BRAVO, B. 1975. Interacción productores-investigadores en la investigación de sistemas de producción. In: Seminario IICA/EMBRAPA sobre el enfoque de sistemas de producción en agricultura. Brasilia. Brasil.
- CALCATERRA, C. y ACTIS J.J. 1989. Agricultura tradicional y conservacionista. Un modelo de programación lineal. In: XX Reunión Anual. Asociación Argentina de Economía Agraria. Buenos Aires, Argentina.
- CASCARDO, A. y ACTIS J.J. 1986. El enfoque de sistemas. Un estudio en la Región Pampeana Argentina. In: DIALOGO XIV Tipificación y clasificación de sistemas de producción. PROCISUR/IICA. Montevideo, Uruguay.
- CORDONE, G.; BASAIL, J.; CASCARDO, A; FIGONI, H.; ACTIS, J.J. y ARIAS J. 1980. Caracterización del cultivo de maíz en el marco de sistemas reales de producción. In: II Congreso Nacional de Maíz. AIANBA. Pergamino, Argentina.
- FUJITA, H.O. 1975. La generación de variables aleatorias de un modelo de simulación. IICA. Montevideo, Uruguay.
- INTA, Centro Regional Buenos Aires Norte. 1988. Análisis de la problemática regional. Documento de trabajo. INTA. Pergamino, Argentina.
- JOANDET, G.E. 1975. Un modelo para simulación de producción de carnes. IICA. Montevideo, Uruguay.
- PIZARRO, J.; TORT, M.I.; CACCIAMANI, M.; BEARZOTTI, S.; DEVOTO, R. y GONZALEZ, M. 1990. Formas de organización social de la producción en el área maicera tradicional. Revista Argentina de Economía Agrícola. Vol. IV. Buenos Aires, Argentina.
- SENIGAGLIESI, C.; ACTIS, J.J. y PELLEGRINO, R. 1985. Núcleo Zonal de experimentación adaptativa y transferencia de tecnología. Documento de trabajo. EEA Pergamino/INTA, Argentina.
- TRICCO, R. 1990. El sistema tradicional de producción porcina en la región maicera. Boletín de Divulgación N° 83. EEA Pergamino/INTA.

Análisis económico de ensayos de labranzas bajo condiciones de riesgo. El caso del maíz

por J. J. Actis *, A. Justo ** y G. Vicente **

INTRODUCCIÓN

El análisis de márgenes brutos es ampliamente conocido por los economistas agropecuarios, a través del cual se trata de obtener, en base por ejemplo a la información proveniente de diversos ensayos, resultados económicos con respecto a diferentes relaciones de precios, de insumos y de productos.

Las condiciones que imponen una importante restricción a los resultados generados por estos métodos clásicos, están básicamente relacionados con la variabilidad, tanto climática como de precios, que puede incidir notoriamente sobre la información disponible para la toma de decisiones.

En este trabajo se presentan los resultados económicos de diez años de ensayos de labranzas que fueron desarrollados por el Área de Agronomía de la EEA Pergamino y estuvieron a cargo del Ing. Agr. Víctor Zeljkovich. La modalidad técnica implementada fue una secuencia continua de los cultivos trigo-soja-maíz, siendo este último antecesor del trigo.

EL CASO A ANALIZAR

El caso del maíz se presenta interesante para analizarlo desde este punto de vista ya que de acuerdo con investigaciones (Hansen et. al., 1984; Oyárbal et. al., 1980; Totis de Zeljkovich et. al., 1980; Delpech

y Darwich, 1980) se ha demostrado la importancia que revisten las deficiencias en el rendimiento final del cultivo, principalmente las ocurridas durante el período de floración.

Dichas deficiencias, de ocurrencia probabilística muy alta, pueden incidir notablemente en los rendimientos del cultivo, disminuyendo los mismos hasta un 40-50 por ciento o más en casos no fertilizados y en una proporción mayor aún en el caso fertilizado (Hansen et. al., 1984).

Por otra parte, diferentes métodos de labranza pueden incidir en la economicidad del cultivo debido a los costos alternativos en labores, que en Argentina se presentan cada vez con mayor importancia por el precio del combustible, además de la problemática ligada a la conservación de los recursos naturales y al aprovechamiento del agua en el suelo.

ANÁLISIS BAJO CONDICIONES DE RIESGO

Los modelos de análisis de estas situaciones pueden ser variados, dependiendo fundamentalmente de la disponibilidad de información para su realización.

En general, han sido propuestas diversas alternativas bajo formas clásicas de análisis (Anderson y Dillon, 1968; Halter y Dean, 1971; Anderson et. al., 1977) trabajando el enfoque sobre preferencias conocidas, es decir, donde se posee información sobre distribuciones de funciones de utilidad de los decisores.

El análisis bajo condiciones de preferencias desconocidas ha sido más utilizado, principalmente debido a la dificultad de contar con funciones de utilidad.

* Ingeniero Agrónomo, M. Ec., Coordinador Área de Estudios Económicos y Sociales.

** Ingenieros Agrónomos. Área de Estudios Económicos y Sociales. EEA Pergamino/INTA, Argentina

Este incluye los conceptos de eficiencia estocástica que permiten trabajar con funciones discretas o continuas y con una metodología analítica más discreta (Actis, 1982; Actis, 1985), donde se asumen criterios generales con respecto a las funciones de utilidad.

Una interesante alternativa consiste en el uso de distribuciones simétricas (normal, uniforme, triangular, beta, etc.) combinadas con los métodos de Hanoch y Levy para incorporación de riesgo.

Estudios empíricos realizados por Da Cruz (1979), muestran evidencias de que en aplicaciones agrícolas, las distribuciones de precios y rendimientos esperados pueden ser aproximadamente simétricas. Una detallada explicación de los criterios de Hanoch y Levy puede ser consultada en Anderson et. al (1977) y una aplicación al análisis en Actis (1982) y Actis (1985).

INFOMACIÓN Y METODOLOGÍA

La información utilizada para este trabajo se obtuvo de ensayos efectuados por el Ing. Agr. Zeljkovich en la EEA Pergamino/INTA.

De los mismos se obtuvieron los paquetes tecnológicos utilizados en cada alternativa, así como los rendimientos efectivamente ocurridos en cada año de una serie de diez años consecutivos.

Los precios del producto fueron obtenidos de información histórica, correspondientes a cada campaña, promedio de los tres meses de mayor venta (marzo, abril y mayo) y llevados a moneda constante base junio 1990.

En todos los casos se analizaron los márgenes brutos del cultivo con valores correspondientes a maquinaria contratada de junio de 1990 y asumiendo una relación de 55 litros de gasoil para el equivalente de la arada con rejas.

Los precios de los insumos fueron obtenidos de comercios de la zona a junio de 1990, asumiendo una relación a A 1.166 por kilo de Urea, a una tasa de cambio de A 5.300/dólar.

A los efectos del cálculo de intereses se asumió una tasa del 12 por ciento anual, en seis meses y como costos de cosecha 10 por ciento y de comercialización 21 por ciento sobre el ingreso bruto.

La información fue utilizada a fin de calcular los márgenes brutos ex-post para cada campaña, considerando las variaciones de precios y rendimientos y tomando constantes los valores de los paquetes tecnológicos.

Se analizan así diez alternativas para la serie de diez años mostrándose los paquetes tecnológicos de cada una de ellas en el Cuadro 1.

Para cada alternativa analizada se calcularon los márgenes brutos medios esperados, la varianza, el desvío estándar y el coeficiente de variación. Los márgenes brutos de cada alternativa fueron calculados utilizando el sistema experimental de gestión ECON 1 desarrollado por el Area de Estudios Económicos y Sociales de la EEA Pergamino.

Los resultados así obtenidos fueron luego analizados empleando los criterios de dominancia expuestos por Hanoch y Levy, utilizando los márgenes brutos medios esperados y los desvíos estándar calculados.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos se muestran en los Cuadros 2 y 3.

COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

Como resultado de las comparaciones por pares de actividades a nivel del análisis de dominancia estocástica, se puede ver en el Cuadro 3 que la alternativa labranza cero con nitrógeno domina el resto de las alternativas de labranzas con la aplicación de nitrógeno, por presentar en todos los casos un mayor margen bruto medio esperado con una menor variabilidad. Esto significa desde el punto de vista del riesgo que no solamente existe la probabilidad de obtener mayores márgenes brutos, sino que además la variabilidad de éstos en el tiempo es inferior al de las alternativas de labranza donde se utiliza fertilizante.

Cuadro 2. Márgenes brutos, media esperada, desvíos y coeficientes de variación (en A junio 1990).

Campaña Alternativa	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86	1986/87
Reja S/N	1722058,54	1810131,05	405792,17	1117441,67	1045692,02	1195208,97	762986,48
Reja C/N	1683044,75	1747429,49	86652,24	1109159,64	971732,19	1155158,06	537156,96
Cinzel S/N	1653612,23	1967967,18	341237,65	1359846,20	1065398,15	1177555,77	659164,62
Cinzel C/N	1614598,43	1884462,21	233372,80	1380771,60	940286,35	1087641,58	593298,54
Superficial S/N	1640281,42	1862908,70	497553,90	1208542,60	1136795,73	1036275,71	764530,19
Superficial C/N	1803152,62	1831412,26	165478,77	1474080,32	923994,82	1310070,15	648305,25
Lab. Cero S/N	1350001,41	1971107,14	762794,49	1488931,77	1183592,16	1033513,77	933959,81
Lab. Cero C/N	1652410,75	2005488,18	482460,19	1845742,74	1153476,89	1154785,24	752564,58
Combinada S/N	1561601,54	1750529,05	632834,77	1531037,49	1214781,26	1055335,36	849518,08
Combinada C/N	1594537,04	1718734,65	418721,93	1873244,74	1086015,75	1305664,72	756991,42

Campaña Alternativa	1987/88	1988/89	1989/90	Promedio	Desvíos	Coficiente Variación %
Reja S/N	1643073,52	2364434,78	1041349,43	1310816,80	572692,40	43,7
Reja C/N	1677544,82	2352876,52	1304776,41	1262553,11	588009,50	46,6
Cinzel S/N	1528060,20	2378587,09	1298161,50	1342959,06	536964,47	40,0
Cinzel C/N	1539733,91	2523840,86	1394217,93	1319222,42	589232,45	44,7
Superficial S/N	1564426,83	2446477,47	1086956,79	1324474,93	512709,84	38,7
Superficial C/N	1699858,86	2543065,43	1398203,93	1379762,24	608299,71	44,1
Lab. Cero S/N	1451884,59	2497509,08	989277,68	1366257,19	477252,19	34,9
Lab. Cero C/N	1639425,39	2637355,53	1160053,10	1448376,26	574734,30	39,7
Combinada S/N	1516995,38	2529865,72	958024,72	1360052,34	493641,15	36,3
Combinada C/N	1603575,45	2756229,16	1182597,82	1429631,27	585159,89	40,9

Cuadro 3. Resumen resultados análisis de dominancia

Alternativa	Domina A:	Alternativa
Lab. Cero C/N	Sí	Reja C/N
Lab. Cero C/N	Sí	Cincel C/N
Lab. Cero C/N	Sí	Superficial C/N
Lab. Cero C/N	Sí	Combinada C/N
Lab. Cero C/N	Sí	Reja S/N
Lab. Cero C/N	Sí	Cincel S/N
Lab. Cero C/N	Sí	Superficial S/N
Lab. Cero C/N	Sí	Combinada S/N
Lab. Cero S/N	Sí	Combinada S/N
Lab. Cero S/N	Sí	Superficial S/N
Lab. Cero S/N	Sí	Cincel S/N
Lab. Cero S/N	Sí	Reja S/N
Reja S/N	Sí	Reja C/N
Cincel S/N	Sí	Cincel C/N
Lab. Cero C/N	Sí	Cero S/N
Superficial C/N	No	Superficial S/N
Combinada C/N	No	Combinada S/N

De la misma forma, cuando se analizan las alternativas sin aplicación de fertilizantes, la labranza cero domina al resto de ellas.

Al comparar la labranza cero con aplicación de nitrógeno versus la misma alternativa sin aplicación, la primera domina a la segunda. En cambio, reja y cincel sin nitrógeno dominan a las mismas labranzas con nitrógeno y labranza superficial y combinada con nitrógeno no dominan a las mismas labranzas sin nitrógeno, ya que presentan márgenes brutos medios más altos y una mayor variabilidad.

Como resumen del análisis efectuado puede concluirse que la labranza cero con nitrógeno es la alternativa que domina al resto de las alternativas analizadas.

LITERATURA CITADA

- ACTIS, J.J. 1982. Híbridos de Girasol. Un caso de eficiencia estocástica? In: XIII Reunión Anual, Asociación Argentina de Economía Agraria. Río Cuarto. Argentina.
- . 1985. Un análisis económico de la fertilización en condiciones de riesgo. El caso del maíz. In: XVI Reunión Anual Asociación Argentina de Economía Agraria. Bahía Blanca. Argentina.
- ANDERSON, J.R. y DILLON, J.L. 1968. Economic consideration in response research. *American Journal of Agricultural Economics*. 50(1): p. 130-142.
- ; DILLON, J.L.; HARDAKER, B. 1977. Agricultural decision analysis. The IOWA State University Press, 327 p.
- DA CRUZ, E.R. 1979. On the determination of priorities for Agricultural Research under risk. WYE College, University of London PhD Thesis.
- DELPECH, J.M. y DARWICH, N.A. 1980. Cuantificación del efecto del stress hídrico sobre el rendimiento de maíz. In: II Congreso Nacional de Maíz. AIANBA, Argentina, p. 220-229.
- HALTER, A.N. y DEAN, G.W. 1971. Decisions under uncertainty. South Western Publishing Co. Cincinnati. 266 p.
- HANSEN, O.; ZELJKOVICH, V.; GUEVARA, E.; C. DE GONZALEZ, G. y BLOTTA, L. 1984. Sistemas de labranza en la rotación en trigo/soja y maíz. I Efectos sobre los rendimientos del maíz. In: III Congreso Nacional de Maíz. AIANBA, Argentina, p. 174-180.
- OYARZABAL, E.; REBELLA, C. y FRUTOS, E. 1980. Influencia del clima sobre la producción de maíz del partido de Pergamino. In: II Congreso Nacional de Maíz. AIANBA, Argentina, p. 201-210.
- TOTIS DE ZELJKOVICH, L. y REBELLA, C. 1980. Necesidades de agua de un cultivo de maíz en la región de Pergamino. In: II Congreso Nacional de Maíz. AIANBA, Argentina, p. 211-219.

Evolución de los márgenes brutos de los principales cultivos. El maíz. Período 1971/72 - 1987/88

por Juan J. Actis *

INTRODUCCIÓN

La importancia del margen bruto como herramienta de análisis en la toma de decisiones a nivel del productor, es ampliamente conocida.

Por ello es cada vez más usual, encontrar publicaciones periódicas donde se distribuyen cálculos de márgenes brutos de diversas actividades agrícolas o ganaderas, con anticipación a las épocas de decisiones importantes.

En general, éstos son bien aceptados por el productor y el asesor técnico, quienes manejan tanto la información del paquete de insumos a utilizar, como el precio de los mismos.

El acopio de dicha información a nivel de cada actividad, permite efectuar el análisis sobre la evolución, tendencia y variabilidad del margen por una unidad determinada (tierra, pesos invertidos, mano de obra), así como la incidencia de los diversos costos operativos.

Esto permite contar con información adicional a la que se produce generalmente y ampliar de ese modo el análisis por actividad.

Es importante hacer notar que para ello es fundamental la compatibilización de criterios ya que, en el tiempo, no sólo varían las relaciones de precios, sino también los paquetes utilizados de tecnología y por consiguiente la productividad de cada actividad.

METODOLOGÍA

Para el cálculo de los márgenes brutos se utilizó la metodología usual en el Área de Estudios Económicos y Sociales de esta Estación Experimental.

A fin de conformar la serie 1971/72 - 1987/88 se partió de la información técnico-económica publicada en la serie Costos de la Carpeta de Economía, correspondiente a cada campaña y los Boletines de Divulgación Técnica N° 12 y N° 18.

Los márgenes brutos fueron calculados para dos modalidades en cuanto a la realización de labores: con maquinaria propia y contratada. En ambos casos se considera a la cosecha efectuada por contratistas.

Los valores correspondientes a los costos de implantación y protección, cosecha y comercialización (1) e ingreso bruto se deflacionaron utilizando el índice de precios no agropecuario al por mayor del INDEC base 1960=100.

Los precios del producto fueron tomados de las cotizaciones de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires. Para cada cultivo se considera el promedio del trimestre de mayor venta a partir de la cosecha, tomando en el caso de maíz marzo, abril y mayo,

Se consideraron los niveles tecnológicos de acuerdo a su evolución en la serie y el nivel de rendimiento al efectivamente ocurrido en el partido de Pergamino para la correspondiente campaña.

Por razones de simplicidad en el cálculo, no fueron considerados los intereses, ya que su variabilidad podría complicar el mismo.

NIVEL DE TECNOLOGÍA

La información que se presenta en el Cuadro 1 corresponde a las labores empleadas y calidad y

* Ingeniero Agrónomo, M. Ec., Coordinador Área Estudios Económicos y Sociales EEA Pergamino/INTA, Argentina.

(1) En maíz los costos de comercialización incluyen el secado, por ser ésta una práctica común en la zona.

Cuadro 1. Maíz. Labores e insumos por hectárea.

Años	71/72	72/73	73/74	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89
Labores	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Arada	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Disqueada	1	2	1	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2
Rastras dientes	2	3	2	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
Siembra	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rotativa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Puv. terrestre	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Escardillo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Aporque	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Semilla (kg/ha)	20	23	20	20	20	20	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Herbicidas:																		
- 2,4-D(l/ha)	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,500	0,500	0,500	0,600	0,650	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
- Piclorán (l/ha)	-	-	-	-	-	0,300	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos publicados en la Carpeta de Economía Agrícola de la EEA Pergamino/INTA

cantidad de insumos que representan el nivel tecnológico de manejo más frecuente en el área.

RESULTADOS

En el Cuadro 2 se muestran los resultados para maquinaria propia. La evolución del total de costos operativos, ingreso bruto y margen bruto por hectárea se ha representado en la Figura 1.

En el caso de maquinaria contratada dicha información se puede ver en el Cuadro 3 y Figura 2.

Asimismo, se presenta en la Figura 3 la evolución y tendencias de: a) precios; b) rendimientos; c) y d) márgenes brutos.

El Cuadro 4 muestra los rendimientos de indiferencia tanto para la modalidad maquinaria propia como contratada.

Cuadro 4. Rendimientos de indiferencia (en qqm/ha) - Período 1971/72 - 1987/88.

Campaña	Maquinaria Propia	Maquinaria Contratada
1971/72	12,09	14,64
1972/73	16,35	19,02
1973/74	17,67	21,41
1974/75	16,12	23,12
1975/76	12,15	18,22
1976/77	21,15	24,75
1977/78	17,48	22,02
1978/79	24,67	34,10
1979/80	18,83	24,46
1980/81	25,76	32,86
1981/82	22,94	25,87
1982/83	15,63	18,07
1983/84	21,55	25,70
1984/85	22,80	29,52
1985/86	24,14	33,32
1986/87	18,99	25,82
1987/88	22,68	28,20

Cuadro 2. Maíz. Maquinaria propia. Costos operativos y márgenes brutos. Período 1971/72 - 1987/88 - Moneda Constante base 100 - 1960.

Años	71/72	72/73	73/74	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88
Conceptos																	
Implantación y Protección	6,08	7,63	5,64	6,39	5,19	6,26	9,04	10,27	9,47	11,85	11,27	11,78	13,18	12,03	10,79	11,04	11,78
Cosecha	8,65	11,85	18,03	11,64	8,24	18,02	13,07	5,77	5,98	7,90	8,69	7,82	11,09	9,79	7,93	6,15	8,87
Comercialización	16,59	25,48	27,03	17,43	9,04	40,64	29,29	29,40	24,29	22,75	24,32	17,92	25,50	24,47	20,63	14,14	20,40
Total Costos	31,32	44,96	50,70	35,46	22,47	64,92	51,40	45,40	39,74	42,50	44,28	37,52	49,77	46,29	39,35	31,33	41,05
Rendimiento (qqm)	31,00	46,58	46,49	34,55	30,00	54,65	53,77	40,43	37,48	53,00	45,00	32,60	48,00	48,21	48,67	37,26	49,00 *
Precio (qqm)	2,59	2,75	2,87	2,20	1,85	3,07	2,94	1,84	2,11	1,65	1,93	2,40	2,31	2,03	1,63	1,65	1,81
Ingreso bruto/ha	80,29	128,10	133,43	76,01	55,50	167,78	158,08	74,39	79,08	87,45	86,85	78,24	110,88	97,87	79,33	61,48	88,69
Margen bruto /ha	48,97	83,14	82,73	40,55	33,03	102,86	106,68	28,95	39,34	44,95	42,57	40,72	61,11	51,58	39,98	30,15	47,64

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos publicados en la Carpeta de Economía Agrícola de la EEA Pergamino/INTA.

Cuadro 3. Maquinaria contratada. Costos operativos y márgenes brutos. Período 1971/72 - 1987/88 - Moneda constante Base 100=1960.

Años	71/72	72/73	73/74	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/34	84/85	85/86	86/87	87/88
Conceptos																	
Implantación y Protección	12,67	14,97	16,38	21,79	16,43	17,31	22,37	27,58	21,34	23,57	16,97	17,62	22,78	25,66	25,75	22,31	21,78
Cosecha	8,65	11,85	18,03	11,64	8,24	18,02	13,07	5,77	5,98	7,90	8,69	7,82	11,09	9,79	7,93	6,15	8,87
Comercialización	16,59	25,48	27,03	17,43	9,04	40,64	29,29	29,40	24,29	22,75	24,32	17,92	25,50	24,47	20,63	14,14	20,40
Total Costos	37,91	52,30	61,44	50,86	33,71	75,97	64,73	62,75	51,61	54,22	49,93	43,36	59,37	59,92	54,31	42,60	51,05
Rendimiento (qqm)	31,00	46,58	46,49	34,55	30,00	54,65	53,77	40,43	37,48	53,00	45,00	32,60	48,00	48,21	48,67	37,26	49,00 *
Precio (qqm)	2,59	2,75	2,87	2,20	1,85	3,07	2,94	1,84	2,11	1,65	1,93	2,40	2,31	2,03	1,63	1,65	1,81
Ingreso bruto/ha	80,29	128,10	133,43	76,01	55,50	167,78	158,08	74,39	79,08	87,45	86,85	78,24	110,88	97,87	79,33	61,48	88,69
Margen bruto /ha	42,38	75,80	71,99	25,15	21,79	91,81	93,35	11,64	27,47	33,23	36,92	34,88	51,51	37,85	25,02	18,88	37,64

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos publicados en la Carpeta de Economía Agrícola de la EEA Pergamino/INTA. * Estimado

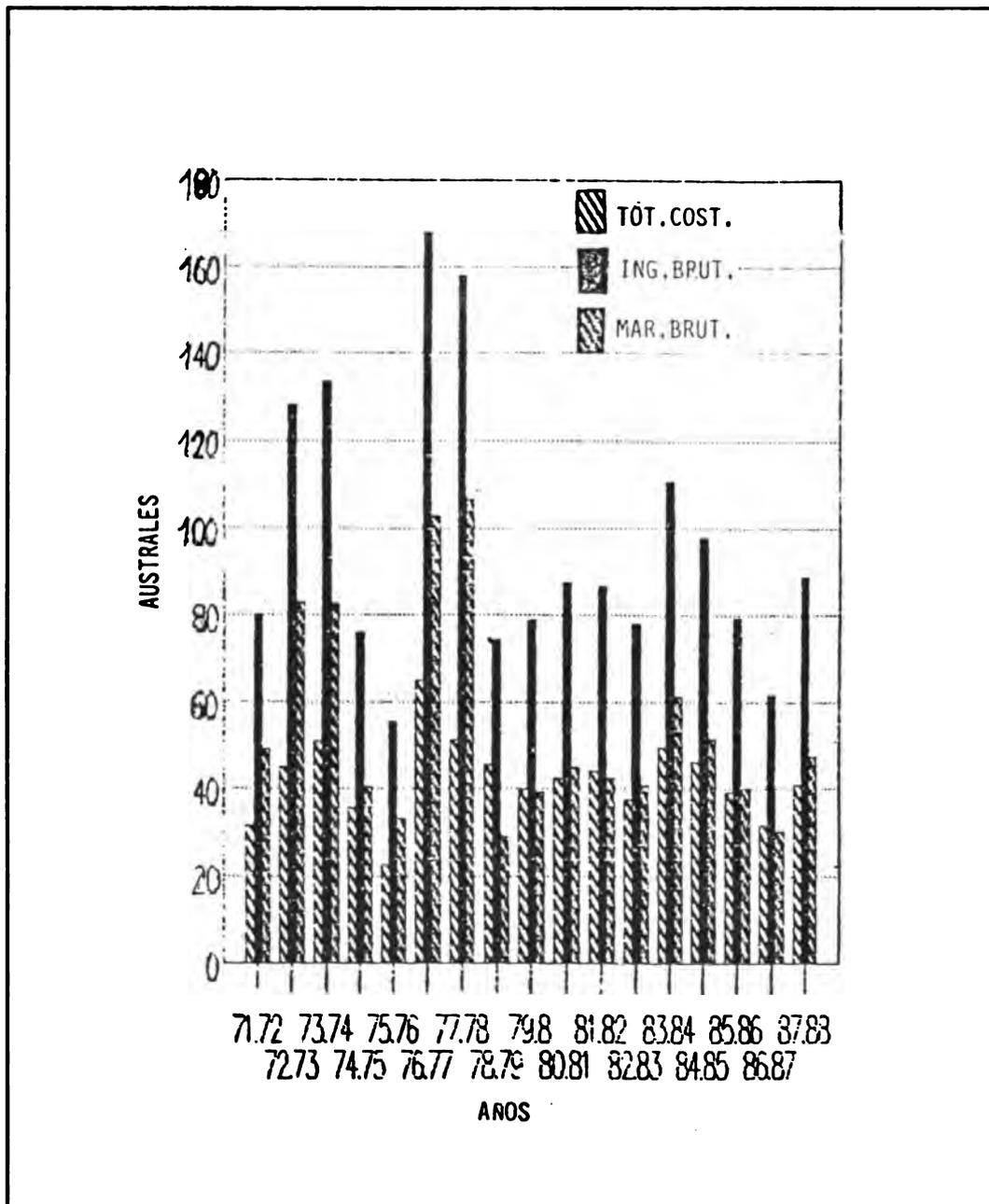


Figura 1. Maíz. Maquinaria propia. Evolución de costo total, ingreso bruto y margen bruto. Moneda constante base 1960=100

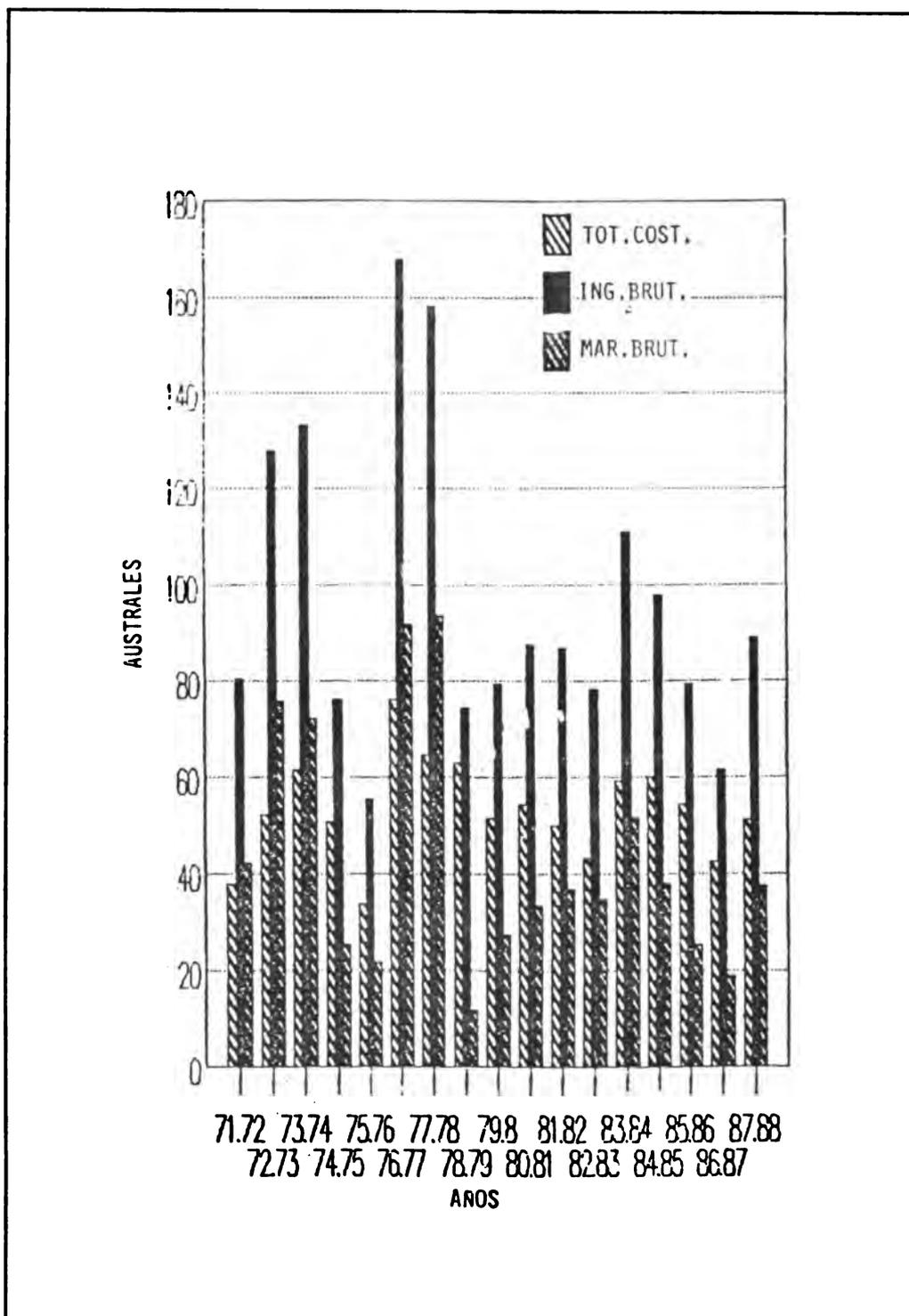


Figura 2. Maíz. Maquinaria contratada. Evolución de costo total, ingreso bruto y margen bruto. Moneda constante base 1960=100

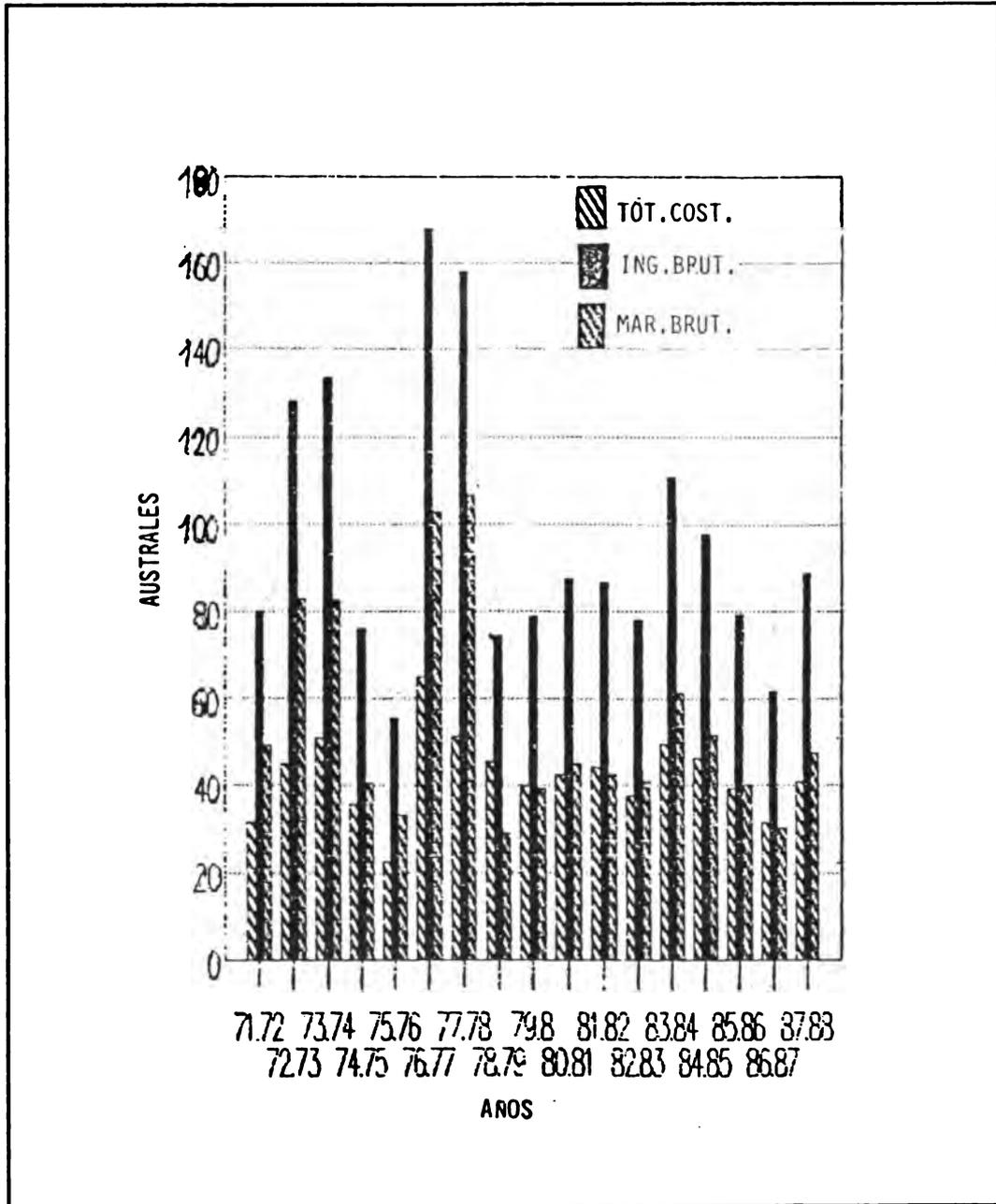


Figura 1. Maíz. Maquinaria propia. Evolución de costo total, ingreso bruto y margen bruto. Moneda constante base 1960=100

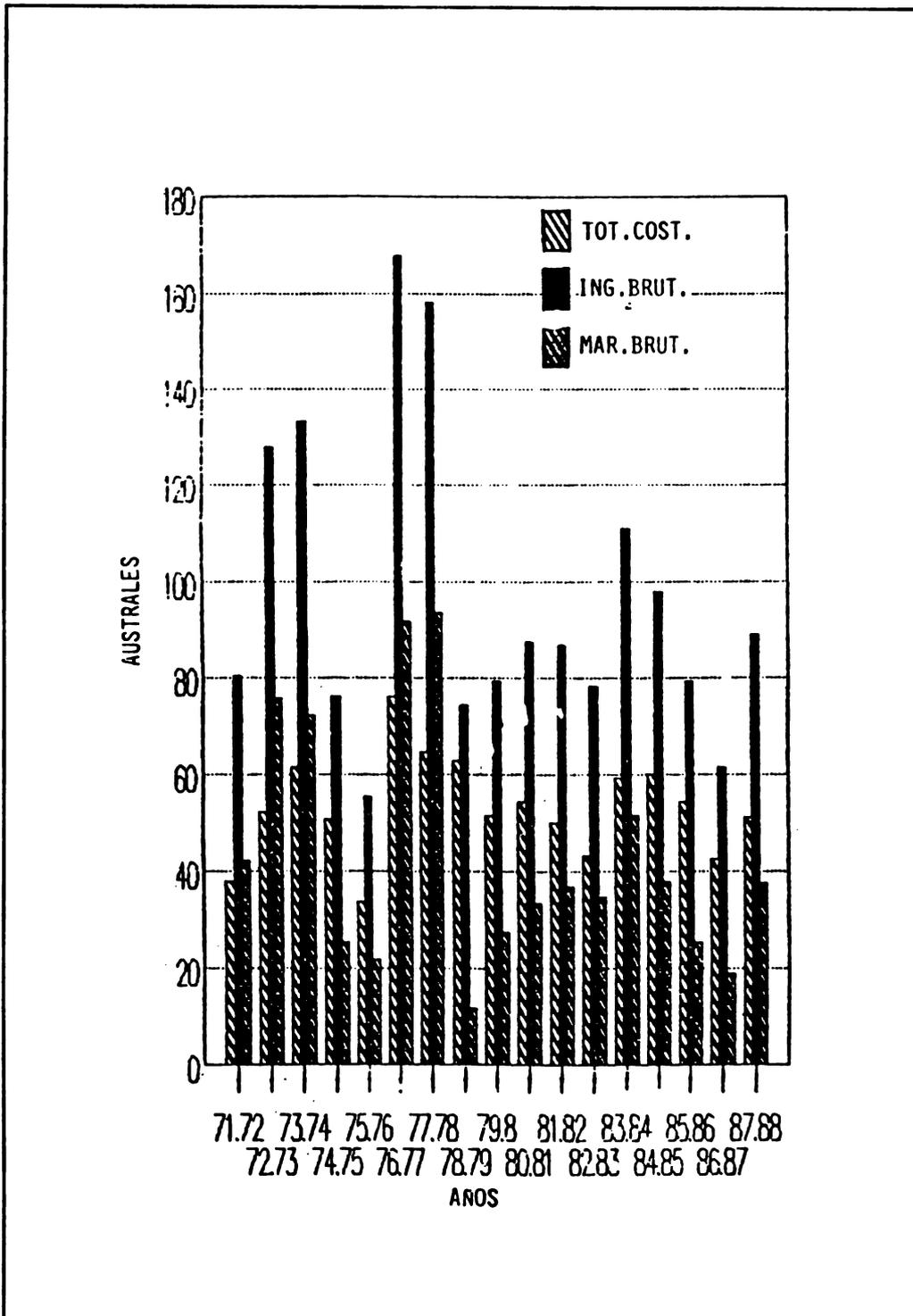


Figura 2. Maíz. Maquinaria contratada. Evolución de costo total, ingreso bruto y margen bruto. Moneda constante base 1960=100

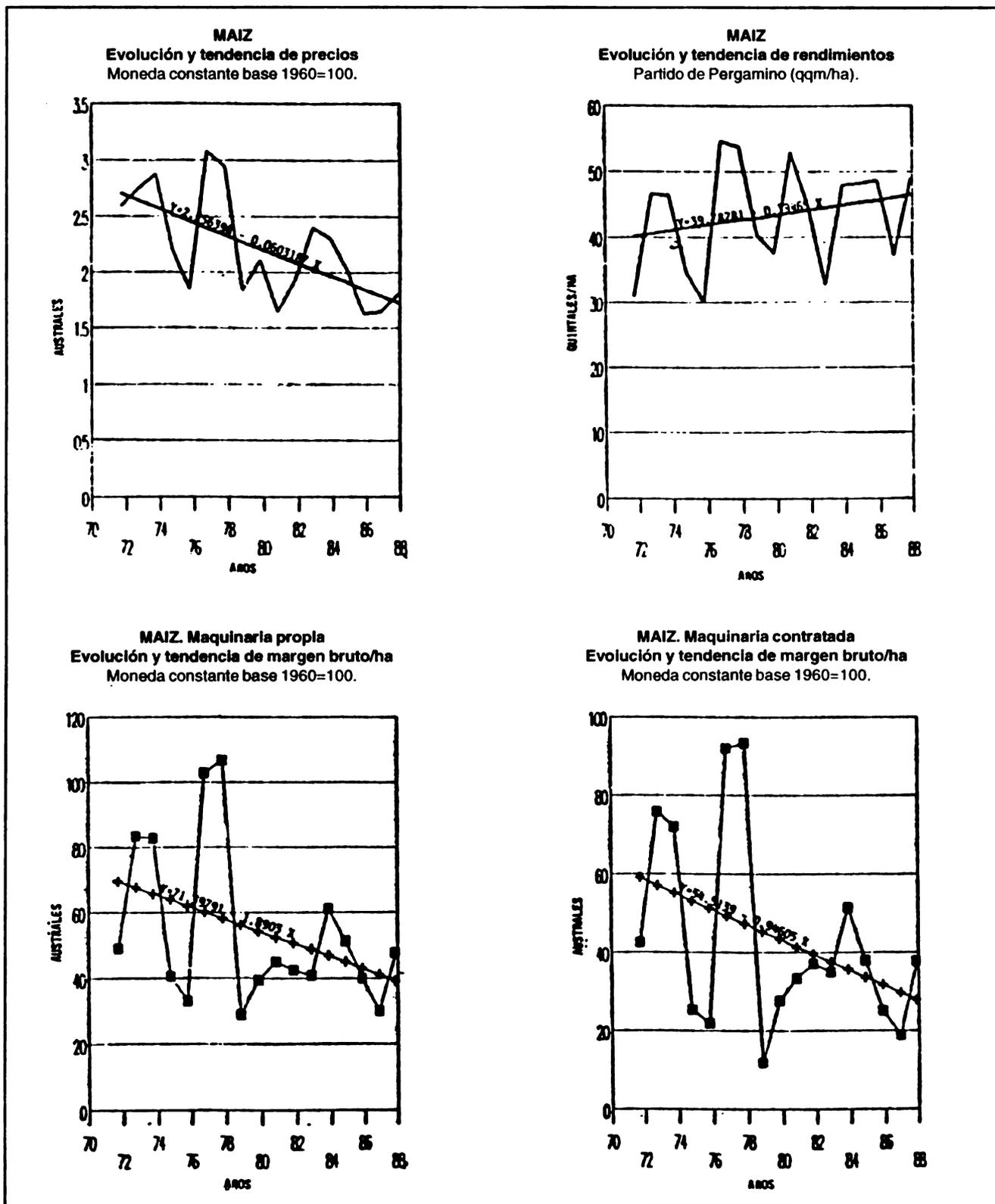


Figura 3. Maíz. Evolución y tendencia de precios, rendimientos y márgenes brutos.

CONCLUSIÓN Y DISCUSIONES

Tanto para la alternativa maquinaria propia como contratada se nota, en primer lugar, una marcada tendencia negativa de los márgenes brutos por hectárea.

Si se analizan las variables correspondientes al ingreso bruto, puede notarse una marcada tendencia negativa en el precio del producto y una tendencia levemente positiva en los niveles de rendimiento por hectárea.

Por otra parte, si bien el costo total presenta una leve tendencia negativa, esta disminución no alcanza

a cubrir la caída de precios. Asimismo, el incremento logrado en los rendimientos por hectárea, tampoco alcanza a cubrir las tendencias negativas del ingreso bruto.

En otras palabras, esto significa que, a moneda constante son necesarios cada vez más quintales de maíz para cubrir los costos operativos, tal como puede verse en el Cuadro 4.

En cuanto a la composición de costos operativos surgen los de comercialización, que representan un porcentaje importante de los mismos.

Situación del maíz en la agricultura uruguaya

por R. Cibils *, A. Fassio **, D. Risso *** y R. Romero ****

El Uruguay tiene una superficie útil de aproximadamente 16 millones de ha, de las cuales algo más de siete millones son arables. El 65 por ciento de las mismas se localizan en el litoral y el 36 por ciento se encuentran en el norte y noreste del país.

Los dos principales factores que condicionan las actividades agrícolas del país son el clima y la distinta aptitud de los suelos.

El clima puede ser considerado mesotermal, subhúmedo-húmedo, con precipitaciones anuales que fluctúan entre 1.000 y 1.300 mm, con relativa alta frecuencia de lluvias de gran intensidad, cortos períodos de heladas invernales, una evaporación intensa estival que produce cierto déficit de humedad en los suelos y vientos moderados con algunos fuertes y muy fuertes en primavera y otoño (Cayssials, 1978). No presenta extremos marcados, siendo limitante para algunos cultivos (trigo) y óptimo para otros (arroz, sorgo).

El régimen hídrico, en lo que hace a precipitación, agua disponible, el promedio anual de lluvias y temperaturas con especial énfasis a cultivos de verano se presentan en el Cuadro 1, y las Figuras 1 y 2.

Cuadro 1. Precipitación y agua disponible (Lámina de 115 mm. a 60 cm.). Promedio anual y coeficiente de variación. Serie de 25 años hasta 1990.

Meses	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Promedio anual
Precipitación	92	94	110	130	76	1.100 mm
C.V. %	71	71	70	68	80	
Agua disponible	42	36	44	54	67	
C.V.	40	53	60	33	30	

Fuente: Proyecto Clima INIA, 1990

Si bien el régimen de lluvias anual aparece como estable entre años, la variabilidad aumenta considerablemente si la observamos mensualmente y mucho más aún si consideramos los datos cada 10 días.

El balance hídrico y la temperatura han permitido establecer zonas con aptitud diferencial para el desarrollo del maíz. En la Figura 3 se muestran las zonas en las que ha sido dividido el país en base a una combinación de los parámetros antecedentes.

Los suelos presentan una importante variación entre las distintas zonas. Como características generales son de lenta infiltración, asociados a pendientes de entre 2 a 4 por ciento y profundidad variable entre 60-80 cm. con extremos de hasta 2 m (suelos arenosos del norte).

La proporción de tierras productivas, su localización y la aptitud para cultivos de verano estudiadas por la Dirección de Suelos y Fertilizantes de MGAP se presentan en la Figura 4.

* Ingeniero Agrónomo, Técnico Sistemas, INIA Uruguay.

** Ingeniero Agrónomo, Técnico Proyecto Cultivo, INIA Uruguay.

*** Ingeniero Agrónomo, Técnico Sistemas, INIA Uruguay.

**** Ingeniero Agrónomo, Técnico Proyecto Clima, INIA, Uruguay.

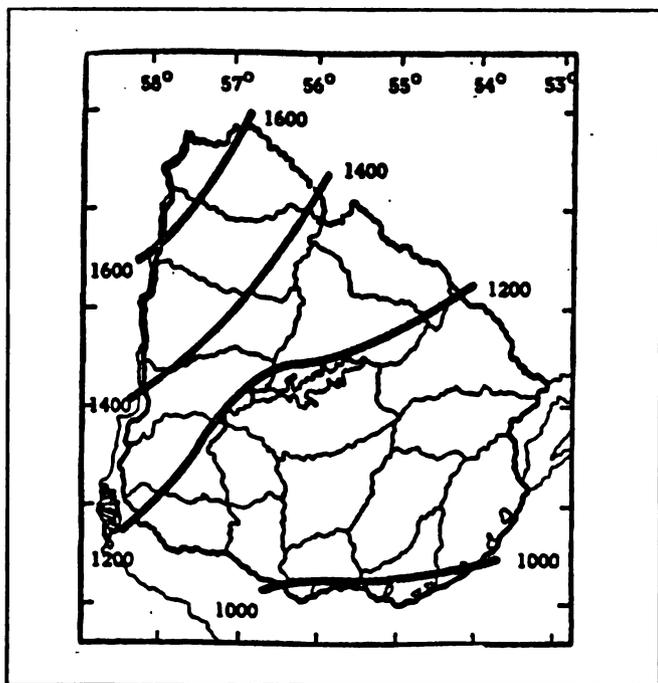


Figura 1. Unidades térmicas anuales. Temp. base 15°C (UT 15°C). (Fuente: Regionalización agroclim., Miscelánea nº 40. CIAAB/MAP, 1982).

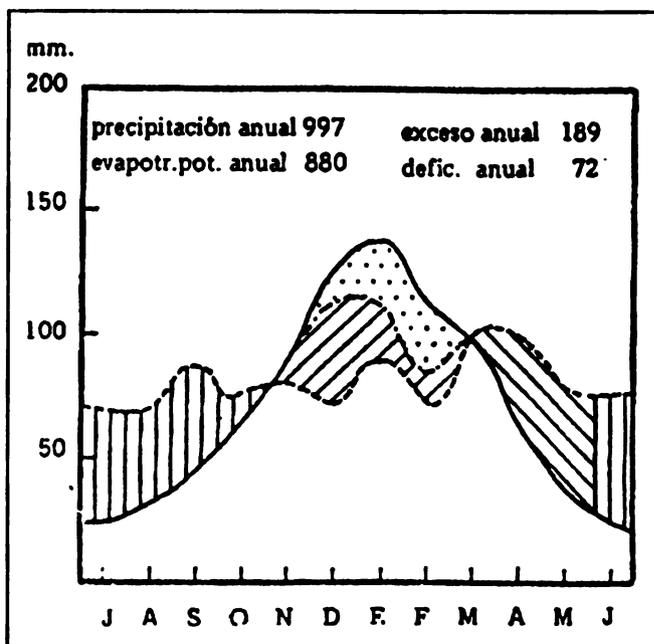


Figura 2. Balance hídrico Thorthwait-Matter región suroeste 1955-57. (Fuente: Regionalización agroclimática. Miscelánea nº40, CIAAB/MAP, 1982).

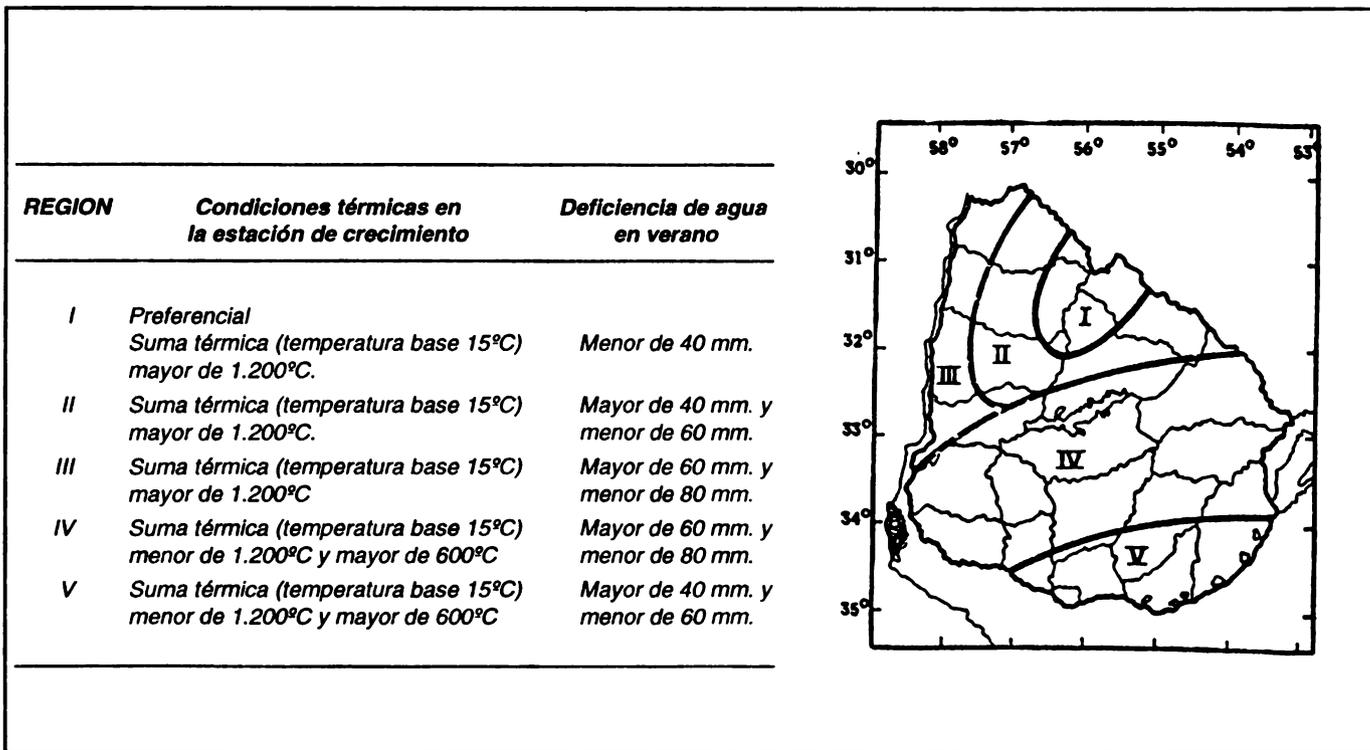


Figura 3. Zonas de aptitud con relación a las exigencias bioclimáticas del maíz. (Fuente: Regionalización agroclimática, Miscelánea nº40, CIAAB/MAP, 1982).

<i>Aptitud cultivos de verano</i>	<i>Tierras arables</i>	<i>Super. aprox.</i>	<i>Localización</i>
<i>I Muy aptas</i>	4.546.000 ha	Con 75%	Litoral, arrozables, este y noroeste
<i>II Muy aptas</i>	2.290.000 ha	Con 50%	Basalto y cristalino
<i>III Con limit.</i>	281.000 ha	Con 25%	Cuenca R. Negro Tac. y L. Merim
<i>IV Poco aptas</i>	10.396.000 ha	Con - 25%	Sup. y muy sup. basalto crist.



Figura 4. Carta interpretativa de tierras arables del Uruguay y localización de las mismas. (Fuente: DSF/ MAP. Boletín Técnico n°1, 1979).

Como se puede apreciar el porcentaje de tierras productivas del país es uno de los más altos del mundo (87,6%) siendo éstas explotadas bajo agricultura y ganadería extensivas desde la época de la colonización.

La agricultura, y por lo tanto los cultivos de maíz y trigo datan de la fundación de Montevideo desarrollándose en los alrededores de la ciudad hasta inicios de 1900.

En 1870 se comienza con el alambramiento de la campaña y esto posibilita que se expandan los cultivos a otras áreas. En 1930 se diversifican los cultivos y el área agrícola se expande a los departamentos del sur (Canelones, San José, Flores, Colonia y Lavalleja) coincidentemente con la inmigración de agricultores valdenses europeos.

En 1950 la tractorización y políticas internas y externas (postguerra) propicias hacen posibles la incorporación de nuevas áreas de suelos vírgenes del litoral oeste. Es así que se llega a un máximo histórico de 1:600.000 ha de agricultura de las cuales 323.605 ha son sembradas de maíz (censo 1956).

En las últimas décadas, la política interna caracterizada por sucesivos cambios y falta de continuidad determinan una reducción del área agrícola

a un poco más de un millón de hectáreas, si bien hay un esfuerzo muy importante en construcción de caminos y silos para el almacenaje de granos. (Scarlato, 1986).

Es por tanto posible reconocer suelos con distinta historia agrícola; algunos con más de 100 años de agricultura continua (alrededores de Montevideo), otros entre 50 y 100 (Litoral sur) y otros con menos de 50 (Litoral oeste y norte), existiendo una asociación alta y positiva entre capacidad de almacenaje de granos e historia agrícola de los suelos.

El uso diferencial por regiones, asociados a la característica de los suelos y el fenómeno climático de lluvias torrenciales que ocurren en los meses de marzo y abril determinan una problemática erosiva representada en la Figura 5.

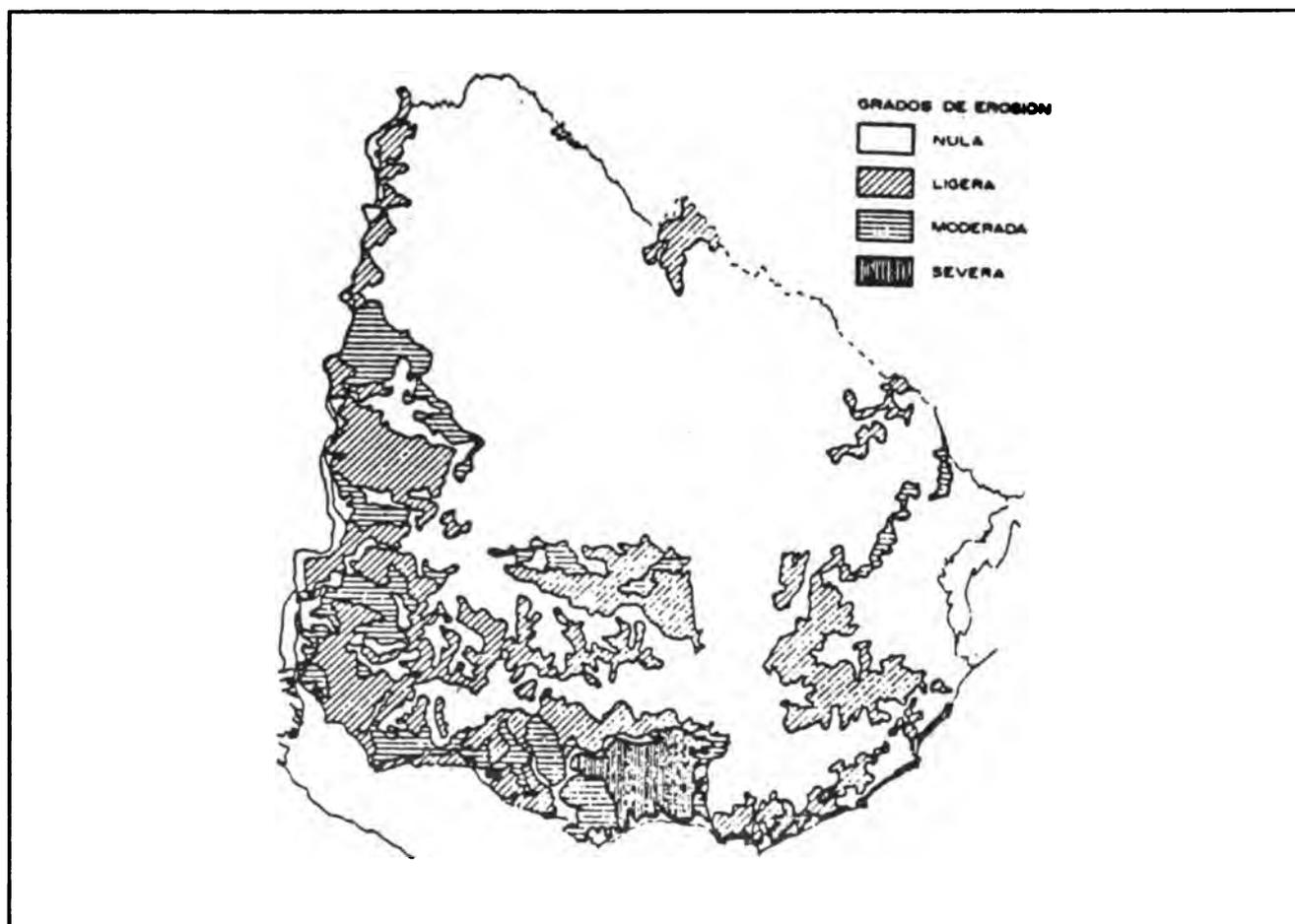


Figura 5. Erosión actual generalizada por zonas. (Fuente: Boletín técnico n°1. DSF/MAP, 1979).

La falta de medidas de conservación y la agricultura continua determinan que la erosión sea hoy en día un problema grave que afecte en distinto grado un 30 por ciento del territorio.

El maíz se planta en las zonas con mayores problemas de erosión, por ser uno de los cultivos más antiguos del país y tradicionales de predios chicos y agricultura familiar.

El Cuadro 2 muestra datos del nivel de aplicación de tecnología.

Como se observa en el mismo sólo el 0,24 por ciento de los productores plantan chacras de más de 100 ha., casi todo el cultivo se hace en chacras viejas (78%), sin control de erosión, siembran semilla propia

en fechas tardías, y la principal forma de control de malezas son las carpidas.

Por otro lado el 85 por ciento de la superficie se cosecha a mano, sólo el 21 por ciento de lo cosechado es vendido y el 89 por ciento de los establecimientos conservan su cosecha en parvas y/o espigas para consumo en el mismo predio.

Una evidencia de la carencia de maquinaria específica y costosa que permita establecer poblaciones de maíz para obtener buenos rendimientos (sembradoras de precisión, de doble disco) y para mejorar la eficiencia de cosecha (cabezales maiceros), unido al sistema productivo predominante en que se incluye el maíz (productores, propietarios y 65 por ciento del cultivo en predios de menos de 200 ha.) y su

Cuadro 2. Maíz - Tecnología Aplicada 1978-79.

Productores que plantan:	Número		
	20.331	100%	
+ de 100 ha	49	0,24%	
Obtienen + de 2.000 kg/ha	386	1,9%	
<hr/>			
Plantan sobre:			
Campo natural 10%	Chacra vieja 78%		
Controlan erosión: 2% de los establecimientos			
Siembran semilla propia: 55%	Híbrido comercial: 28%		
Siembra normal en nov-dic.			
Producen más de 1.000 kg/ha:	1 de cada 6 que siembran en octubre 1 de cada 15 que siembran en noviembre		
Control malezas:	73% de los establ.	99% carpida	
		3% + herb.	
Cosechan:	A mano = 85% Sup. A máquina = 73% (de chacras de + 50 ha)		
Conservan su cosecha:	Parva	Espiga	Venden
Establecimientos	70%	19%	11%
Sup. cosechada	56%	23%	21%

Fuente: DIEA Serie Cultivos N. 3-1982)

comparación con los otros cultivos extensivos de verano, se presenta en el Cuadro 3.

Cabe destacar que en Uruguay el medianero es un productor especializado en la agricultura, que generalmente es su medio de vida principal, por lo tanto es el que tiene mayor y mejor maquinaria y que por la zona donde actúa se inclina más hacia la producción de girasol, soja o sorgo (rubros de exportación).

El principal uso del maíz es el mercado racionero con industrias relativamente estancadas, tratándose de productos de bajo valor agregado (menor al 30 por ciento), con una demanda muy concentrada (cuatro empresas controlan el 54 por ciento de la producción, por lo que el nexo con la etapa agrícola es muy desarticulado limitándose a la compra del grano).

En el Cuadro 4 se presenta un panorama del complejo agrícola de base extensiva compuesto, además, por los cultivos de arroz y cebada, girasol y

soja en lo que hace a su etapa agrícola e industrial, su integración y sus principales destinos comerciales.

Todo el complejo de base extensiva representaba en 1980 el 46 por ciento de la producción pecuaria y un 16 por ciento de la producción agropecuaria. La etapa industrial genera en su gran mayoría alimentos de consumo humano y estos cultivos representan un 7,5 por ciento de la actividad industrial del país y un 4,3 por ciento de la ocupación industrial y dentro de la industria de alimentos representa sólo el 30 por ciento del valor de producción total.

En 1980 según Scarlato, el 13 por ciento de las exportaciones del país y sólo el 5 por ciento de ese valor corresponde a sorgo. En el caso del maíz comercial su único destino es el mercado racionero.

El maíz, a pesar del lugar que ocupa en la agricultura familiar, no escapó al estancamiento. La evolución del área sembrada, el volumen total producido y la producción por ha se muestra en las Figuras 6, 7 y 8.

Cuadro 3. Características de los cultivos de verano en cuanto a tenencia de tierra, tamaño de explotaciones y maquinaria en stock 1980. Expresado en porcentaje del área sembrada.

Tenencia de tierra	Maíz	Girasol	Sorgo	Soja
Propietarios	44	35	39	36
Medianeros	56	65	61	64
Tamaño de la explotación				
1 a 200 ha	65	22	19	5
200 ó más	35	78	81	95
Máquinas sembradoras líneas		Cosech. graneleras		
Total	- 10 Años	Total	- 10 años	
9300	3049	1463	850	
En poder de prod. + 99 ha	80%		95%	

Cuadro 4. Complejo de base agrícola extensiva.

Cultivos Integrantes	Maíz	Sorgo	Arroz - Cebada Soja - Girasol
Inicios del cultivo Evolución del área	Epoca Colonial Crecimiento hasta 1956 Retroceso	Década del 50 Crecimiento hasta el 78. Retroceso.	
% Sup. Agrícola 1980	12,7	3,7	
% Prod. Agrícola 1980	4,5	2,5	
Valor Bruto Prod./ha U\$S	75	146	
Costo/ha del cultivo	Bajo	Bajo	
Requerimientos Tecnol.	Bajos	Bajos	
Rendimiento a escala mundial	Bajos	Altos	
Ente investigador difusor	CIAAB	CIAAB	
Etapas Industrial			
Industria Procesadora principal	Fábrica de raciones		
% de la ocupación industrial (80-84)	0,2		4,3
% de la producción industrial (80-84)	0,2		7,5
Valor agregado/Valor Bruto de Prod. (%)	27		
Número de unidades industriales	30		
Concentración industrial			
% de la producción en 4 empresas mayor	54		
Integración entre etapas del complejo	Baja		
Principales productos y datos comerciales	Raciones (Mercado interno) Grano (Exportación)		

Fuente: Scarlato, Uruguay Hoy, 1986

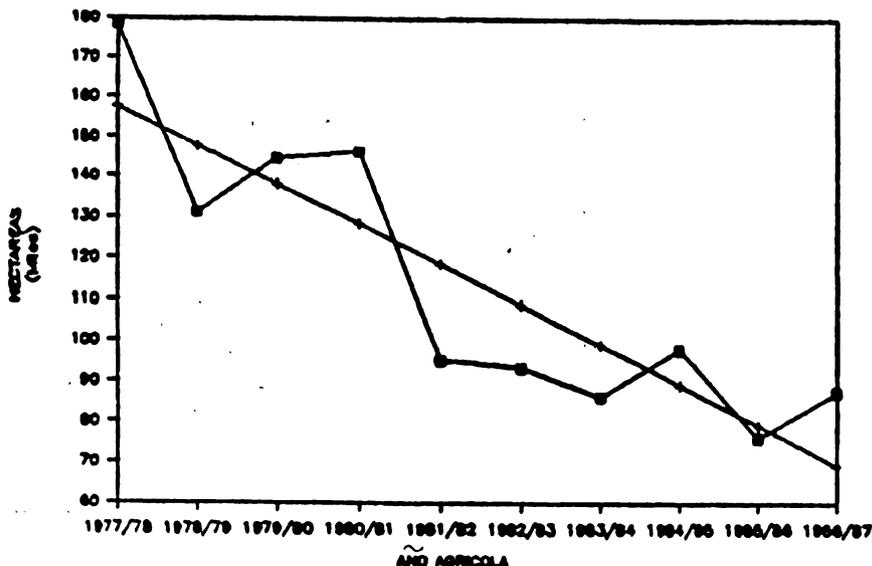


Figura 6. Evolución del área sembrada de maíz, período 1977/78 al 1986/87. Fuente: Boletín estadístico n°24, DIEA, octubre 1988).

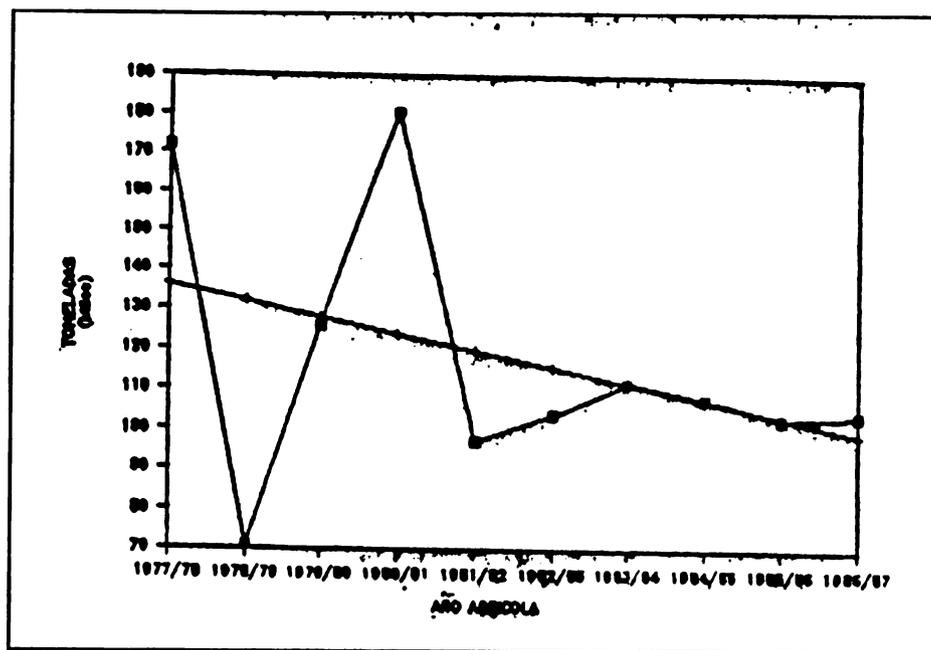


Figura 7. Evolución de la producción, período 1977/78 al 1986/87. Fuente: Boletín estadístico nº 24. DIEA, octubre 1988.

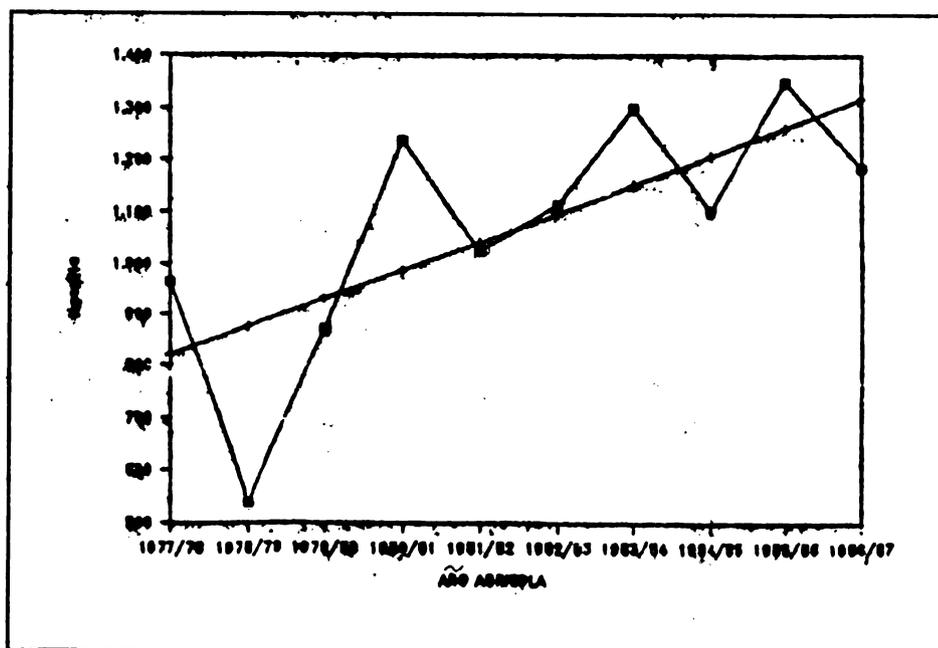


Figura 8. Evolución del rendimiento, período 1977/78 al 1986/87. Fuente: Boletín estadístico nº 24, DIEA, octubre 1988.

Se observa que el área sembrada ha disminuido a la mitad, estando en el último año en unas 70.000 ha, representando no más de la quinta parte del área que ocupaba en 1956, máximo histórico de 323.506 ha.

La producción total se mantiene en unas 100.000 toneladas (10.000) en los últimos seis años, debido a una mayor producción por ha del cultivo (mejora de unos 70 kg de grano/ha/año).

Esta mayor producción por ha es atribuible entre otras causas a:

- 1) La desaparición creciente en los últimos años de establecimientos entre 1-100 ha y por lo tanto de los predios donde predominaba la agricultura familiar, como se muestra en la Figura 9.
- 2) El desplazamiento del cultivo a departamentos que conjugan condiciones climáticas más apropiadas, suelos con menor historia agrícola y que practican tecnologías de rotación cultivos-pasturas, así como con mayores recursos económicos y tecnológicos (Cuadro 5 y Figura 10).

Se destaca que el rendimiento promedio (Y) por ha aumenta al considerar chacras de más de 10 ha y por lo tanto mayor tecnología aplicada.

Existen una serie de factores que hacen pensar en el maíz como un rubro de buenas perspectivas en sistemas productivos intensivos.

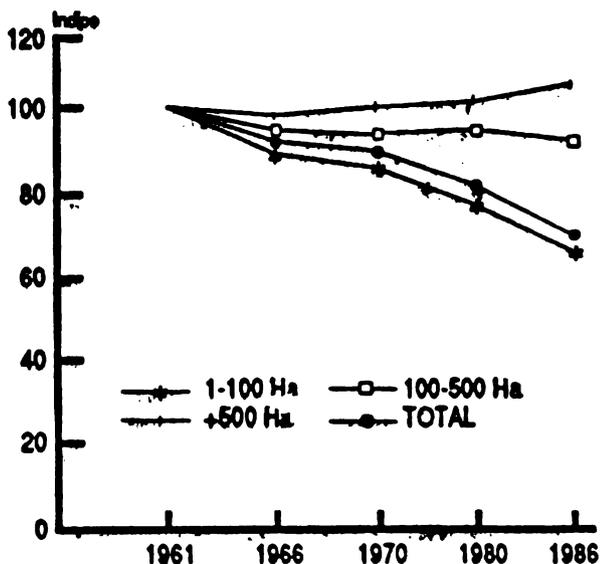
El control de malezas aplicando la tecnología adecuada, la aprobada apetecibilidad de su rastrojo luego de la cosecha con el consiguiente aporte de fibra al ganado, la excelente condición con que queda el suelo para el próximo cultivo, y su capacidad de explotar la fertilidad residual de las pasturas, hacen pensar en su inclusión con un nuevo rol en predios intensivos.

En el Cuadro 6 se presenta el promedio experimental de los diez mejores cultivares evaluados comparativamente al promedio nacional y otros cultivos de verano.

A nivel nacional sería el cultivo con menor desarrollo tecnológico y menor aplicación de insumos, mientras que la investigación desarrollada demuestra el excelente potencial que presenta. Por otra parte, en los últimos años, hay un aumento importante del área lechera, de cría intensiva de aves, cerdos y ovinos (incluyendo la posibilidad de su ordeño), así como una creciente demanda del medio por suplementación energética de ganados en pasturas, todos procesos demandantes de raciones por lo que se puede pensar en el rol a asignar al maíz en esos esquemas.

La instalación reciente de una fábrica de obtención de fructosa cimenta aún más la necesidad de su investigación y tecnificación.

Figura 9.
Evolución del número de establecimientos agropecuarios por estrato de tamaño. (Índice: base 1961=100). Fuente: Uruguay Hoy n°4, CIEDUR, 1989.



Cuadro 5. Desplazamiento del área del cultivo entre dos ciclos de alrededores de Montevideo al litoral sur y oeste.

Año 1979 - 80 = \bar{X} Nac. 870			Año 1986 - 87 \bar{X} Nac. 1185		
	Ha semb.	Y		Y	Ha semb.
Canelones	34.822	880 Mvdeo.	Soriano	1.950	8.051 L.O
San José	24.015	1.020 Sur	Colonia	1.611	14.465 L.S.
Colonia	18.187	1.002 L.S.	San José	1.170	18.298 Sur
Lavalleja	13.327	803 Mvdeo.	Canelones	1.031	18.097 Mvdeo.
Soriano	8.525	1.208 L.O.	Lavalleja	832	6.642 Mvdeo.
	98.876				65.553
	68% del área total				75% del área total

Fuente: DIEA 1976 - 1988.

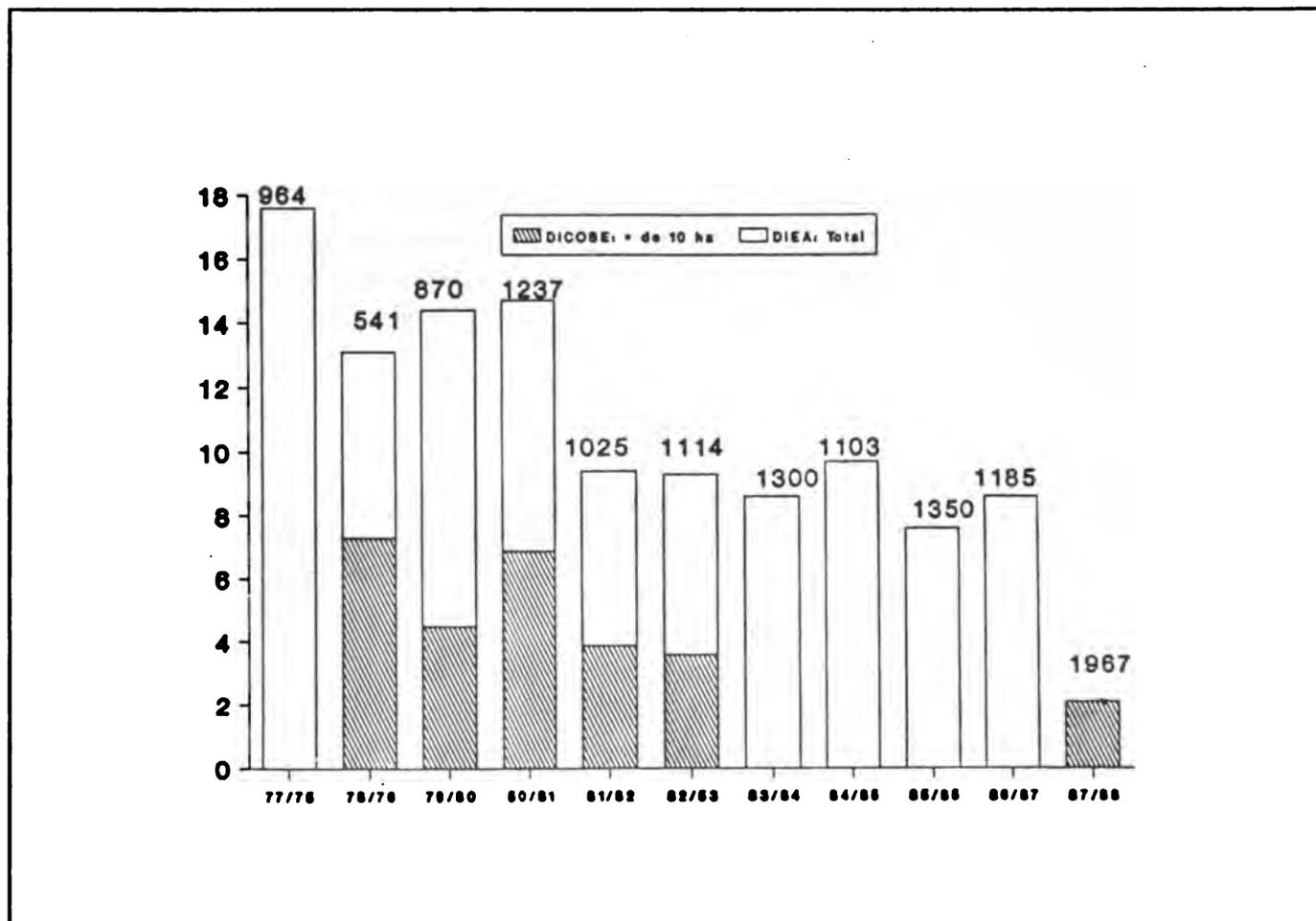


Figura 10. Area sembrada y rendimientos de maíz estimados por dos fuentes censadas DICOSE y DIEA.

Cuadro 6. Rendimientos experimentales, nacionales y potencial de succión. Ciclo 87-88.

Rendimientos	Maíz	Sorgo	Girasol	Soja
A = Potencial experimental	6.754	7.247	3.049	2.770
B = Promedio Nacional	1.239	2.612	660	1.449
Succión A/B	5,5	2,8	4,7	1,9

R. Díaz, Suma, 1979

Rol del maíz en los sistemas productivos de pequeños productores de Tacuarembó

por Juan R. Collares *

INTRODUCCIÓN

En el Censo Agropecuario de 1980 aparecen 3.199 hectáreas de maíz en todo el Departamento, con una producción de 1.961 toneladas. Ello indica que el área de 1980 es un 49,81 por ciento menor que en 1979 y un 37,47 por ciento menor la producción, lo cual puede atribuirse, según los resultados del Censo, a una disminución en el número de pequeños productores.

SISTEMAS PRODUCTIVOS

En la mayoría de los productores de los alrededores de Tacuarembó, el maíz no es un rubro que se explote en forma comercial (Cuadro 1). De la totalidad de pequeños productores con los que la Intendencia Municipal trabaja en la actualidad (aproximadamente 150) solamente tres plantan maíz como cultivo de venta, el resto de los productores lo plantan para el consumo animal; el grano lo consumen las aves, cerdos y caballos, mientras que la chala se almacena para el consumo de los vacunos en el invierno.

Sólo los años en que la producción es buena, este tipo de productores venden sus excedentes en los almacenes de la zona. Es un rubro que se hace "sin caja", o sea que el productor no desembolsa dinero para hacer el cultivo.

La preparación del suelo es, en general, deficiente, se hace con caballo y arado a mancera, realizándose una sola arada, normalmente en el mes de noviembre,

Cuadro 1. Descripción de la zona

- *Alrededores de Tacuarembó*
Area (30 km a la redonda)
Población y superficie
Suelos y topografía
- *Suelos dominantes*
Areniscas sedimentarias
(Formación Tacuarembó)
 - *Hor. A. arenoso 0,5 - 0,6 m.*
 - *Hor. Bt impermeable 0,6 - 1,2 m.**S. Asoc.: Planosoles - Litosoles*
- *Fertilidad*
pH agua = 5,5 pH KCl = 4,5
Mat. Org. = 1,5-2% P disp. = 2-4 ppm
- *Topografía*
4 a 12%
Lomadas suaves a fuertes, con escarpas
zonas de sierras.

lo que trae aparejado una escasa o nula acumulación de agua en el perfil.

En la mayoría de los casos el cultivo no se fertiliza y cuando se hace se aplican cantidades pequeñas de algún fertilizante poco adecuado, una fertilización bastante corriente es aplicar 100 kilos por hectárea de 15-15-15.

En la segunda arada que se le da a la tierra ya se efectúa la siembra, enterrando la semilla con el propio arado, a una profundidad de 10 - 12 centímetros. Las poblaciones obtenidas de esta forma oscilan entre las 15 y 25 mil plantas por hectárea, lo cual es extremadamente bajo.

* *Ingeniero Agrónomo, Intendencia Municipal de Tacuarembó, Uruguay.*

La época de siembra más común es diciembre, usando en casi todos los casos semillas propias, guardadas del año anterior, llamadas "cuarentino" que es el grano colorado y pequeño, con plantas de bajo porte y bajos requerimientos nutricionales para la producción.

Luego de plantados se realiza una carpida, cuando el maíz tiene 40 a 50 centímetros de altura, no tocándose más hasta la cosecha.

La cosecha se realiza en forma manual, almacenando el grano en el marlo y emparvando la chala.

La mayoría de las chacras son menores a una hectárea y los rendimientos obtenidos son del orden de los 800 a 900 kilos por hectárea.

El sistema de producción que se ha descrito anteriormente, insume para todo el ciclo del maíz aproximadamente 19 jornales.

Es de hacer notar que la producción de autoconsumo antes descrita se da en predios pequeños y con suelos altamente erosionados.

Debido a que se entendió que la introducción del crédito en este tipo de productores era de alto riesgo (Cuadros 2 y 3), siempre y cuando no se acompañara de una asistencia técnica integral al predio como un todo, incluyendo dentro de estas actividades la comercialización, se planificó la comprobación y validación de los "paquetes tecnológicos" disponibles en la zona para productores más grandes.

TECNOLOGÍA DISPONIBLE

Existe abundante información experimental, desarrollada por la Estación Experimental del Norte (EEN) del INIA desde hace muchos años para la zona, si bien dicha investigación ha sido realizada para chacras grandes, ha sido adaptada (con algunas variantes) con éxito para las condiciones del pequeño productor con carencias de equipos.

Cuadro 2. Rotaciones

<p>Tradicional 1:</p> <p><i>Papa Ot. > Papa Pr. > Papa Ot. > > Papa Pr. > Barbecho</i></p> <p>Propuesta 1:</p> <p><i>Papa Ot. > Papa Pr. > Papa Ot. > > Maíz > Avena > Pradera (3 años)</i></p> <p>Propuesta 2:</p> <p><i>Papa Ot. > Papa Pr. > Papa Ot. > > Maíz > R. grás > Poroto > Pradera (3 años)</i></p> <p>Observaciones:</p> <p><i>* Propuestas para zona tradicional papera de Tacuarembó (Cuchilla del Ombú).</i></p> <p><i>* En otras zonas no se incluyó la papa en la rotación</i></p>
--

Cuadro 3. Cambios propuestos

Papa	Maíz	Poroto
Fertilización	Fertilización	Fertilización
Curas	Semillas	Densidad
Densidad	Curas	Curas
Riego	Densidad	
	Riego	
<p>Equipo utilizado para regar</p> <ul style="list-style-type: none"> * Yanmar NSB 50 (5,5 HP) * Bomba KSB 50 - 16 * 200 m. manguera flexible <p>Capacidad de bombeo: 30 m³/hora</p> <p>Mano de obra: 3 personas</p> <p>Presión máxima 23 mca</p>		

Cabe destacar, además, que la limitante mayor con que se ha contado es el problema de suelos ya descrito. Para ejemplificar esto se han desarrollado cultivos demostrativos (Cuadro 4) en dos zonas de los alrededores de Tacuarembó, con tecnología adaptada para los pequeños productores. No obstante, los resultados han sido muy contrastantes, dependiendo del tipo de suelo

Cuadro 4. Resultados obtenidos con el riego

Cultivo	Prom. Zona	Cult. Demostr.
	kg/ha	kg/ha
Papa	8 - 10.000	15 - 20.000
Maíz	900 - 1.200	7 - 12.000
Costos del riego		
	Malos precios	Buenos precios
	kg/ha	kg/ha
Papa	1.000	400
Maíz	600	300

La adopción de los paquetes tecnológicos emergentes del centro de investigaciones, a nivel de pequeños productores, ha dependido básicamente de dos componentes que son: tipo de suelo y modalidad productiva de la "empresa".

POTENCIALIDAD PRODUCTIVA

De acuerdo a los datos que brinda la EEN, recabados durante varios años en la zona para suelos no degradados, los rendimientos esperados en promedio de los años con tecnología mejorada son 2.500 a 3.000 kilos por hectárea.

A modo de ejemplo se detallan los resultados obtenidos para Batoví y Cuchilla del Ombú para la zafra 1983/84. Es de destacar que en esta última zona se realizaron cultivos demostrativos de papa. (Cuadro 5).

Estos resultados presentados en la zona y en los predios de los pequeños productores donde fueron realizados, pretendían demostrar que el cultivo del

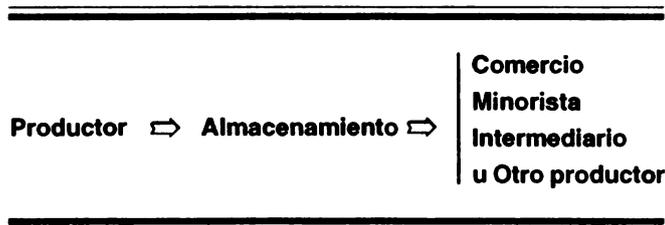
Cuadro 5. Resultados obtenidos en Batoví y Cuchilla del Ombú zafra 1983/84

Clase	Rendimiento	Epoca siembra	Fertilización
Cuarentino			
c/arado	1.850 kg	1/XII	60 kg de 20-40-0 40 kg de 0-20-0
c/arañera	2.125 kg	1/XII	75 kg 20-40-0 60 kg de 0-20-0
Ambue (variedad)			
c/arado	3.977 kg	1/XII	170 kg de 20-40-0
Híbrido			
c/arado	4.490 kg	12/XII	340 kg de 20-40-0
c/arañera	5.963 kg	12/XII	340 kg de 20-40-0
c/riego (55.000 plantas por hectárea)	12.300 kg	15/XII	300 kg de 20-40-0 50 kg de 0-46-0
c/riego (45.000 plantas por hectárea)	9.100 kg	15/XII	300 kg de 20-40-0 50 kg de 0-46-0

maíz podía pasar a ser un cultivo comercial y rentable (Cuadro 6 y 7), realizando cambios sencillos en la tecnología y algunas introducciones más complicadas como el riego. En el Cuadro 8 se puede apreciar como cambió la significación del maíz dentro de un pequeño predio, tanto en los ingresos brutos como netos, pasando en el caso del maíz con riego de un 5,4 por ciento al 22,3 por ciento de los ingresos brutos, comparando la tecnología tradicional y la mejorada con riego.

COMERCIALIZACIÓN

Para los pequeños y medianos productores de los alrededores de Tacuarembó, el maíz es un cultivo claramente no comercial. Sin embargo, subsidiariamente venden parte de su cosecha según el flujo presentado en el esquema siguiente.



En el año 1983 se comercializaron aproximadamente 35 toneladas lo cual corresponde a menos del 20 por ciento de lo producido en el área de los alrededores. Este volumen correspondería a unas 15 hectáreas realizadas con tecnología mejorada.(Cuadro 9)

De lograrse que los pequeños productores adopten el cultivo del maíz con estas innovaciones, sería dable esperar que a corto plazo, la empresa dedicada a la fabricación de harinas y raciones (Cooperativa A. Caorsi) adquiriera su maíz en la zona de los alrededores, destacándose que en el año 1983 adquirió 263 toneladas, de las cuales 133 corresponden a otras zonas del Departamento, 86 al Departamento de Paysandú y 44 al Departamento de Soriano, no adquiriendo maíz a los pequeños productores.

Cuadro 6. Características del riego.

- Surcos de 60-100 m
-> Optimo: 70 m
- Pendiente 0,8 - 0,9 %
- Caudal de Riego:
0,7 l/Seg. (máx. no erosivo)
- Velocidad de infiltración:
38 a 15mm/hora
- Perfil de riego:

Sin diques



Con diques



- Tiempo para regar 1 hectárea:
24 hs. para regar aprox. 60 mm
3 - 4 hombres/hectárea.

Cuadro 7. Costos e ingresos comparados.

Cultivo	Sin riego US\$/ha	Con riego US\$/ha
Costos		
Papa	700	1.400
Maíz	100	400
Ingresos		
Papa	1.800	3.500
Maíz	147	1.330
Resultado		
Papa	1.100	2.100
Maíz	47	930

Cuadro 8. Producción física e ingreso bruto (US\$) de los sistemas.

Ventas	Tradicional		Mejorado	
	Prod. Fis.	Ingreso	Prod. Fis.	Ingreso
Vacas	5	600	5	600
Terneros	8	720	8	720
Borregos	32	448	32	448
Lana	550	1.210	550	1.210
Papa	18.000	3.240	35.000	6.300
Maíz	2.000	280	19.000	2.660
Total	-	6.498	-	11.938
%		100,0 %		183,4%
% Maíz		5,4 %		22,3 %
% Papa		49,8 %		52,7%
COMENTARIOS				
<ul style="list-style-type: none"> * Ver incidencia del maíz en los ingresos brutos. * Comparar riesgo por producción y precios de papa y maíz. * No esta incluido el incremento de producción animal. 				

Cuadro 9. Ingreso neto agricultura

Ventas	Tradicional		Mejorado	
	Prod. Fis.	Ingreso	Prod. Fis.	Ingreso
Papa	18.000	2.200	35.000	4.200
Maíz	2.000	94	19.000	1.860
Total	-	2.294	-	6.060
%		100,0 %		264,1 %
% Maíz		4,0 %		30,7 %
% Papa		96,0 %		59,3 %

Manejo de suelos y agua en el cultivo de maíz

por G. Cardellino * y F. García **

INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los cereales con mayor potencial de producción de grano. Para lograr efectivamente dicho potencial, todos los factores productivos deben estar en su óptimo nivel y en armonía entre sí. Dentro de los factores productivos, el agua sin lugar a dudas, es uno de los más importantes, no sólo por su efecto directo en los procesos fisiológicos que hacen el crecimiento y producción del cultivo, sino también a través de la incidencia que tiene sobre la efectividad de otros factores como la fertilización y el control de malezas.

La ocurrencia de deficiencias hídricas durante el ciclo de crecimiento del maíz, esto es la existencia de un desbalance entre la absorción de agua por las raíces y la demanda de agua por el cultivo (evapotranspiración potencial), es altamente probable en nuestras condiciones.

Las herramientas disponibles para evitar o aminorar los efectos de las deficiencias de agua son de dos tipos. El riego permite evitar las deficiencias, lo cual hace posible mantener el rendimiento a niveles óptimos, siempre que los demás factores no sean limitantes. Para aminorar las deficiencias existe un conjunto de medidas de manejo de suelos y cultivos: elección del tipo de suelo de acuerdo a la capacidad de almacenaje de agua disponible y a la facilidad ofrecida a las raíces para una exploración profunda; sistemas de laboreo que tiendan a incrementar la relación infiltración/

escurrimiento, y a reducir las pérdidas por evaporación; épocas de siembra; uso de híbridos de diferente ciclo, etc.

El empleo del riego no descarta, sino requiere, el uso adecuado de las demás medidas de manejo, y no siempre resulta económicamente viable.

La información que figura en el Cuadro 1 refleja el efecto de las deficiencias de agua en el rendimiento y su variación. Los cultivos regados presentan un alto nivel de rendimiento y una variación entre años respecto al promedio que no alcanza al 10 por ciento. Por otra parte los secanos, a pesar de que la mejora tecnológica aumenta los rendimientos en forma significativa, presentan una variación entre años del 35 por ciento. Debe indicarse que secano mejorado significa el empleo de híbridos, fertilización, población de plantas intermedias y mejor control de malezas, que no son usadas en el secano tradicional.

Cuadro 1. Rendimientos de maíz con diferentes niveles tecnológicos en la zona de influencia de La Estanzuela; resultados de una encuesta (Arbeletche y Rivero, 1978).

Año	Secano		Riego
	Tradicional	Mejorado	
	kg/ha		
67/68	331	1.446	7.399
68/69	640	1.734	7.300
69/70	951	1.632	8.185
70/71	900	3.015	8.043
71/72	800	2.308	7.133
72/73	1.250	3.688	6.306
73/74	1.661	3.430	8.426
74/75	1.008	2.671	6.514
75/76	1.380	4.676	7.190
76/77	897	3.349	7.399

* Ingeniero Agrónomo, Asesor Privado, ex-Técnico de Investigación de la DUMA-MGAP, Uruguay.

** Ingeniero Agrónomo, Ph.D., Profesor Adjunto de Edafología, Facultad de Agronomía, Asesor del INIA, ex Jefe de Investigación de la DUMA - MGAP, Uruguay.

En este artículo, se intenta resumir algunas experiencias obtenidas tanto a nivel experimental como de producción en el cultivo de maíz, sobre el uso de las herramientas de manejo antes mencionadas, con el objeto de superar la restricción productiva impuesta por el déficit de agua.

INFORMACIÓN EXPERIMENTAL

- Maíz bajo riego

Los trabajos experimentales de riego en maíz se han desarrollado principalmente durante la década de los 70 en La Estanzuela (Hofstadter, 1983) y más recientemente en la Unidad Experimental de la DUMA. Dichos trabajos han estado dirigidos a ajustar la tecnología del cultivo en condiciones de riego (población de plantas, fertilización, híbridos) y a definir el manejo de riego más eficiente para el cultivo. También se han realizado estudios para estimar las necesidades de agua de riego del cultivo (Agorio et al., 1988).

La información se obtuvo en el sur del país, en suelos medios a pesados y en siembras de mediados de octubre a mediados de noviembre.

Los resultados indican que los máximos niveles de rendimiento se obtienen con 70 a 80.000 plantas por ha a la cosecha (Hofstadter, 1983). Los híbridos de ciclo corto responden a los niveles de población más altos del rango.

Los ensayos de respuesta a la fertilización indican que en suelos tipo Vertisol, en chacras viejas con alrededor de 2,5 por ciento de materia orgánica, no se ha obtenido respuesta más allá de 80 kg de N/ha. En suelos tipo Brunosol, en chacras nuevas, con 4 por ciento de materia orgánica, no se ha obtenido respuesta más allá de 80 kg de N/ha. En cuanto a fósforo, chacras con 30 ppm por el método de Bray N° 1, no han mostrado respuesta cuando el nitrógeno no fue limitante; con 4 ppm se han observado respuestas físicas hasta 180 kg de P₂O₅/ha (Estol et al., 1979). Obviamente que las recomendaciones que surgen de estos pocos experimentos no son más que una noción general.

Los experimentos en los que se han comparado distintos materiales genéticos comerciales, en las

condiciones del sur del país, indican diferencias importantes. Los híbridos de mejor nivel de rendimiento (del orden de 8.500 a 9.500 kg/ha) han estado en el grupo de los de ciclo intermedio. No se observaron diferencias productivas entre los tipo flint y dent (Cuadro 2).

Cuadro 2. Rendimiento de híbridos comerciales de maíz con riego. Aguas Blancas, 1986/87 (Gigena y Moreira, 1989).

Híbrido	Rendimiento t/ha ^{1/}	Duncan 5% ^{2/}
Cargill 158	9,19	a
Pioneer 3.183	8,66	ab
Continental RF77	8,64	ab-
Del Plata 101	8,23	bc
Asgrow 352	8,11	bc
Morgan 505	8,10	bc
Cargill Maizal 86	7,97	bc
Continental RF82	7,70	cd
Asgrow 353	7,69	cd
Cargill 360	7,61	cd
Dekalb 4F32	7,51	cd
Cargill Semident 4	7,50	cd
Dekalb 3F22	7,49	cd
Comega MZ650	7,10	de
Pioneer 6.875	6,98	de
Asgrow 252	6,89	de
Pioneer 3.434	6,60	e
NK Nueva Melhem	6,30	eg
Cargill Precoz 14	6,29	eg
Morgan Triunfador	5,67	g

^{1/} El rendimiento presentado es el promedio de 16 parcelas en las que se cosecharon 4 m² en cada una.

^{2/} Los valores seguidos por la misma letra no difieren al 5 por ciento según el test de Duncan.

Los ensayos sobre momento de riego han confirmado la sensibilidad del maíz a la deficiencia de agua durante la floración (Cuadros 3 y 4). Adecuados niveles de agua durante el período vegetativo, seguidos de deficiencias marcadas en período de floración, resultaron en reducciones de rendimiento del orden del 25 por ciento. Deficiencias intensas durante el período vegetativo, con adecuada disponibilidad durante el resto del ciclo, redujeron el rendimiento en 20 por ciento (Hofstadter, 1983). Los resultados del Cuadro 3 indican interacción entre los materiales genéticos y el régimen de agua. El híbrido con más potencial de rendimiento (C 156) fue el que resultó más afectado por el déficit en floración. El de ciclo largo (P 6875) tiende a producir más de una espiga por planta, y un período reproductivo más largo, con lo cual puede explicarse su menor reducción proporcional de rendimiento frente al déficit de agua en floración. No es ese el caso del ciclo corto (CP 18), que también presentó menor reducción proporcional de rendimiento que el de mayor rendimiento. Probablemente su desarrollo fenológico más rápido, haga que la coincidencia de los déficits con los períodos más sensibles sea menor. De todas maneras, debe considerarse que el efecto del déficit hídrico en floración, evaluado en estos ensayos, está seguramente subestimado. Esto es debido a que la cercanía de las parcelas en los ensayos, combinada con las diferencias de desarrollo fenológico de los híbridos, hacen que el déficit de polen producido por el déficit hídrico sea atenuado.

Los resultados experimentales concluyen que el manejo más adecuado del riego en suelos de textura media a pesada, es aquél que mantenga el nivel de agua disponible, en la profundidad radicular efectiva, en niveles superiores al 30 por ciento durante todo el ciclo del cultivo (Hofstadter, 1983).

- Maíz de Secano

La variable de manejo más importante evaluada fue el sistema de laboreo. De acuerdo con la bibliografía, la reducción o eliminación del laboreo, además de reducir la erosión, podría resultar en mejor disponibilidad de agua para el cultivo tanto por aumentar

Cuadro 3. Rendimientos t/ha de híbridos de ciclos contrastantes al déficit hídrico en diferentes estadios fenológicos. (1986/87 Cirullo y Monestier).

Híbridos	Año	R1	R2	R3
P 6875	85/87	7,89	5,94	6,15
	88/89	9,02	6,21	6,34
C 156	86/87	8,77	5,26	5,99
	88/89	9,19	5,54	6,06
C P 18	86/87	7,47	5,17	5,72
	88/89	7,72	5,43	5,82
Porcentaje promedio	86/87	100	69,1	75,2
	88/89	100	69	73

R1: sin déficit en todo el ciclo.

R2: déficit un mes desde la emergencia de la panoja.

R3: déficit un mes desde la emergencia de estilos y estigmas

Diferencias significativas entre regímenes hídricos, interacción significativa, diferencias entre híbridos no significativa.

Cuadro 4. Rendimientos de maíz (Mg/ha) según régimen hídrico en Aguas Blancas, durante la temporada muy seca - 1988/89.

Riego durante todo el ciclo	7,0
Floración	4,8
Secano	0,92

la relación infiltración/escorrimento, como por reducir la pérdida de agua por evaporación directa desde el suelo. Se tenía claro que estos efectos dependían de la ocurrencia de precipitaciones durante el ciclo del cultivo y de la cantidad de residuos del cultivo anterior dejados en superficie. La bibliografía también indicaba que la reducción del laboreo podía resultar en menor disponibilidad de nitrógeno, por lo que el manejo de este nutriente se introdujo como otro factor en los trabajos de laboreo (García, 1988; García et al., 1988).

Se comenzó a trabajar en 1983, y en tres años sucesivos se condujo un experimento en parcelas subdivididas con laboreo primario (arado, cincel, sin laboreo) como tratamiento mayor, laboreo secundario

(disquera-rastra de dientes, sin laboreo) como tratamiento intermedio, y dosis de nitrógeno como tratamiento menor.

A partir de 1987, se cambiaron los tratamientos de laboreo a cuatro sistemas (preparación convencional, preparación convencional con encamellonado previo a la siembra, cincel cruzado-disquera-dientes, y arado con siembra en la huella del tractor), y se comparó la aplicación del nitrógeno que se venía realizando (al voleo), con la aplicación localizada en bandas vecinas a la hilera.

En todos los casos el maíz siguió a una cobertura de invierno de avena manejada bajo corte, produciendo alrededor de 3.500 kg de materia seca/ha en promedio. El suelo fue un Brunosol éútrico típico. La fertilización con fósforo no fue limitante, y se usó Paraquat para detener la avena presiembra, y Atrazina en preemergencia.

La Figura 1 muestra los rendimientos obtenidos en los tres primeros años. En 1983/84, las diferencias arado > cincel > nada fueron significativas. En 1984/85 y 1985/86, no existieron diferencias significativas entre arado y cincel, pero nada fue significativamente inferior a aquéllos. En ninguno de los tres años hubieron diferencias significativas entre los dos tratamientos de laboreo secundario. Medidas de agua en el suelo (no presentadas), indican un peor "status" hídrico en los tres años para el tratamiento sin laboreo primario. La principal razón radicó en un evidente mayor enmalezamiento (aunque no fue medido) en dicho tratamiento, lo que indica que el control de malezas utilizado no fue el requerido en las condiciones de no laboreo de los ensayos. Por otra parte, la cantidad de residuos de avena en superficie a la siembra del maíz, no fue importante como en los trabajos en los que la bibliografía muestra al no laboreo con mayor disponibilidad de agua que el laboreo convencional.

La respuesta a N fue significativa los tres años y fue mayor cuando no se realizó laboreo primario, tal como se esperaba en función de la información bibliográfica.

Los resultados de los tres primeros años no fueron cambiados, en general, por las importantes diferencias

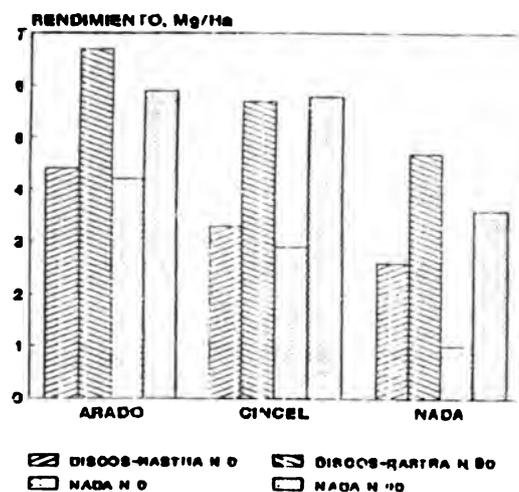
en el régimen hídrico, determinadas por la variación entre años en la cantidad y distribución de la lluvia.

La Figura 2 muestra los resultados obtenidos en los dos últimos años. En 1986/87, arado y siembra produjo rendimientos significativamente menores al promedio de los otros tratamientos de laboreo; cincel no difirió significativamente del promedio de los dos tratamientos con laboreo convencional, y entre éstos el encamellonado superó al convencional en plano. Esta última diferencia se atribuye, en parte, al exceso de agua ocurrido en el mes de noviembre debido a la alta cantidad de lluvia. Las plántulas sobre los camellones deben haber crecido en mejores condiciones. Pero medidas de agua en el suelo (no presentadas) indican que el tratamiento encamellonado dispuso de más agua en el suelo al inicio de la floración. En el extremo opuesto se encontró el arado y siembra con la menor disponibilidad de agua en floración. En este caso se midió un mayor enmalezamiento (datos no presentados), que se agravó al ser el único tratamiento que no recibió control mecánico de malezas, mediante carpido de las entrefilas.

En 1987/88 no existieron diferencias significativas al 5 por ciento entre los tratamientos de laboreo. El menor rendimiento del arado y siembra, significativo al 10 por ciento, es probable que nuevamente se haya debido a la falta del tratamiento de control mecánico de malezas, aunque previo a las carpidas, en los otros tratamientos de laboreo, las medidas de enmalezamiento no mostraron diferencias significativas.

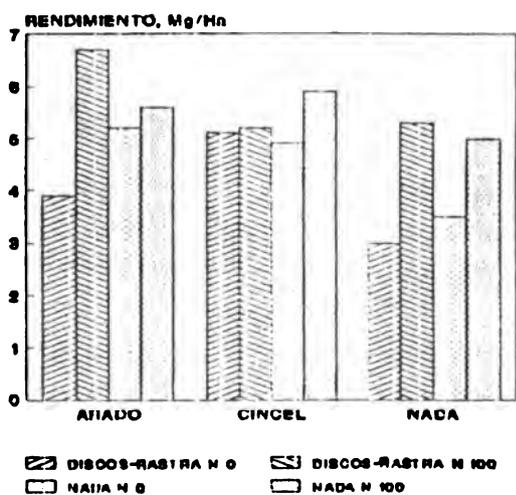
En los dos años, y en todos los tratamientos de laboreo, se observó un comportamiento de la aplicación al voleo. En 1986/87, la aplicación se hizo toda a la siembra, mientras que en 1987/88, la mitad del fertilizante nitrogenado se aplicó a la siembra y el resto previo a las carpidas. En el caso del tratamiento de localización, la aplicación a la siembra se hizo dentro del suelo, mezclando las fuentes de N y P. En el segundo año, la aplicación previa a las carpidas en el tratamiento localizado, se hizo dejando una delgada banda de fertilizante sobre la superficie, al costado de las plantas, que fue cubierta por las carpidas o aporques (en el tratamiento encamellonado), excepto en el tratamiento arado y siembra. La bibliografía discute el

1983/84



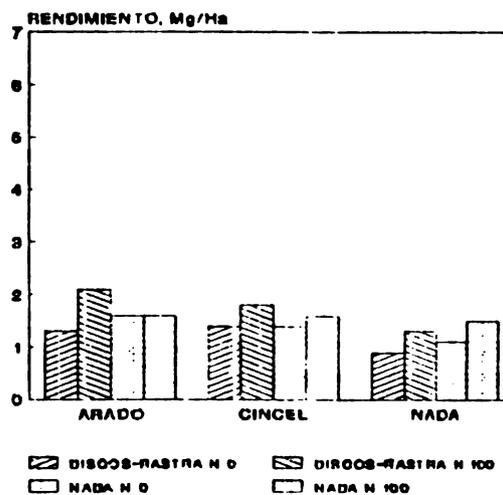
LLUVIA MENSUAL(mm):
NOV: 169; DIC: 96; EN: 122; FEB: 306

1984/85



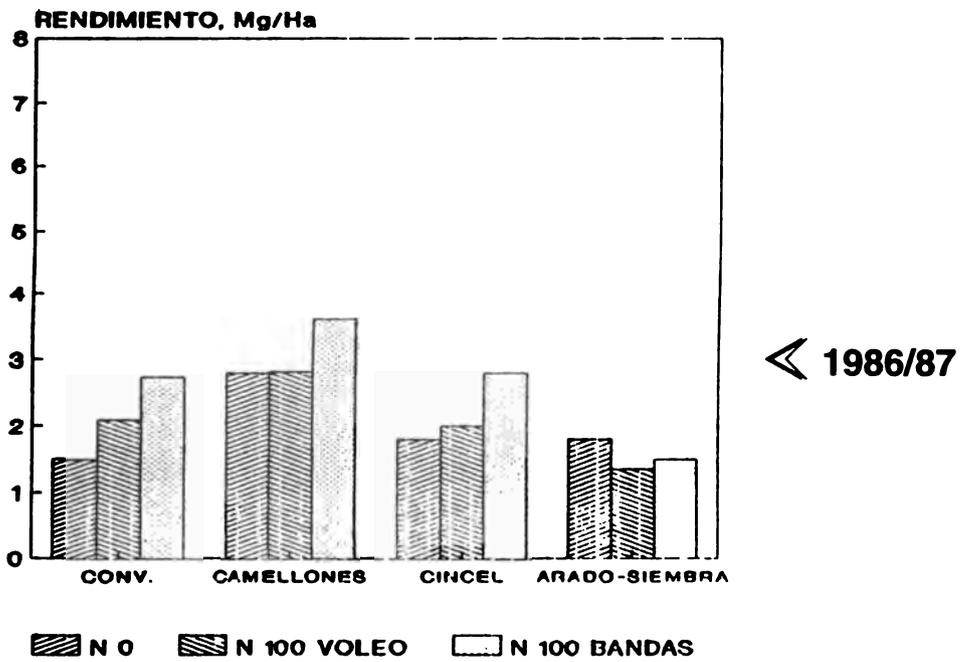
LLUVIA MENSUAL(mm):
NOV: 67; DIC: 29; EN: 150; FEB: 198

1985/86



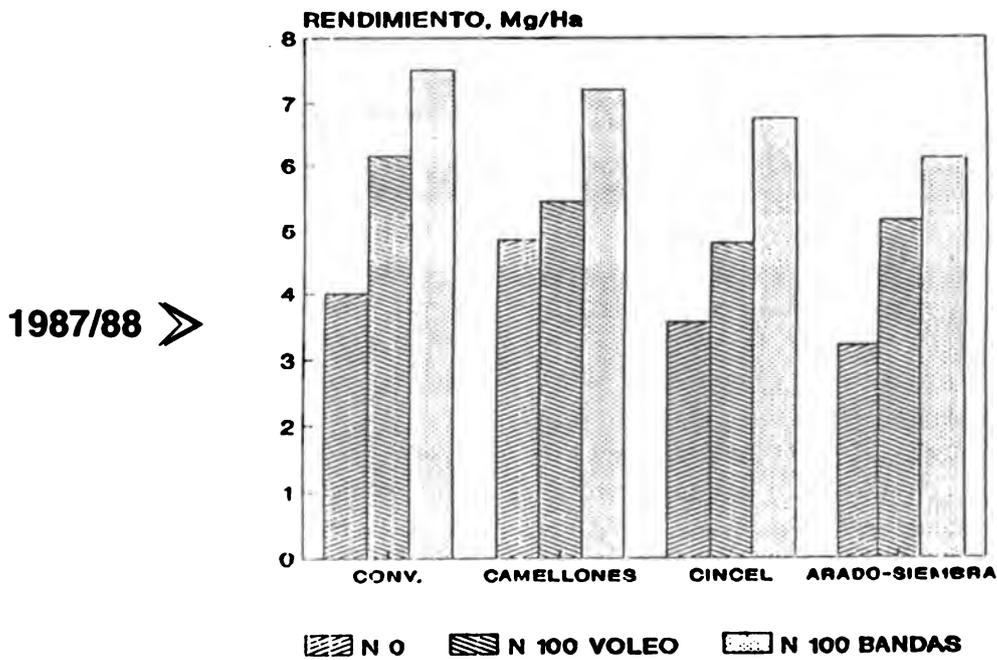
LLUVIA MENSUAL(mm):
NOV: 87; DIC: 33; EN: 86; FEB: 66

Figura 1. Rendimientos obtenidos en 1983/84, 1984/85 y 1985/86.



← 1986/87

LLUVIA MENSUAL(mm):
 NOV: 172; DIC: 26; EN: 52; FEB: 93



1987/88 →

LLUVIA MENSUAL(mm):
 NOV: 79; DIC: 91; EN: 179; FEB: 59

Figura 2. Resultados obtenidos en 1986/87 y 1987/88.

mejor efecto del fertilizante fosfatado, cuando se localiza junto con el fertilizante nitrogenado, pero son menos las referencias indicando mejor respuesta de la localización del nitrógeno (García et al., 1988; Loke y Hons, 1988). La ventaja podría deberse a un mayor crecimiento y actividad de las raíces en la zona del suelo con alta concentración de iones fosfato y nitrato, y a menores pérdidas de nitrógeno cuando el fertilizante se incorpora dentro del suelo.

MAÍZ CON RIEGO A NIVEL DE PRODUCCIÓN COMERCIAL

- Consideraciones generales

El riego mejora la productividad del maíz y produce un beneficio económico, en la medida que se adopte cuando ya se ha alcanzado un adecuado nivel tecnológico en cuanto al manejo del suelo y el cultivo.

El monto de las inversiones para implementar el riego es ampliamente variable, de acuerdo a las condiciones particulares de cada predio, pero en general es de significación. Es por lo tanto clave concebir un diseño del riego que permita economías en las inversiones y en los costos operativos.

Por otra parte, el riego implica un trabajo adicional y muchas veces nuevo en el establecimiento, cuya operativa debe acompasarse con el resto de las tareas.

La adecuada consideración de los aspectos anteriormente mencionados es normalmente la causa principal del éxito o el fracaso en el empleo del riego.

- Sistemas de riego

Un sistema de riego comprende una fuente de agua, unidades de bombeo, elementos de conducción de agua a las chacras y de métodos de aplicación de agua al cultivo.

El diseño del riego, implica dimensionar sus elementos de forma tal, que se logre aplicar el agua en el suelo a disposición de las raíces en la cantidad y en el momento oportuno, a los efectos de obtener la mayor respuesta del cultivo al menor costo y con el uso más eficiente del agua.

Cualquier sistema que cumpla con lo anterior es eficaz, no existiendo reglas generales aplicables a todas las situaciones.

Por otra parte, frente a una misma situación, dos productores pueden optar por alternativas diferentes dado que valoran de manera diferente los componentes involucrados en el riego.

Por ejemplo, se ha dado en la práctica que por dificultades en la disponibilidad de mano de obra se opte por el riego por aspersión con cañones autopropulsados, aunque el monto de la inversión sea significativamente mayor al riego por surcos; en la misma situación otros productores eligen el último método, debido a que no pueden realizar una inversión mayor pero pueden, en cambio, organizar un equipo de personas que operen el riego y puedan sistematizar correctamente sus chacras.

- Fuentes de agua

Las fuentes de agua pueden ser de origen superficial o subterráneo. Las últimas, salvo algunas regiones del país en las que se presentan acuíferos de importancia (por ej. Raigón en el Dpto. de San José, principalmente), no aportan caudales significativos como para suplir la demanda de riego de áreas mayores a unas 20 ha.

Como guía general, para riego por aspersión, con 22 horas de tiempo efectivo de riego por día, el caudal necesario para el maíz, en su pico de demanda es 0,67 litros por segundo por ha. Con este caudal se atiende el área de cultivo con 40 mm efectivos de riego en 10 días (se estima 75 por ciento de eficiencia de aplicación).

Si se emplean surcos, el caudal necesario es del orden de 1,35 litros por segundo por hectárea; en este caso se consideran 15 horas de riego diarias y para aplicar 40 mm efectivos se deben enviar a la chacra 72 mm (55 por ciento de eficiencia de aplicación).

En ambos casos, si existen conducciones por canales, deben incrementarse los caudales atendiendo a las pérdidas de agua que ocurren normalmente.

Los caudales indicados contemplan una demanda diaria por evapotranspiración del maíz de 4 mm en su

período crítico; este valor es frecuentemente más alto en el sur del país y más aún en el norte. Su consideración atiende a que se está tomando en cuenta el almacenaje de agua disponible en el suelo que, sumado al riego, suple la demanda pico.

Las fuentes de agua superficiales son generalmente más factibles de ser empleadas en riego de áreas significativas de maíz. En el caso de ríos, arroyos o cañadas, sin regulación, se deben emplear las mismas consideraciones que para el caso de pozos en cuanto al caudal. Es factible la construcción de diques o atajes de bajo costo, los que en muchas situaciones resultan en una solución eficaz, para complementar los caudales disponibles con cierta capacidad de almacenaje.

Cuando la fuente que se selecciona es una represa o tajamar, debe definirse el volumen de agua a almacenar. Este volumen tiene en cuenta las necesidades de riego brutas, las pérdidas que ocurren por filtraciones y evaporación de la superficie del lago y los aportes que éste recibe cuando se registran escurrimientos.

Las necesidades de riego brutas consideran las necesidades netas, esto es la diferencia entre las lluvias más el agua acumulada en el suelo previo a la siembra en la profundidad de arraigamiento efectivo, y la evapotranspiración más las pérdidas de agua que ocurren desde la fuente hasta su llegada al suelo en su profundidad de arraigamiento efectivo.

Se han realizado estimaciones de las necesidades de riego netas, considerando series amplias de datos climáticos de varias regiones del país, información de suelos de dichas zonas y del manejo del cultivo (Agorio et al., 1988). En el Cuadro 5 se presentan datos provenientes de dicho trabajo para un suelo tipo Vertisol. Los valores en el Cuadro significan la cantidad de agua máxima que es dable esperar como necesidad de riego uno de cada dos años (50%) y tres de cada cuatro años (75%). Entre paréntesis figuran los valores correspondientes a la demanda neta en el período crítico, que comprende del 19 de diciembre al 6 de enero para la siembra de octubre, y del 19 de enero al 9 de marzo para la siembra de noviembre.

Cuadro 5. Necesidades de riego netas máximas (mm) de maíz para grano en la zona sur (Agorio et al., 1980).

Fecha de siembra	Frecuencia	
	50%	75%
15 de octubre	230 (213)	270 (230)
15 de noviembre	200 (178)	250 (201)

- Consideraciones económicas

En los Cuadros 6 y 7 se indican los costos de inversión y operativos de maíz con riego en diferentes situaciones.

Cuadro 6. Costos de inversión (U\$S/ha) de tres métodos de riego en una situación concreta con un ciclo de riego de 10 días, en función de la fuente de energía.

Bombeo	Cañones autoenvolventes	Cañones fijos	Riego por surcos ^{2/}
	Aspersión		
Motobomba	840	580	580
Electrobomba ^{1/}	760	490	455
Tractobomba	718	400	390

^{1/} No incluye la instalación eléctrica hasta la unidad de bombeo.

^{2/} Incluye dos pasadas de "land-plane".

Las condiciones que hacen factible el uso de riego en maíz son:

- Disponibilidad de fuentes de agua naturales, lo que ahorra la inversión en el desarrollo de fuentes de agua.
- Disponibilidad de energía eléctrica, que además de ser más barata requiere motores de mantenimiento y operación muy simple y de más larga duración.

Cuadro 7. Costo total anual (U\$S/ha) para una situación concreta según distintas alternativas, considerando en promedio cinco riegos de 40 mm cada uno.

	Autoenvolventes			Cañones fijos			Riego por surcos		
	Moto- bomba	Tracto- bomba	Electro- bomba	Moto- bomba	Tracto- bomba	Electro- bomba	Moto- bomba	Tracto- bomba	Electro- bomba
1) COSTOS FIJOS									
- amortización del equipo (15 años)	56	48	51	39	27	33	39	26	30
- interés (8%)	67	57	61	46	32	30	36	31	36
Subtotal	123	105	112	85	59	72	85	57	66
2) COSTOS VARIABLES									
- gasoil	102	102	-	88	88	-	76	76	-
- electricidad	-	-	30	-	-	24	-	-	20
- mano de obra	20	20	5	20	20	5	25	25	5
- interés sobre capital circulante	2	2	1	2	2	1	2	2	1
Subtotal	131	135	40	117	117	37	118	118	36
Costo Total Anual	254	240	152	202	176	109	203	175	102

- Topografía adecuada para la sistematización para riego por gravedad, que tiene menor costo.
- Manejo de épocas de siembra e híbridos para lograr reducir la demanda pico. De ésta depende el dimensionamiento de las unidades de bombeo y los elementos de conducción, parte muy importante de la inversión. También, la idoneidad de las fuentes de agua para atender el riego está ligada a la demanda pico.
- Sistemas de producción diversificados, como lo son las rotaciones de cultivos y pasturas, que permiten la utilización del riego en más cultivos o situaciones del sistema, lo que ayuda a diluir los costos fijos. Por ejemplo, las experiencias productivas que conocemos se refieren a sistemas que involucran maíz de ciclo corto en siembras de mediados de setiembre, papa de ciclo corto en siembras de mediados de agosto y papa de verano de ciclo medio en siembras de fines de diciembre.

Los cultivos rotan con pasturas principalmente de leguminosas, usadas para pastoreo y eventual cosecha de semilla. Estas pasturas son regadas no en forma sistemática, como en el caso de los cultivos, sino en forma estratégica, es decir considerando la oportunidad de obtener un incremento de producción en condiciones de sequía, tanto de forraje como de semilla, que signifiquen un buen retorno económico.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Debido a la susceptibilidad del maíz al déficit de agua, especialmente en su período crítico, la información disponible de rendimientos de secano indica una gran variación entre años. El uso de mejor tecnología (siembra más temprana, mayor población, mayor fertilización NP, y mejor control de malezas) incrementa los rendimientos de secano pero no elimina la variación entre años.

La reducción del laboreo sin el correspondiente cambio en la tecnología del control de malezas resulta generalmente en menores rendimientos. La reducción del laboreo requiere mayor fertilización de ésta, junto al fertilizante fosfatado, en bandas cerca de las plantas, consistentemente resultó en mejores rendimientos en todos los sistemas de laboreo ensayados. Además del adecuado control de malezas, la reducción del laboreo debe dejar una importante cantidad de residuos del cultivo anterior en superficie para mejorar el régimen hídrico del suelo. Esta mejora, de producirse, no tiene el potencial del riego y requiere de la ocurrencia de lluvias durante el ciclo del cultivo.

La utilización de riego es la herramienta que permite elevar con seguridad el nivel tecnológico usado en el cultivo, asegurando la obtención de los niveles de producción potenciales y eliminando la variación de la producción entre años. La utilización de riego sin la aplicación del nivel tecnológico correspondiente en el cultivo ha resultado invariablemente en fracaso.

El nivel tecnológico de maíz regado para producir grano en suelos medios y pesados del sur puede esquematizarse de la siguiente manera: 1) Siembras no más tarde que los primeros 10 días de noviembre; 2) híbridos de ciclo medio; 3) población de 70 a 80.000 plantas/ha; 4) niveles de N entre 60 y 160 kg/ha desde chacras nuevas hasta chacras con más cultivos, aplicación fraccionada y en lo posible localizada; existe respuesta a P por debajo de 30 ppm determinados por el método de Bray Nº 1; 5) adecuado control de malezas. Lo indicado en los puntos 1 y 2 corresponde a la tecnología que permite obtener los mayores resultados físicos. Sin embargo, a nivel de producción comercial se ha tenido la experiencia de obtener los mejores resultados económicos con siembras más tempranas (15 de setiembre al 15 de octubre) y el uso de híbridos de ciclo corto. La floración de estos materiales ocurre antes de enero, el mes con mayor probabilidad de ocurrencia de déficit hídrico y altas temperaturas. Esto reduce las necesidades de riego, y por lo tanto su costo, y los niveles de rendimiento obtenidos han estado alrededor de 7 t/ha.

La factibilidad económica del riego en maíz es mayor si éste es un cultivo más a regar en el sistema

productivo del establecimiento y si dicho sistema productivo es capaz de mantener la productividad de los suelos del área regada a largo plazo. Dos elementos de la mayor importancia en determinar la factibilidad del riego son la disponibilidad de fuentes de agua y de energía eléctrica.

LITERATURA CITADA

- AGORIO, C.; CARDELLINO, G.; CORSI, W. y FRANCO, J. 1988. Estimación de las necesidades de riego en Uruguay. I Magnitud y frecuencia de la lámina neta total, DUMA-MGAP, Montevideo, Uru. 110 p.
- ARBELETCHÉ, P. R. y RIVERO, E. 1978. Evaluación económica del cultivo de maíz bajo condiciones de riesgo climático. Univ. de la Rep., Fac. de Agronomía, Montevideo, Uru. Tesis, 247 p.
- CIRULLO, A. y MONESTIER, J.B. 1988. Respuesta de híbridos de maíz de ciclos contrastantes al déficit de agua en floración e inicio del llenado de grano. Univ. de la Rep., Fac. de Agronomía, Montevideo, Uru., Tesis, 107 p.
- ESTOL, E.; PEDOCHI, R.; HOFSTADTER, R. y RABUFFETTI, A. 1979. Fertilización de maíz en condiciones de riego, 2da. Reunión Técnica de la Fac. de Agronomía, Montevideo, Uru. 58.
- GARCIA, F. 1988. Alternativas de laboreo para maíz y localización de la fertilización nitrogenada, avance de resultados. Jornadas Técnicas de la Fac. de Agronomía, Montevideo, Uru., p. 10-12.
- ; CRUCE, R. M. y BLACKMEN, A. M. 1988a. Compaction and nitrogen placement effect on root growth, water depletion, and nitrogen uptake. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52: 792-798.
- ; CARDELLINO, G.; PANNONE, J.C. 1988b. Combinaciones de laboreo para maíz y respuesta a la fertilización nitrogenada, avance de resultados. Jornadas Técnicas de la Fac. de Agronomía, Montevideo, p. 6-7.
- GIGENA, B. y MOREIRA, J.A. 1989. Respuesta de híbridos de maíz de ciclos contrastantes al déficit de agua, Univ. de la Rep., Fac. de Agronomía, Montevideo, Uru., Tesis, 87 p.
- HOFSTADTER, R. 1983. Producción de maíz, alfalfa y trébol blanco en condiciones de riego. *Agua en la Agricultura, Revista de la DUMA-MAP, Uru. No. 1, p.7-13.*
- LOCKE, M.A. y HONS, F.M. 1988. Fertilizer placement effects on seasonal nitrogen accumulation and yield of no-tillage and conservation tillage sorghum. *Agron. J.* 80: 180-185.

Abonos verdes para maíz

por D. Torres *, A. del Pino **, O. Casanova *** y F. Arrondo ****

INTRODUCCIÓN

En Uruguay, el litoral agrícola se caracteriza por tener definidos sistemas de producción agrícola-ganaderos, basados en rotaciones de cultivos y pasturas de leguminosas y gramíneas.

La inclusión de este tipo de pasturas en una región que venía aplicando un sistema agrícola de monocultivo ha sido una de las tecnologías de mayor impacto en la productividad de la región, asegurando además el mantenimiento y en muchos casos la recuperación, del potencial productivo de los suelos en su sentido amplio.

Sin embargo, existen evidencias de que el rendimiento de los cultivos, tanto de verano (girasol) como de invierno (trigo) decrece del primer al cuarto año luego de una pastura (Díaz *et al.*, 1984).

La causa de este fenómeno puede ser atribuida en gran parte a ineficiencias biológicas que determinan pérdida de nutrientes (N) del sistema, erosión y enmalezamiento. Estas ineficiencias ocurren durante la etapa de preparación de tierras o barbechos generalmente prolongados (5-6 meses) y descubiertos.

El presente trabajo fue realizado con el objetivo de evaluar la inclusión de maíz en una rotación con trigo durante la etapa agrícola de un sistema agrícola-ganadero, el impacto de un abono verde (Trébol rojo = *Trifolium repens*) sobre la producción de maíz y la fertilización nitrogenada a los cultivos del sistema.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue instalado en la Estación Experimental "Dr. M. A. Cassinoni" en el Departamento de Paysandú, sobre un suelo Brunosol éutrico típico.

Dentro de un experimento a largo plazo sobre rotaciones con abonos verdes y sistemas de laboreo para trigo, se incluyeron dos tratamientos adicionales con la secuencia trigo-maíz-trigo, uno de ellos con abono verde para maíz.

Estos dos tratamientos de secuencia están dispuestos en parcelas mayores, con tres repeticiones, cada parcela mayor a su vez, está dividida en cuatro subparcelas de dosis de nitrógeno como fertilizante a los cultivos (0, 40, 80 y 120 kg de nitrógeno por hectárea).

Así queda establecido un diseño de parcelas divididas dispuestas en bloques al azar, con tres repeticiones.

El esquema de las rotaciones que se contrastan se presenta en la Figura 1.

Como se puede apreciar, la presencia del abono verde fue acompañada de un período de laboreo más corto que permitiera una estación de crecimiento más larga para la leguminosa.

* Asistente Cátedra de Cultivos, Facultad de Agronomía, EEMAC, Paysandú, Uruguay.

** Ayudante Cátedra de Fertilidad, Facultad de Agronomía, EEMAC Paysandú, Uruguay.

*** Profesor Adjunto Cátedra Fertilidad, Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay.

**** Ayudante de Investigación SAREC, Facultad de Agronomía, EEMAC, Paysandú, Uruguay.

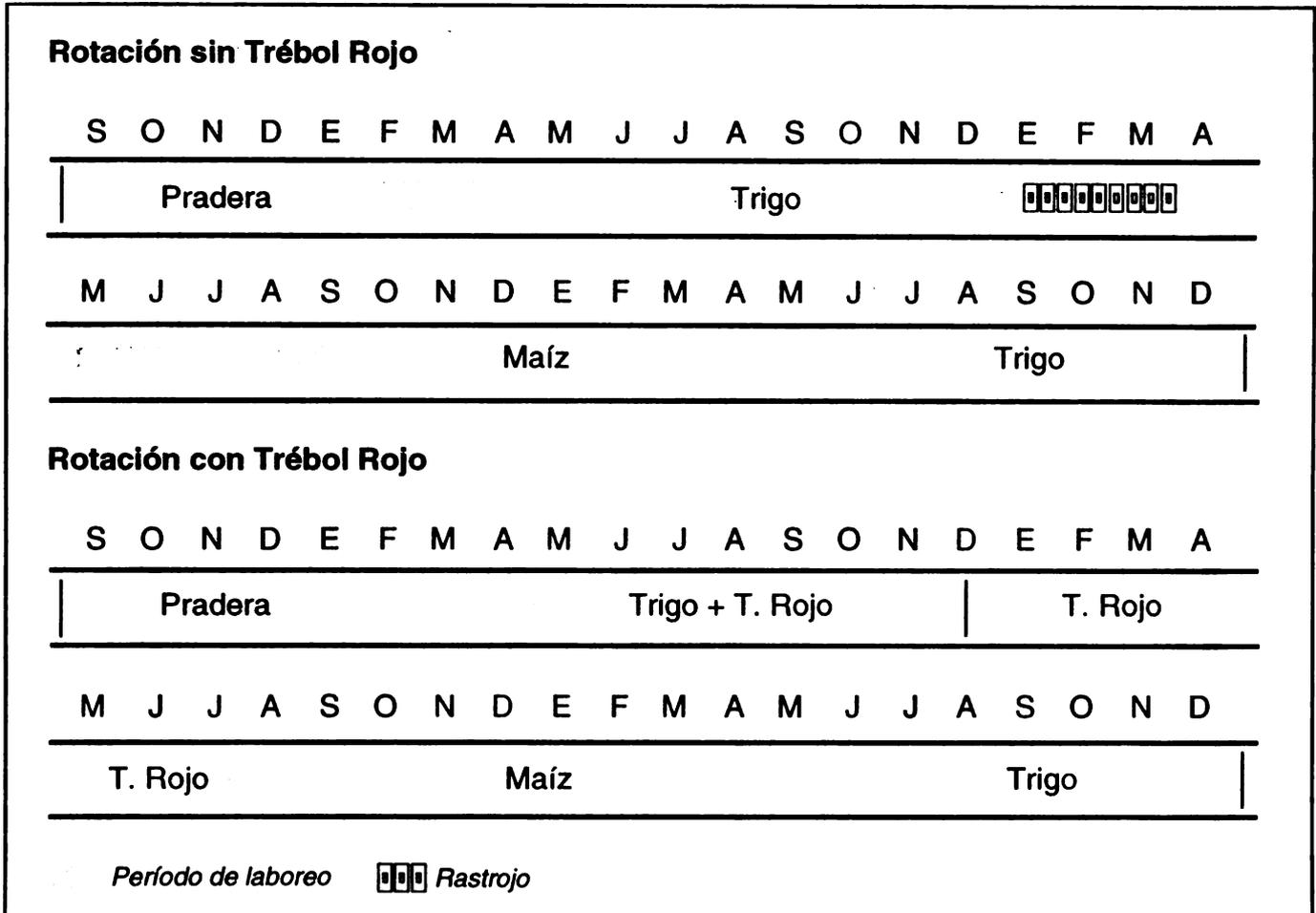


Figura 1. Esquema de rotaciones

En todos los casos se realizó laboreo convencional con arado de discos, rastra de discos excéntrica y vibrocultivador.

Se fertilizó con fósforo de manera que este nutriente no fuera limitante en las rotaciones.

La siembra de trébol rojo se realizó asociada al cultivo de trigo, y se le efectuó un manejo con dos cortes, quedando el material cortado sobre la parcela.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Debido a que en este experimento el maíz entra en la rotación un año cada dos, se presentan los resultados experimentales obtenidos en las siembras de 1987 y 1989.

- Efecto del abono verde sobre maíz

En el Cuadro 1 se presentan los rendimientos de maíz obtenidos sobre barbecho y trébol rojo para el promedio de las cuatro dosis de fertilizante nitrogenado aplicado.

Como se puede apreciar, existió un efecto simple significativo del abono verde en 1989/90.

Si bien en 1987/88 la diferencia debida al manejo previo no alcanzó nivel de significación estadística, puede considerarse una tendencia importante dado que el factor "manejo previo" tiene un solo grado de libertad en el análisis de varianza.

Por otra parte, en este año existió interacción entre el manejo previo y la respuesta al fertilizante

Cuadro 1. Rendimiento de maíz sobre dos manejos previos.

Año	Sobre Trébol rojo	Sobre Barbecho	Dif.	Prob.
87/88	7.130	6.460	670	NS
89/90	5.550	4.200	1.350	6%

nitrogenado lo cual es trascendente desde el punto de vista agronómico. En la Figura 2 se observa que sobre trébol rojo existió muy baja respuesta al fertilizante nitrogenado, en cambio fue muy importante sobre barbecho. Se destaca el hecho de que en el nivel sin fertilizante nitrogenado, el maíz sobre trébol rojo superó en casi 3.550 kg de grano por hectárea al mismo cultivo sobre barbecho, lográndose el objetivo planteado.

En el año 1989/90 no existió respuesta al fertilizante nitrogenado. Este resultado pudo haber estado

condicionado por el desarrollo de malezas sobre las que no se logró un efectivo control.

- Efecto residual del abono verde

Como se mencionó, en las rotaciones planteadas los cultivos de maíz fueron seguidos por el cultivo de trigo solo, y asociado con trébol rojo.

Este efecto se evalúa a través de la respuesta a nitrógeno observada en trigo en cada rotación y que se presenta en las Figuras 3 y 4.

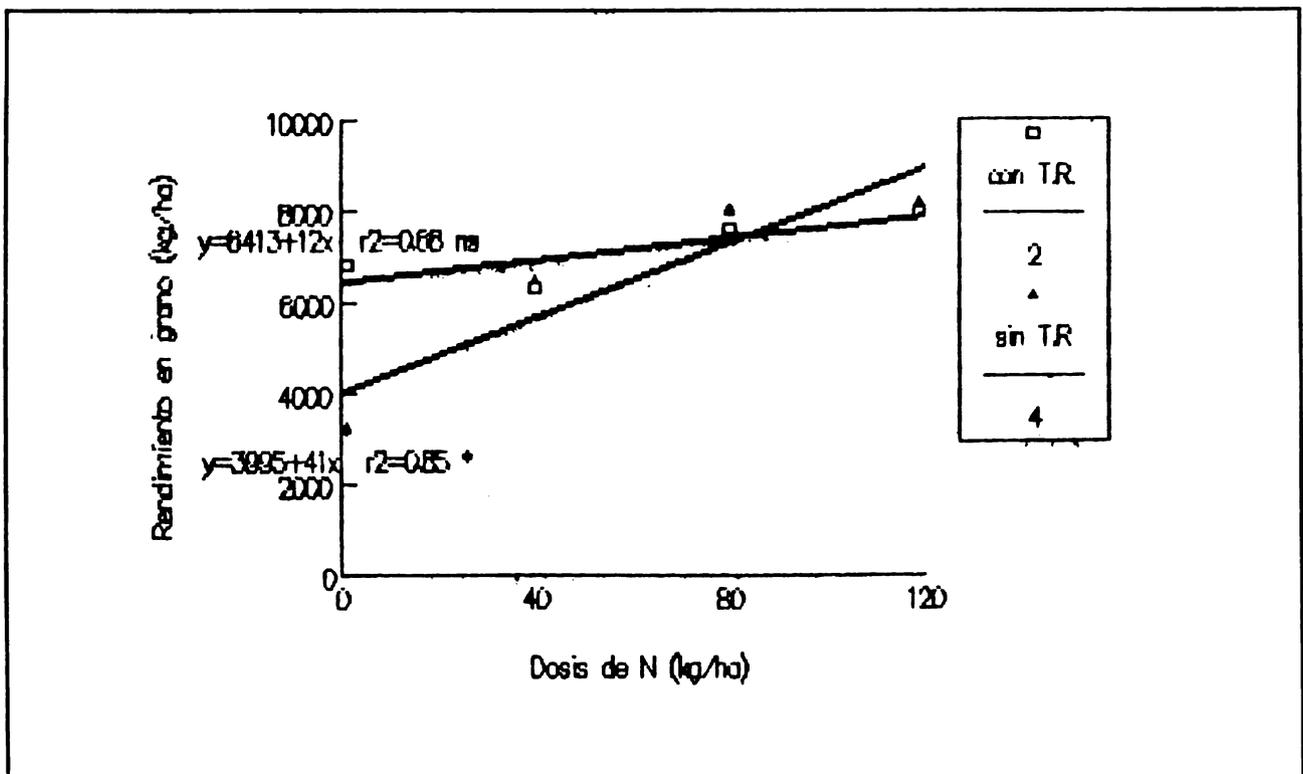


Figura 2. Respuesta de maíz a N sobre trébol rojo y barbecho.

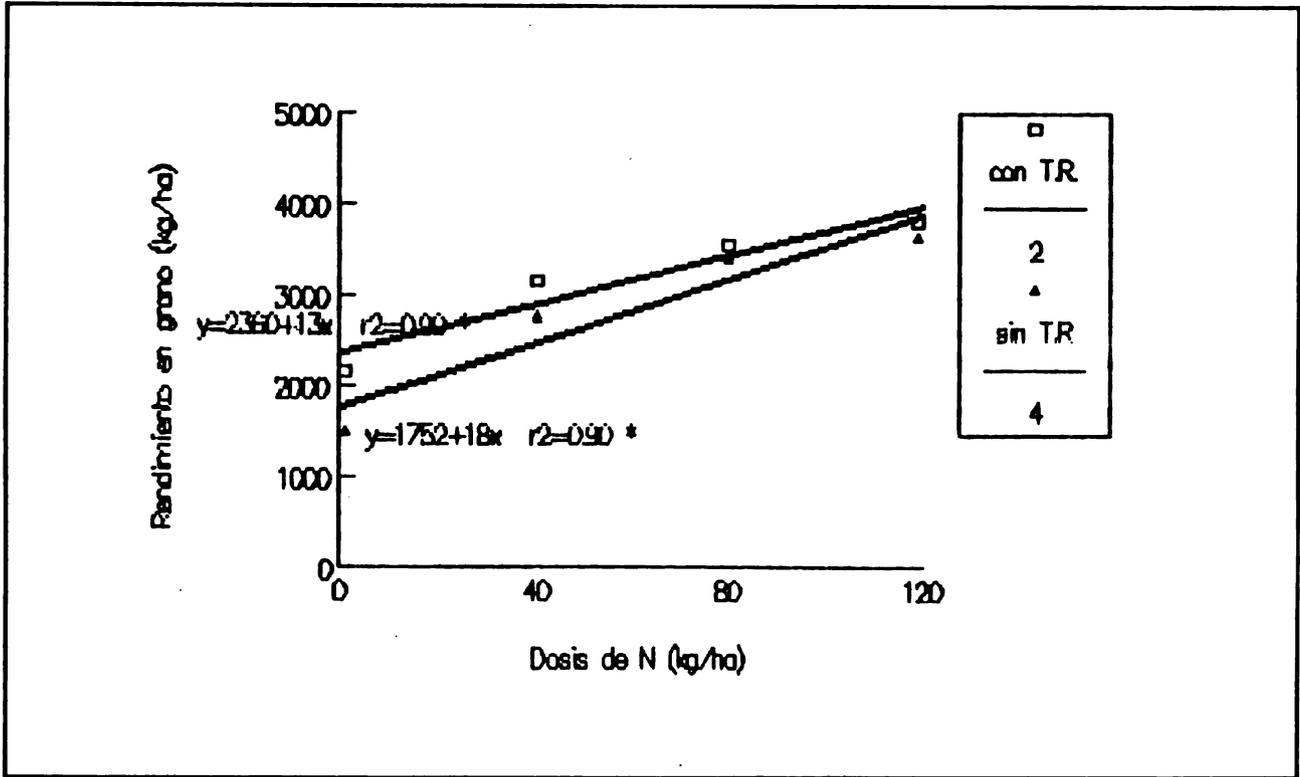


Figura 3. Efecto residual del trébol rojo en el trigo siguiente a maíz - 1988.

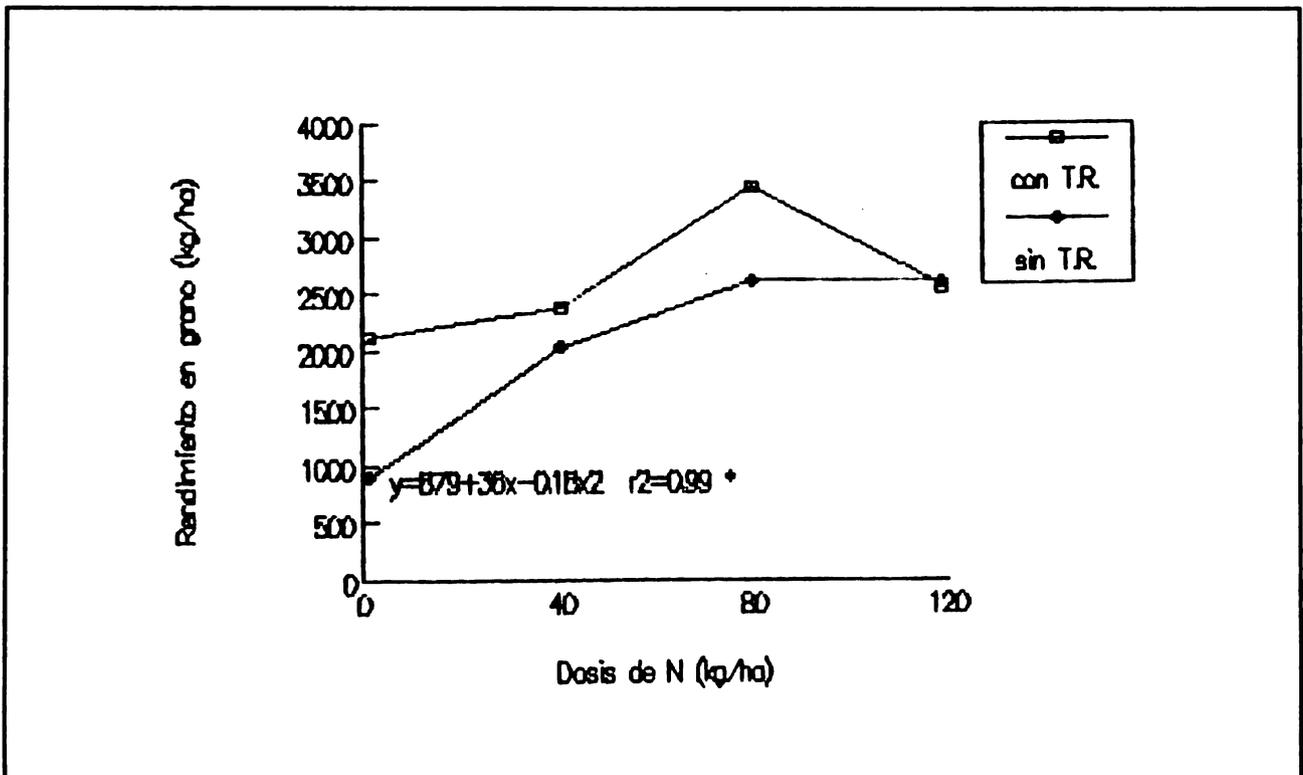


Figura 4. Efecto residual del trébol rojo en el trigo siguiente a maíz - 1990.

Los trigos sobre maíz en rotación con trébol rojo y sin fertilizante nitrogenado, rindieron 680 y 1.230 kg de grano más por hectárea que los trigos en rotación barbecho-maíz en 1988 y 1990, respectivamente.

En 1988 el aporte residual del trébol rojo fue especialmente en términos de nitrógeno disponible, ya que la fertilización nitrogenada en la rotación con barbecho tendió a igualar los rendimientos. En 1990, en cambio, la fertilización nitrogenada no fue suficiente en la rotación barbecho-maíz y parece haber existido otro u otros factores de producción que determinaron el efecto residual del trébol rojo, pudiéndose interpretar como una mejora general en el potencial productivo del suelo.

Estos resultados de residualidad de la incorporación de una leguminosa como abono verde están de acuerdo con los obtenidos por Laad et al. (1981) quienes afirman que el aporte de una leguminosa se mantiene a largo plazo, manteniendo el nitrógeno orgánico en el

suelo. En concordancia con estos resultados Azam et al., (1985) afirman que la aplicación en forma conjunta de materia orgánica y fertilizante nitrogenado puede ser útil en conservar a éste y asegurar que el mismo continuará disponible para los cultivos siguientes desde la biomasa microbiana, que es una fuente de nitrógeno potencialmente disponible.

LITERATURA CITADA

- AZAM, F.; KAMALI, K. and SAJJAD, M.I. 1985. Transformation in soil and availability to plants of ^{15}N applied as inorganic fertilizer and legume residues. *Plant and Soil* 86:3-13.
- DIAZ, R. GARCIA, F. y BOZZANO, A. 1980. Dinámica de la disponibilidad de nitrógeno y las propiedades físicas del suelo en rotaciones de pasturas y cultivos. In: Rotaciones. CIAAB, EELE, Colonia, Uru. Miscelánea 24 p. 1-25.
- LAAD, J.N.; OADES, J.M. and AMATO, M. 1981. Distribution and recovery of nitrogen from legume residues decomposing in soils sown to wheat in the field. *Soil. Biol. Biochem.* 13:251-256.

Lista de Participantes

ARGENTINA

Actis, Juan José
Damilano, Adelqui
Pizarro, José Baldomero
Zeljovich, Víctor
EEA Pergamino/INTA
Casilla de Correo 31
2700 Pergamino, Buenos Aires

BOLIVIA

Escobar, José Luis
Rodríguez Méndez, Nelson
CIAT
Avda. del Ejército Nacional 131
Casilla 247
Santa Cruz

Tejada Inza, David
Corporación Regional de Desarrollo de
Chuquisaca
La Madona
Casilla 612
Sucre, Chuquisaca

BRASIL

García, João Carlos
Santana, Derli Prudente
CNPMS/EMBRAPA
Caixa Postal 151
CEP 35700
Sete Lagoas, M.G.

CHILE

González Urbina, Jorge Alberto
Lagos Subiabre, Carlos
Velazco Hansen, Roberto
EE Quilamapu/INIA
Casilla 426
Chillán

PARAGUAY

Aguilera, Blas Ceferino
PRONIEGA/DIA
Ruta 1 Km 10,5
San Lorenzo, Asunción

Bordón Amarilla, Daniel
CRIA/DIA
Ruta VI y Calle "C"
Capitán Miranda, Itapúa

Espinoza, Miguel Angel
SENASE/MAG
Gaspar R. de Francia 685
c/Ruta Mariscal Estigarribia
San Lorenzo, Asunción

URUGUAY

Artola, Alberto
DIGRA
Millán 4703
Montevideo

Barreto, Alfredo
Berretta, Ana
Capettini, Flavio
Cerdeiras, José Ignacio
Ceretta, Sergio
Cibils, Ricardo
Durán, Henry
Fassio, Alberto
García Lamothe, Adriana
Giménez Furest, Agustín
Montosi, Favio
Morón, Alejandro
Rebollo, Arturo
Restaino Galup, Ernesto
Ríos, Amalia
Risso, Diego
Romero Hernández, Ricardo
Sawchik Pintos, Jorge
Silva, José
Vázquez, Eduardo
INIA La Estanzuela
Casilla de Correo 39173
Colonia

Blanco, Federico
Carámbula, Milton
Méndez, Ramón
INIA Treinta y Tres
Casilla de Correo 42
Treinta y Tres

Capra Cassinoni, Gustavo Enrique
García Gallarreta
Otero Cama, Alvaro Ricardo
INIA Las Brujas
Casilla de Correo 33085
Rincón del Colorado
Canelones

Camelli, Juan P.
Colonia "Las Delicias"
Lorenzo Geyres, Paysandú

Casella, Jorge
Instituto Nacional de Colonización
Tarariras, Colonia

Cat Ferber, Alfredo
AGROSAN S.A.
Colombia 1191
Montevideo

Collares, Juan Ramón
Intendencia Municipal de Tacuarembó
Tacuarembó

De la Rosa, Eduardo
INIA Salto Grande
Casilla de Correo 68033
Salto

Gasparri, David
Luis Lamas 1424
Montevideo

Ibáñez, Magdalena
18 de Julio 1712
Montevideo

Llanes, Enrique A.
FICASUR
Rincón 454 - 2º Piso
11000 Montevideo

Malmierca, Patricia
Ed. Mare Nostrum, Local 04
Punta del Este, Maldonado

Morales Grosskopf, Hermes
O. Lanza 605
Salto

Nicoli Herrera, Orestes Jorge
Escuela Agraria de Durazno (UTU)
Ruta 4, El Salado
Durazno

Perdomo, Edmundo
CALPROSE
Artigas 1929
Tarariras, Colonia

Pérez, Nilo
Asociación Nacional de Productores
de Leche
Magallanes 1862
Montevideo

Pérez Gomar, Enrique
INIA Tacuarembó
Casilla de Correo 78086
Tacuarembó

Ponce de León, Joaquín
Urdangarin, Manuel
Asociación Productores con Riego
Artigas 416
Mercedes, Soriano

Rossi, Carlos
ANAPROSE
Artigas 1929
Tarariras, Colonia

Sans Dobe, Bernardo
Agroriego
Fco. Gómez 924
Montevideo

Severi, Mercedes
FUCREA
Jackson 1127
Montevideo

Vacca Gasparri, Fernando
Gasparri Hnos.
Av. Agraciada 2720
Montevideo

11

12

13

Nota del Editor

El maíz fue uno de los productos sobre los cuales trabajó PROCISUR desde sus comienzos en 1980.

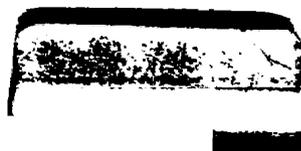
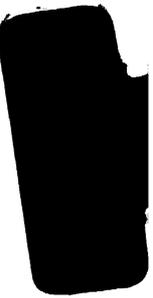
En ediciones de DIALOGOs anteriores se han abordado temáticas muy importantes relacionadas con el cultivo de maíz. Así en el DIALOGO XVIII, se presentó la situación del germoplasma de maíz en el Cono Sur y en el DIALOGO XXV se enfocó todo lo relacionado con el manejo y control de plagas en maíz y sorgo.

En esta nueva entrega, se presenta al maíz dentro de los sistemas de producción, ratificando el tenor de los trabajos que se ofrecen la importancia de este cultivo tanto en sistemas extensivos como intensivos, con orientación agrícola, mixta o ganaderos (lechería).

Como siempre, la publicación aporta los enfoques de los distintos países que integran el PROCISUR, lo que permite a nuestros lectores obtener rápidamente un panorama regional.

Una vez más, nuestro deseo es de que la información aportada por este DIALOGO, sea de gran utilidad a todos los técnicos que trabajan con maíz o en sistemas de producción.

Dr. Juan P. Puignau
Especialista en Comunicación



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

Andes 1365, P. 8 - Tel. (598) 2 92 04 24 - Fax (598) 2 92 13 18 - Casilla de Correo 1217

Montevideo - Uruguay