

DIALOGO VI

seminario sobre: TECNOLOGIA DE TRIGO

LA ESTANZUELA - COLONIA - URUGUAY
setiembre, 1982

Convenio IICA - Cono Sur / BID

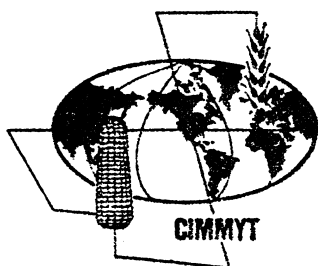
**PROGRAMA COOPERATIVO DE
INVESTIGACION AGRICOLA**



CIAAB



100



PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA

CONVENIO IICA CONO SUR / BID

CIAAB



seminario sobre: **TECNOLOGIA DE TRIGO**

editores:

Roberto Díaz
Matthew McMahon

diagramación-dibujos-impresión:

ERNESTO RAMALLO
HUGO DIAZ

mecanografiado:

HILDA DEVINCENZI de G.

LA ESTANZUELA - COLONIA - URUGUAY
setiembre, 1982

JICA
PROCISUR
#85
7982
MFN- 2573

CONTENIDO

Páginas

Programa Cooperativo de Investigación Agrícola. Convenio IICA - Cono Sur/BID	i
Presentación	ii
Nota Editorial	iii
Programa	iv
Lista de Participantes	vi

CONFERENCIAS

Aspectos Agronómicos y Producción de Trigo en el Cono Sur de América Latina	
Mathew McMahon	1
Algunos efectos del Clima y el Ambiente sobre el Crecimiento, Desarrollo y Rendimiento de Trigo. Patrick C. Wall	12

TEMA I. FERTILIZACION

1. 1. Fertilización de Trigo en la Región Pampeana Húmeda	17
1. 2. Adubação da Cultura do Trigo	23
1. 3. Fertilizantes en Trigo	49

TEMA I I. ROTACIONES

2. 1. La Rotación de Cultivos y su Relación con el Trigo en la Región Pampeana Húmeda Argentina	62
2. 2. Rotação de Culturas Envolvendo Trigo no Sul do Brasil	69
2. 3. Rotaciones y Uso del Suelo en Uruguay	81

TEMA I I I. LABOREO

3. 1. Agricultura en Regiones Semiáridas	95
3. 2. Preparo do Solo em Trigo no Estado do Paraná	121
3. 3. La Investigación en Laboreo para Trigo en Uruguay	123

TEMA I V. CONTROL DE MALEZAS

4. 1. Controle de Plantas Daninhas no Trigo na Região Sul do Brasil	143
4. 2. Control de Malezas en Trigo	153
4. 3. Control de Malezas en Trigos Asociados	166

This One



1DQC-W2L-OWKW

85

Dedicado al:

Ing. Agr. Ernesto Florencio Godoy

(27.IX.1908 - 28.V.1983)

PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA
Convenio IICA-Cono Sur/BID

El Convenio IICA-Cono Sur/BID representa un esfuerzo conjunto de los gobiernos de los países de la Región en el sentido de superar algunas dificultades comunes en la agricultura.

La cooperación interinstitucional busca principalmente el intercambio de conocimientos y experiencias con miras al incremento de la producción y de la productividad del maíz, trigo, soja y bovinos para carne. Los instrumentos principales de apoyo a este esfuerzo son la información y documentación, la capacitación, el enfoque de sistemas de producción, el intercambio técnico y el asesoramiento de alto nivel.

El Programa Cooperativo de Investigación Agrícola en los Países del Cono Sur es financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), administrado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura de la OEA (IICA) y ejecutado a nivel de los países por las siguientes instituciones: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina; Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA), Bolivia; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Brasil; Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chile; Dirección de Investigación y Extensión Agropecuaria y Forestal (DIEAF), Paraguay; y Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger" (CIAAB), Uruguay.

PRESENTACION

Presentamos el Diálogo VI, publicación que representa un esfuerzo conjunto del Programa IICA-Cono Sur/BID y el Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger" (CIAAB) del Uruguay. En él se incluyen los trabajos que se presentaron en el Seminario sobre Tecnología de Producción de Trigo que se realizó en La EE La Estanzuela del CIAAB, del 27 al 29 de setiembre de 1982.

El objetivo del Seminario fue discutir los trabajos realizados en diversos países en las áreas de fertilización, manejo del suelo y del agua del suelo, control de hierbas dañinas, rotación de los cultivos e intercambio de informaciones entre especialistas con el fin de perfeccionar la tecnología de la producción de trigo.

Este Seminario, igual que el de Labranza Reducida en el Cono Sur, realizado también en La Estanzuela en mayo de 1982, contó con la participación del CIMMYT, del CIAAB y del Programa IICA-Cono Sur/BID. La diferencia es que aquél fue coordinado por el CIAAB y la Oficina del IICA en Uruguay, mientras que éste se realizó por el Programa IICA-Cono Sur/BID, con el apoyo local del CIAAB y contando con la cooperación del CIMMYT. La coordinación nacional estuvo a cargo del Ing. Roberto Díaz del CIAAB y ha sido una actividad del Proyecto Trigo coordinado por el Ing. Milton Medeiros de EMBRAPA, Brasil.

Se lograron los objetivos propuestos. Una vez identificados los problemas comunes y discutidas las soluciones, se establecieron las bases para futuras actividades en lo que respecta al intercambio de experiencias y adiestramiento en servicio.

Es importante destacar la colaboración del CIMMYT, tanto en la organización, como en las dos conferencias presentadas por los Dres. Matthew McMahon y Patrick Wall, así como también los recursos para la asistencia de cuatro participantes argentinos, dos chilenos y un brasileño.

El Programa IICA-Cono Sur/BID agradece la cooperación del CIAAB en la edición del presente Diálogo, destacando la esperanza de que esfuerzos conjuntos en la edición de nuevos Diálogos, se repitan en el futuro, con Uruguay y con los demás países participantes del Programa. Un agradecimiento muy especial a los editores, Ing. Roberto Díaz del CIAAB y Dr. Matthew McMahon del CIMMYT.

El Ing. Ernesto Godoy del INTA de la República Argentina, recientemente fallecido, estuvo ligado a los esfuerzos cooperativos en la investigación de trigo desde la década del 60 cuando participó, en representación de su institución, en los esfuerzos de cooperación, promovidos por el IICA, entre los países de su Zona Sur, en lo que se refiere al mejoramiento de trigo. En aquella oportunidad se hicieron los primeros contactos y se dieron los pasos iniciales con fines de operar un programa de intercambio de germoplasma de trigo entre Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay.

Más recientemente, en su condición de Coordinador Nacional por Argentina, ya en el ámbito del Programa IICA-Cono Sur/BID, él fue quien propuso la realización de este Seminario sobre Tecnología de Trigo. Estos son dos ejemplos en distintas épocas que ilustran, la permanente preocupación del Ing. Godoy en el sentido de participar en los esfuerzos cooperativos y de perfeccionar los mecanismos de intercambio técnico entre los países del Cono Sur. Como expresión de nuestro reconocimiento a la expresiva contribución de él a los esfuerzos cooperativos de mejoramiento de trigo en el Cono Sur, hemos decidido, como sincero y agradecido homenaje, dedicar este Diálogo VI a su memoria.

Edmundo Gastal
Director
Programa IICA-Cono Sur/BID

Montevideo, julio de 1983

NOTA EDITORIAL

Esta publicación comprende los trabajos expuestos durante el desarrollo del Seminario, ordenados de acuerdo a su presentación por países y agrupados en los cuatro temas propuestos sobre tecnología de producción de trigo.

Asimismo, se incluyen al comienzo de la edición las dos conferencias brindadas por los especialistas del CIMMYT.

En la revisión y ordenamiento de los trabajos se ha mantenido la forma original de presentación de sus autores lo que podría dar a la publicación cierta falta de uniformidad en su contexto. Sin embargo, de esta manera se ha pretendido transcribir fielmente el enfoque y la información de las disertaciones, que naturalmente no son homogéneas.

Al agradecer y reconocer la valiosa contribución de los expositores y participantes, deseamos también manifestar la aspiración de que este primer encuentro de investigadores en el área de tecnología de trigo del Cono Sur, sirva de estímulo para futuras actividades de integración en sus diferentes disciplinas.

Los Editores

PROGRAMA

Coordinación Matthew McMahon y Roberto Díaz

Lunes 27

Mañana

9:00 - 9:30 Registro e inscripción de los participantes
 9:30 - 10:00 Inauguración
 10:00 - 11:00 Conferencia Introductora al Seminario
 11:00 - 11:30 Intervalo - Café
 11:30 - 12:30 Fisiología del Cultivo de Trigo
 12:30 - 12:45 Preguntas y Discusión
 13:00 - 14:30 Receso

Tarde

TEMA: FERTILIZACION

14:30 - 15:30 Conferencia Fertilización (Chile)
 15:30 - 16:15 Presentación de Argentina
 16:15 - 16:45 Intervalo - Café
 16:45 - 17:30 Presentación de Argentina (Continuación)
 17:30 - 18:15 Presentación de Brasil
 19:00 Cocktail de bienvenida

Martes 28

Mañana

9:00 - 10:15 Presentación de Uruguay
 10:15 - 10:30 Comentarios Generales
 10:30 - 11:00 Intervalo - Café
 11:00 **TEMA: ROTACIONES**
 11:00 - 12:15 Presentación de Argentina
 12:15 - 13:00 Presentación de Brasil
 13:00 - 14:30 Receso

Tarde

14:30 - 15:15 Presentación de Chile
 15:15 - 16:15 Presentación de Uruguay
 16:15 - 16:45 Intervalo - Café
 16:45 - 17:15 Comentarios Generales

Disertantes

Matthew McMahon

Patrick Wall

Elias Lettelier

Angel Berardo

Angel Berardo

Rainoldo Kochhann

Armando Rabuffetti

Carlos Semigajesi

Luis Ricardo Pereira

Nicasio Rodriguez

Roberto M. Díaz

Disertante

17:15 TEMA: LABOREO
17:15 - 18:30 Presentación de Argentina

Adolfo Glave

Miércoles 29

Mañana

9:00 - 10:45 Presentación de Brasil
10:45 - 11:15 Intervalo - Café
11:15 - 12:00 Presentación de Uruguay
12:00 - 12:30 Comentarios Generales
12:30 TEMA: CONTROL DE MALEZAS
12:30 - 13:00 Presentación de Argentina
13:00 - 14:30 Receso

Marcos José Vieira

Walter Baethgen

Raúl Rossi

Tarde

14:30 - 15:00 Presentación de Argentina (Continuación)
15:00 - 15:30 Presentación de Brasil
15:30 - 16:00 Presentación de Chile
16:00 - 16:30 Intervalo - Café
16:30 - 17:00 Presentación de Uruguay
17:00 - 18:00 Comentarios Generales
18:00 - 18:30 Conclusiones y Clausura
19:30 Cena de Clausura

Raúl Rossi

José Ruedell

Juan Ormeño

Amalia Ríos

LISTA DE PARTICIPANTES

ARGENTINA

BERARDO, ANGEL

Fertilidad de Suelos
Facultad de Ciencias Agrarias - Balcarce
C.C. 276
7620 Balcarce

BIANCHI, ALBERTO RAUL

Control de Malezas
INTA - Marcos Juárez
C.C. 21 - 2580 Marcos Juárez

BODRERO, MARCELO L.

Manejo de Cultivos
INTA - Oliveros
Oliveros, Prov. de Santa Fé

DE LA CANAL, MAURICIO

Gerente de Desarrollo
Velsicol Argentina S.R.L.
Rodríguez Peña 243
Buenos Aires

GLAVE, ADOLFO E.

Manejo y Conservación de Suelos
INTA - Bordenave
Prov. de Buenos Aires

HANSEN, OSCAR MARTIN

Manejo de Suelos
INTA - Pergamino
C.C. 31 - 2700 Pergamino

NOVELLO, PEDRO

Fertilidad de Suelo
INTA - Marcos Juárez
C.C. 21 - 2580 Marcos Juárez

ROSSI, ANTONIO RAUL

Malezas
INTA - Pergamino
C.C. 31 - 2700 Pergamino

SENIGAGLIESI, CARLOS A.

Producción de Trigo y Maíz
INTA - Pergamino
C.C. 31 - 2700 Pergamino

TRENTINO, NESTOR CARLOS

Extensionista

INTA

San Lorenzo 1066

2520 Las Rosas - Santa Fé

BOLIVIA

GOMEZ QUINTANILLA, RENE WILFREDO

Encargado de Agronomía del Cultivo del Trigo

IBTA

C.C. 3299

Cochabamba

BRASIL

COSTA MEDEIROS, MILTON

Coordinador Proyecto Trigo

IICA - Cono Sur/BID

EMBRAPA - Convenio IICA - Cono Sur/BID

BR 285 Km 174 Passo Fundo, R.S.

KOCHHANN, RAINOLDO

Fertilidade de Solos e Nutrição de Plantas

EMBRAPA - CNPT

BR 285 Km 174 Passo Fundo, R.S.

PEREIRA, LUIZ RICARDO

Fitotecnia - Rotação de Culturas e Manejo de Solos

EMBRAPA - CNPT

BR 285 Km 174 Passo Fundo, R.S.

RUEDELL, JOSE

Controle de Invasoras

FECOTRIGO

C.P. 10 - 98100 Cruz Alta, R.S.

VIEIRA, MARCOS JOSE

Manejo de Solos

Instituto Agronômico do Paraná

CP 1331 - 86.100 Londrina, P.R.

CHILE

LETELIER, ELIAS

Fertilizantes

INIA

Paradero 34, Santa Rosa
Santiago

ORMEÑO NUÑEZ, JUAN

Control de Malezas

INTA

C.C. 426, Chillán

RODRIGUEZ SANCHEZ, NICASIO

Fertilidad de Suelos

INIA

C.C. 426, Chillán

ROUANET MIRANDA, JUAN LUIS

Ecología y Manejo del Sistema Agropecuario

INIA

C.C. 58-D, Temuco

PARAGUAY

SCHVARTZMAN, JOSE

Técnico de Trigo

MAG - IAN

Ruta II Km 48 1/2, Caacupé

URUGUAY

ABADIE DE LEON, TABARE

Proyecto Cultivos

CIAAB - Estación Experimental La Estanzuela
La Estanzuela, Colonia

ALLEGRI CONDE, MARIO

Director

CIAAB - Estación Experimental La Estanzuela
La Estanzuela, Colonia

ANDREGNETTE MARTINEZ, BERNARDO

Asesor

FUCREA

Avda. Uruguay 1255
Montevideo

BAETHGEN VARELA, WALTER

Proyecto Suelos
CIAAB - Estación Experimental La Estanzuela
La Estanzuela, Colonia

BASTOS D'ESTE, GONZALO

Técnico Regional
Plan Agropecuario
Riviera 291, Colonia

BELTRAME INDART, JORGE

Encargado del Servicio Semillas
CIAAB - Estación Experimental La Estanzuela
La Estanzuela, Colonia

CARRASCO GONZALEZ, PABLO JESUS

Ayudante Cultivos
Facultad de Agronomía
Estación Experimental de Paysandú
Ruta 3, Km 373, Paysandú

CASANOVA LA CRUZ, OMAR

Profesor Adjunto
Fertilidad de Suelos
Facultad de Agronomía
Avda. Garzón 780
Montevideo

CIBILS MUÑOZ, RICARDO

Proyecto Investigación Integrada
CIAAB - Estación Experimental La Estanzuela
La Estanzuela, Colonia

CLARIGET OTEGUL, JUAN

Proyecto Ovinos
CIAAB - Estación Experimental La Estanzuela
La Estanzuela, Colonia

CHARBONNIER GARDIOL, ROBERTO

Dirección de Sanidad Vegetal
Puig 1307
Dolores, Soriano

DIAZ de ACKERMANN, MARTHA

Fitopatología
CIAAB - Estación Experimental La Estanzuela
La Estanzuela, Colonia

DIAZ ROSSELLO, ROBERTO M.

Jefe Proyecto Suelos
CIAAB - Estación Experimental La Estanzuela
La Estanzuela, Colonia

DUBOSO ESTEFANELL, EUGENIO

Jefe División - Área Litoral
Plan Agropecuario
25 de Mayo 1430
Paysandú

DURAN MARTINEZ, HUGO

Asesor
FUCREA
Leandro Gómez 1160
Paysandú

ERREA BOOYAT, EDUARDO

Sub-Director División
DIPYPA
Colonia 892, P.5
Montevideo

ETCHECHURY MAZZA, GUSTAVO

Jefe de Servicios Agronómicos Dolores
Dirección de Agronomías Regionales
Mercedes 1530, Ap. 403
Montevideo

EUGUI, WASHINGTON SEVERINO

Técnico Regional
Plan Agropecuario
Juan José Vázquez 1272
Dolores, Soriano

GAMIO CIA, IGNACIO

Jefe Depto. Agronómico
Cooperativa Agropecuaria de Young
Montevideo 3511
Young, Río Negro

GARCIA LAMOTHE, ADRIANA

Proyecto Suelos
CIAAB - Estación Experimental La Estanzuela
La Estanzuela, Colonia

GARCIA PRECHAS, FERNANDO

Jefe de Departamento
División Uso y Manejo del Agua
Avda. Garzón 456
Montevideo

GERMAN FAEDO, SILVIA

Proyecto Cultivos

CIAAB - Estación Experimental La Estanzuela
La Estanzuela, Colonia

GIMENEZ FUREST, AGUSTIN

Proyecto Control de Malezas

CIAAB - Estación Experimental La Estanzuela
La Estanzuela, Colonia

GONZALEZ BONJOUR, CARLOS

Avda. Sarmiento 2369, Ap. 203

Montevideo

JUAMBELTZ ALVAREZ, GONZALO

Sub-Director de División

DEFYPA

Colonia 892, P.5

Montevideo

LEMBO NAVILLE, DANIEL

Agroquímicos

Mateo Brunet S.A.I.C.

Avda. Uruguay 919

Montevideo

MAGRINI BIANCHI, ALFREDO

Proyecto Suelos

CIAAB - Estación Experimental La Estanzuela
La Estanzuela, Colonia

MARTINO SCANDROGLIO, DANIEL

Proyecto Suelos

CIAAB - Estación Experimental La Estanzuela
La Estanzuela, Colonia

NUÑEZ ALFONZO, JUAN

Estudiante en Tesis

Proyecto Forrajeras

CIAAB - Estación Experimental La Estanzuela
La Estanzuela, Colonia

PACHECO ALVAREZ, MANUEL

Proyecto Cultivos

CIAAB - Estación Experimental La Estanzuela
La Estanzuela, Colonia

PEREA, CARLOS F.

Encargado del Proyecto Protección Vegetal

Fitopatología

CIAAB - Estación Experimental La Estanzuela
La Estanzuela, Colonia

PEREZ SANABRIA, JORGE

Cultivos - Fertilidad

Semillero "Del Plata"

Rivadavia 659

Colonia

PICERNO PONGIBOVE, ALFREDO

Técnico

DIPYPA

Colonia 892, P.5

Montevideo

MANDL, ALFREDO

Jefe Proyecto Cultivos

CIAAB - Estación Experimental La Estanzuela

La Estanzuela, Colonia

RABUFFETTI, ARMANDO

Profesor

Fertilidad de Suelos

Facultad de Agronomía

Avda. Garzón 780

Montevideo

REBUFFO GFELLER, MONICA

Proyecto Forrajeras

CIAAB - Estación Experimental La Estanzuela

La Estanzuela, Colonia

RIOS GARCIA, AMALIA

Control de Malezas

CIAAB - Estación Experimental La Estanzuela

La Estanzuela, Colonia

RUCKS DE IZA, LAURA

Asesor Técnico

Cooperativa Agropecuaria de Dolores

Dolores, Soriano

SANS DOBE, BERNARDO

Fco. Gómez 926

Montevideo

STEINFELD FRIEDMANN, NATALIO

Ing. Agrónomo Zonal

Banco República

Carlos Puig 1733

Dolores, Soriano

TERRA OYENARD, ANA LIA

Entomología
Dirección de Sanidad Vegetal
Avda. Millán 4703
Montevideo

TORRES MARTIGNONI, DANIEL

Ayudante Cultivos
Facultad de Agronomía
Estación Experimental de Paysandú
Ruta 3, Km 373
Paysandú

TRUCILLO URIARTE, VICENTE

Mejoramiento de Sorgo
CIAAB - Estación Experimental La Estanzuela
La Estanzuela, Colonia

VERGES DELGADO, PIERRE

Mejoramiento de Trigo
CIAAB - Estación Experimental La Estanzuela
La Estanzuela, Colonia

VIDIELLA SECCO, JUAN CARLOS

Dirección Técnica Sistemas Agropecuarios
Luis P. Ponce 1543, Ap. 101
Montevideo

VINCENT POPELKA, R. DANIEL

BASF Uruguay S.A.
Venezuela 1211
Montevideo

VIZCARRA REYNO, JORGE ANTONIO

Proyecto Bovinos de Carne
CIAAB - Estación Experimental La Estanzuela
La Estanzuela, Colonia

ZAMBRA BALARINI, LUIS IGNACIO

Cabaña y Estancia Nueva Mehlem
Estación Haedo Km 29, Ruta 24
Río Negro

ZERBINO BARDIER, MARIA STELLA

Entomología
CIAAB - Estación Experimental La Estanzuela
La Estanzuela, Colonia

SORRONDEGUI LORENZINI, JOSE LUIS

Asesor Técnico - Herbicidas

Domingo Basso (The Dow Chemical Co.)

Fco. A. de Lemos 4278

Montevideo

CONFERENCISTAS

McMAHON, MATTHEW

Producción de Trigo

CIMMYT

C.C. 5427

Santiago, Chile

WALL, PATRICK

Producción de Trigo

CIMMYT

C/O INIAP, Apartado 2600

Quito, Ecuador

CONFERENCIAS



ASPECTOS AGRONOMICOS Y PRODUCCION DE TRIGO EN EL CONO SUR DE AMERICA LATINA

MATHEW Mc.MAHON *

INTRODUCCION

Ante todo pienso que sería útil colocar la producción de trigo del Cono Sur dentro de un contexto mundial. Las cifras relativas se muestran en el Cuadro 1. Como puede verse de estas cifras, el Cono Sur representa una pequeña proporción (3 o/o) del total de la producción mundial de trigo, no obstante, como todo promedio de cifras, hay muchos factores ocultos. En tres de los cinco países del Cono Sur, Argentina, Chile y Uruguay, el trigo es para la población la principal fuente de carbohidratos. En las partes más necesitadas de la sociedad, el trigo también es una importante fuente de proteínas. En Brasil, el cual es el país más poblado de la región, el consumo de trigo está aumentando a gran velocidad, y esto se debe principalmente a la política gubernamental y a una rápida expansión de la población urbana. Por eso Brasil es uno de los más grandes importadores de trigo.

Además, en el Cono Sur tenemos uno de los principales exportadores mundiales de trigo, Argentina, país en el cual año tras año presenta un importante rol en el mercado mundial de este cereal.

Chile, que habiendo sido en el pasado un país exportador de trigo, tiene ahora que importar por lo menos un sesenta por ciento de sus necesidades. Esto es de suma importancia para un país donde el consumo de trigo per capita es uno de los más altos del mundo. De acuerdo a mis cálculos, esto es aproximadamente 180 kg/ ap./año.

En Paraguay, el consumo de trigo se ha duplicado en la última década, en tanto que la producción casi se ha triplicado. No obstante, Paraguay continúa importando trigo.

En cuanto a nuestro anfitrión, Uruguay, ha mantenido su consumo estable por años, aún cuando su producción ha decrecido debido a la disminución del área sembrada.

En el Cuadro 2 se resumen algunas estadísticas importantes de producción y consumo de trigo en Argentina, Brasil, Chile y Uruguay. No se incluye Paraguay.

Este breve estudio nos dará una idea de la producción y consumo de trigo en el Cono Sur, asimismo nos muestra algunos índices agronómicos del trigo para la región, por ejemplo, en el Cuadro 1 podemos ver que el promedio de producción de trigo para la región es de 1,4 ton/ha comparado con 1,8 ton/ha para todo el mundo. Como puede verse en el Cuadro 2, Argentina y Chile están cerca del promedio mundial de rendimiento por hectárea mientras que Uruguay y Brasil están más atrás. Otra estadística agronómica interesante que nos muestra el Cuadro 2, es el índice de incremento en rendimiento por hectárea (1961-80) para los cuatro países mencionados, los cuales se presentan en el Cuadro 3 junto con las cifras correspondientes para todo el mundo. También se muestra en estas cifras la cantidad de años que se requieren para duplicar el rendimiento actual. En resumen, estamos bastante más atrás del promedio mundial.

En los últimos treinta años hemos presenciado una gran explosión en la producción mundial de trigo. La producción actual es cerca de 450 millones de toneladas, es el triple de lo que fue hace treinta

* Dr. Producción de Trigo, CIMMYT. C.C. 5427. Santiago, Chile.

años atrás. Debido a esto, se han analizado en algunos países las contribuciones de las diferentes disciplinas a este aumento. En general, con dichos análisis se ha llegado a la conclusión de que el mejoramiento genético ha contribuido un cincuenta por ciento, en tanto que las prácticas agronómicas mejoradas han contribuido con otro cincuenta por ciento. Por consiguiente, si tomamos el caso del Cono Sur, vemos que las tasas de aumento en el rendimiento son bajas, aunque en los últimos diez años el germoplasma mejorado ha sido usado a gran escala en la región. Esto nos hace preguntarnos si las bajas tasas de rendimiento se deben a la falta de prácticas agronómicas mejoradas o, mejor dicho, nosotros, quienes estamos trabajando en prácticas agronómicas estamos quedando atrás de los logros obtenidos por fitomejoradores. No puede contestar categóricamente estas preguntas, pero sugiero que demos a ellas serias consideraciones durante el curso de esta conferencia.

ASPECTOS AGRONOMICOS EN EL CONO SUR

Cuando hablamos de las condiciones del cultivo del trigo en el Cono Sur, vemos que ellas son muy diferentes de un lugar a otro. El trigo está siendo cultivado desde la latitud 15°S en Brasil hasta 42°S en Chile. Como puede verse en el Cuadro 2, la mayor parte de este trigo está cultivado bajo condiciones de secano, y Chile es el único país con una superficie importante bajo riego. En otros países, la mayor parte de la zona depende de los caprichos de la lluvia, además de las interacciones de la misma con otros factores que afectan el rendimiento. Generalmente, cuando los agrónomos hablan sobre producción de cultivos y agua, estamos inclinados a pensar más en el déficit de agua. De cualquier modo, la lluvia afecta la producción en muchas formas a causa de su interacción con otros factores, especialmente enfermedades. La época de lluvias es importante en la manifestación de enfermedades tales como *Septoria* y *Gibberella*. Esto es un problema en la mayor parte del Cono Sur. En algunos lugares de Chile los rendimientos son más bajos en años lluviosos, lo que probablemente se debe a la mayor manifestación de *Ophiobolus* spp, y también a las condiciones saturadas del terreno que inhiben el crecimiento de las raíces. Grandes lluvias a principios del ciclo pueden aumentar la lixiviación y así reducir la absorción del nitrógeno y el subsecuente rendimiento. No se puede controlar cuando ocurre la lluvia, pero la cantidad total de humedad disponible para el cultivo se puede controlar en cierta medida a través de prácticas culturales. Nuevamente se ven dos diversos problemas que en algunas regiones pueden ser mutuamente exclusivos.

En primer lugar, tenemos que tener suficiente humedad en el suelo para establecer el cultivo. Esto es muy importante en ciertas regiones de Argentina donde la siembra es seguida por un largo período de sequía, y donde el establecimiento de las raíces es importante para explotar la humedad del suelo durante este período. En estas áreas donde el crecimiento temprano de las raíces está limitado, el rendimiento potencial del cultivo se fija a principios del ciclo, y no se puede recuperar.

La humedad en la época de siembra es también extremadamente importante para establecer la fecha de siembra en zonas con lluvias intermitentes. Una área triguera importante en el Cono Sur que tiene este problema es el estado de Paraná en Brasil. A causa de lluvias intermitentes y un control inadecuado de la humedad, la fecha de siembra cambia mucho de un año a otro y da inestabilidad al rendimiento del trigo. Esto también complica la vida del fitomejorador debido a que es extremadamente difícil desarrollar buen germoplasma cuando las fechas de siembra son tan variables.

La falta de control de humedad significa también que las fechas de siembra varían de un predio a otro en la misma región y en el mismo año. Esto quiere decir que en esta región se puede encontrar trigo en diferentes estados de crecimiento. Cuando así ocurre, las enfermedades son transmitidas de cultivos ya desarrollados a cultivos recién sembrados. Tal temprano ataque de las enfermedades pueden liquidar el cultivo.

El otro aspecto del agua es su almacenamiento y disponibilidad al cultivo en zonas semi-áridas. Esto generalmente se logra a través de barbecho y otras prácticas culturales. La importancia de la humedad y su interacción con el fertilizante está presentada en el Cuadro 4, con datos del INTA.

El barbecho se ha practicado desde principios de la agricultura a fin de almacenar humedad y/u obtener mejor fertilidad. Los conceptos del barbecho están en el proceso de cambiar con el advenimiento de herbicidas. En zonas donde el almacenamiento de la humedad es el principal objetivo, el barbecho limpio está siendo reemplazado por un barbecho donde se deja el rastrojo sobre el suelo, con lo cual mejora el control de la erosión del suelo, y especialmente en zonas de precipitaciones estivales, mejoran el almacenamiento de agua en el suelo.

Cuadro 1: Producción de trigo en el mundo y en Cono Sur. 1978/80.

	Area	Rendimiento	Producción		
	(m ha)	(ton/ha)	(m ton)	Area	Producción
Cono Sur	8	1.4	11	4	3
Mundo	240.8	1.8	438.5	100	100

Cuadro 2: Estadísticas del trigo para cuatro países del Cono Sur.

	Estadísticas	Argentina	Brasil	Chile	Uruguay
Area	Promedio 1961-65 (000 ha)	4916	812	753	453
	Promedio 1978-80 (000 ha)	4702	3221	562	218
	o/o regado	0	0	29	0
	o/o húmedo	47	50	71	100
	o/o semi-árido	53	50	0	0
	o/o trigo harinero primaveral	95	100	86	100
	o/o trigo harinero invernal	0	0	6	0
	o/o trigo candeal	5	0	8	0
Tasa de crecimiento	Rendimiento promedio 78-80 (ton/ha)	1.7	0.9	1.7	1.2
	Producción promedio 78-80 (000 ton)	7848	2924	951	251
	Area 1961-80 (o/o por año)	- 0.3	8.6	- 1.8	- 4.6
	Rendimiento 1961-80 (o/o por año)	0.5	1.6	1.0	0.7
Consumo	Producción 1961-80 (o/o por año)	0.2	10.1	- 0.8	- 3.8
	Porcentaje total de calorías del trigo	30	36	52	33
	Porcentaje de calorías de cereal del trigo	91	33	88	82
Comercio	Abastecimiento total de trigo per capita (kg/año)	185	47	177	134
	Promedio neto de importaciones 77-79 (000 ton)	-4045	3539	764	51
	Porcentaje del total de utilización del promedio importado 77-79	- 56	57	43	16

Cuadro 3: Tasas de crecimiento del rendimiento del trigo (1961-80).

País	o/o tasa de crecimiento/año	Años para duplicar el rendimiento actual
Argentina	0.5	140
Brasil	1.6	44
Chile	1.0	70
Uruguay	0.7	100
Mundial	2.8	25

Cuadro 4: Rendimiento promedio (kg/ha) y respuestas de diversos tratamientos en tres diferentes zonas de lluvia. Argentina 1980-81. (Fuente: INTA, Pergamino).

Disponibilidad de agua para la siembra más lluvia caída para el macollaje (mm)	Nº de Localidades	Rendimiento del testigo	Rendimiento de Tratamiento NP	Aumento debido a NP	Aumento debido a N solo	Aumento debido a P solo
> 300	11	2.780	4.290	1.510	590	300
220-300	9	3.180	3.860	680	310	250
< 220	8	2.080	2.950	870	280	380

Estas prácticas también disminuyen los costos de combustible. La tendencia de dejar más rastrojo aumentará, indudablemente en el futuro.

Antes de dejar el tema del manejo del suelo, necesitamos mencionar "Labranza Cero". La "Labranza Cero" ha sido una de las innovaciones tecnológicas de los últimos quince años, siendo esto posible por la llegada de herbicidas efectivos, y han tenido una gran aceptación. Se usa por diferentes razones que dependen de las condiciones encontradas en el medio ambiente. Las principales razones son: conservación de la humedad, control de la erosión, operaciones a tiempo, reducción de trabajo, y un factor, que en estos días es absolutamente importante, bajar el consumo de combustible.

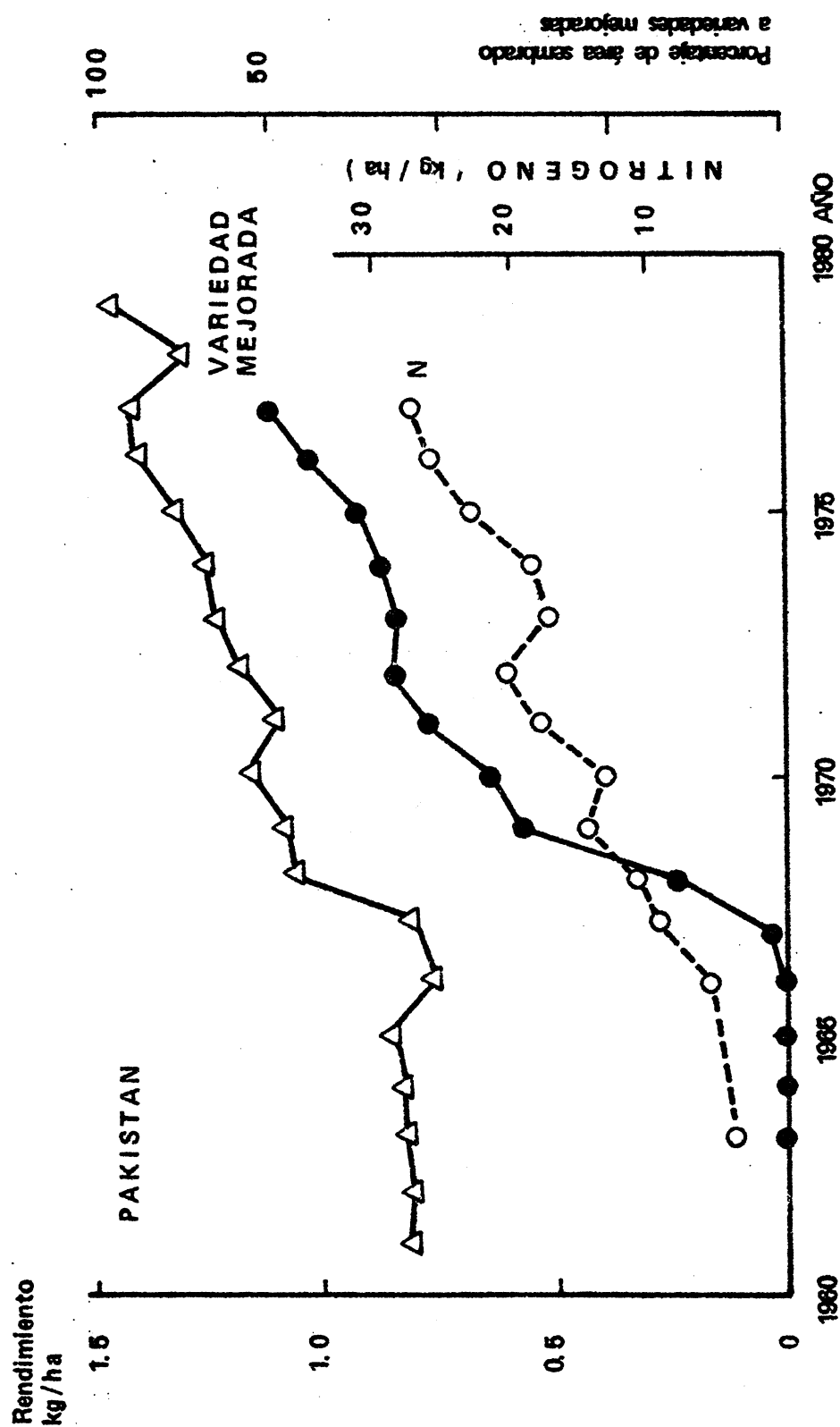
En climas húmedos, la labranza cero ha abierto la posibilidad del doble cultivo, y esto está siendo explotado en muchas regiones. Uno de los cambios más grandes en la agricultura Argentina en los últimos ocho años, ha sido el doble cultivo de trigo y soja. En 1974, Argentina produjo 50.000 toneladas de soja, y en 1980 esta cifra aumentó a 4 millones de toneladas. El 80 por ciento de esta soja fue producido con el sistema de doble cultivo de trigo y soja. El Cuadro 5 muestra que después del 10 de diciembre, el rendimiento bajó a aproximadamente 30 kg/ha/día. Por lo tanto, el tiempo de siembra en este sistema de doble cultivo es importante, y la labranza cero es una herramienta para lograrlo.

Cuadro 5: Efecto de fecha siembra sobre los rendimientos de soja en Marcos Juárez, Cba. Argentina. (Fuente: Alfredo Lettanzi, INTA).

Fecha de Siembra	Rendimiento (kg/ha)
1 - 10 DIC.	2200
11 - 20 DIC.	1960
21 - 30 DIC.	1720
1 - 10 ENE.	1420
10 - 20 ENE.	1240

EL ROL DE LA VARIEDAD

Ha habido aumentos espectaculares en la producción de trigo en diferentes partes del mundo en los últimos veinte años. Cuando se discute este fenómeno, el factor más citado es el cambio en el rendimiento potencial de las variedades nuevas. Este cambio en el rendimiento potencial se logró con el desarrollo de una planta más corta con un índice más alto de cosecha, dando por lo tanto más grano por unidad de materia seca. Estas nuevas variedades dieron además mayor respuesta al fertilizante, y en consecuencia, mayor eficiencia en su uso. Debido a estos dos factores, el uso del fertilizante aumentó en los países que adoptaron estas variedades. Esto lo podemos ver del ejemplo de Pakistán (Cuadro 6). El incremento de 20 kg/ha de N fue acompañado por un aumento del rendimiento de 600 kg/ha, dando una relación de 30 kg de grano por kilo de nitrógeno.



Quadro 6: Rendimiento promedio de trigo (kg/ha) uso de nitrógeno (kg/ha) y porcentaje de superficie sembrada con trigo semi-anano en Paquistán desde 1960.

El mejoramiento en la eficiencia del nitrógeno en estas variedades cuando se cultivan bajo óptimas condiciones se muestra en datos de México (Cuadro 7).

Cuadro 7: Altura, rendimiento y aspectos de la utilización de nitrógeno en distintas variedades bajo condiciones óptimas.

Variedad	Altura (cm)	Rendimiento (kg/ha)	N absorbido (kg/ha)	Rendimiento/N absorbido (kg/ha)
Nainari 60	140	5.52	202	27.3
Penjamo 62	110	6.48	220	29.5
Pitic 62	123	6.63	210	31.6
Inia 66	113	6.59	192	34.3
Siete Cerros 66	105	7.57	219	34.6
Cajeme 71	90	7.42	225	33.0
Anza	100	7.62	210	36.3
Torim 73	90	7.32	198	37.0

Como se puede ver en este cuadro, la eficiencia del nitrógeno fue de 27.3 a 37.1 en un período de trece años de mejoramiento genético. El total de absorción de nitrógeno no cambió significativamente.

Siempre se ha discutido el rol de la variedad vs prácticas agronómicas. No obstante, la verdad es que ambas se complementan, y una no funciona sin la otra, lo que se ha sostenido con los datos de los ensayos en la costa mediterránea de Chile. (Cuadro 8)

Cuadro 8: Interacción de variedad y tecnología en el secano costero de la VI Región, Chile, 1980.
(Fuente: INIA, Chile).

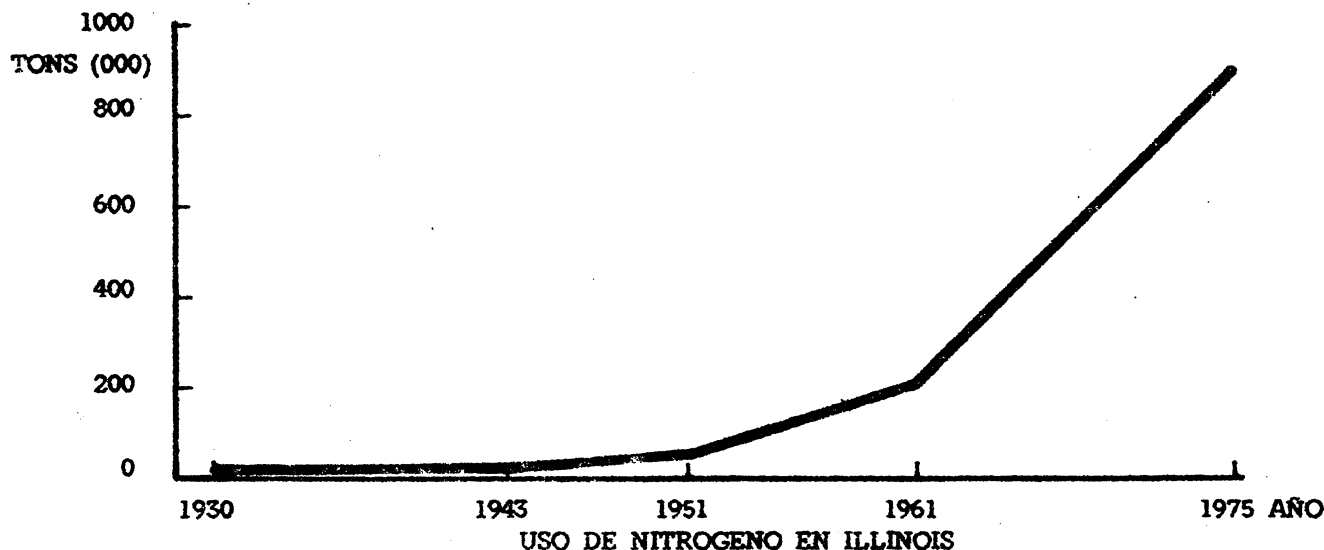
	Rendimiento (kg/ha)	
	N = 3	
	Agricultor	Tecnología máxima
Variedad Antigua	2560	2770
Variedad Mejorada	2300	3480

Por consiguiente, las bases para que cualquier programa de producción tenga éxito es, una variedad adecuada y de alto rendimiento.

FERTILIZANTES

Probablemente el factor más importante en cualquier paquete tecnológico es el fertilizante. El consumo mundial de fertilizantes ha aumentado hasta sobre 100 millones de toneladas de nutrientes por año. Un cuarto se ha usado en países en desarrollo. Esta cantidad es aún insuficiente para producir una cantidad adecuada de alimento. A pesar de la crisis de energía no debería haber desacuerdo sobre la urgencia de apoyar el rápido aumento en el consumo de fertilizantes en el mundo en desarrollo. La presión de la población, el aumento del déficit alimenticio, el agotamiento de la fertilidad del suelo, y la complementación entre variedades de alto nivel de aplicación de fertilizantes señalan su importancia. De este modo, el verdadero problema que concierne al mundo en desarrollo, no es la razón, sino cómo mantener un rápido aumento en el consumo de fertilizantes.

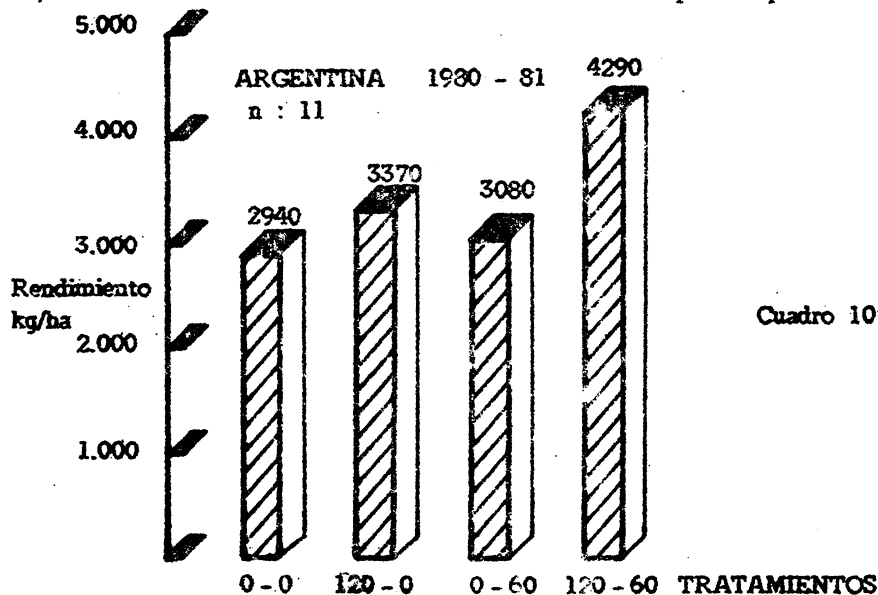
Aunque para los aquí presentes, el uso del fertilizante es aceptado sin discusión, su uso a gran escala es relativamente nuevo en la historia de la agricultura. El uso de fertilizantes empezó en la década de 1840, pero el aumento del consumo mundial de fertilizantes a más de 100 millones de toneladas es esencialmente una historia de las últimas tres y media décadas. Más del 90 por ciento del aumento ha sido desde la Segunda Guerra Mundial. Sorprendentemente, más de la mitad del incremento del uso de fertilizantes ha ocurrido desde mediados de los años sesenta, y más de un cuarto en los cinco años después de 1973/74. El uso de fertilizante nitrogenado en Illinois a través del tiempo, se puede ver en el Cuadro 9, el cual muestra un rápido aumento desde la Segunda Guerra Mundial.



Cuadro 9: El uso de fertilizante nitrogenado en Illinois desde 1930. (3)

El uso del fertilizante varía considerablemente de un país a otro. El uso de nitrógeno va desde 2 kg/ha en Argentina a 180 kg/ha en algunos países europeos. Sin embargo, estas cifras no necesariamente reflejan las condiciones de fertilidad del suelo o no quiere decir que Argentina no necesita fertilizantes. El Cuadro 10 muestra las respuestas de trigo en varios lugares de la Pampa Húmeda en 1960.

Si se considera el impacto de un vigoroso programa de fertilizantes en Argentina para el futuro, ello sería verdaderamente un brillante acontecimiento para la producción mundial de trigo.



Cuadro 10: El efecto de nitrógeno y fósforo sobre los rendimientos de trigo en la región de la Pampa Húmeda Argentina, 1960.
Fuente: INTA, Pergamino.

MALEZAS Y HERBICIDAS

Las malezas se clasifican como uno de los factores que más limitan los rendimientos del trigo en cualquier medio ambiente. El problema de las malezas no sólo se encuentra en situaciones agrícolas deficientes, ya que las malezas gramíneas han llegado a ser mucho más abundantes bajo condiciones de alta fertilidad y agricultura intensiva. El Cuadro 11 muestra las pérdidas que pueden provocar una fuerte infestación de *Avena fatua* bajo condiciones de alta fertilidad y abundante agua. Los herbicidas nos han proporcionado soluciones para el problema de malezas.

Cuadro 11: Rendimiento (kg/ha) de varios cultivos bajo distintas densidades de *Avena fatua*.
(Fuente: McMahon, datos no publicados)

Densidad de <i>Avena fatua</i>	Yoreme (T)	Jupateco (T.H.)	Anhinga (T.C.)	Celaya (Ceb)
Plantas/m ²				
0	6380	7450	6500	5240
21	5340	6910	6270	5250
27	3930	5510	6080	5260
45	3120	5920	5280	5100
78	1820	5270	5620	4030
115	1190	3290	3940	4250

En primer lugar, hay herbicidas para controlar la mayoría de malezas de hoja ancha que encontramos en el trigo. En los últimos quince años se ha visto una explosión en la cantidad de herbicidas disponibles para el control de malezas gramíneas. En la mayoría de los casos hay recomendaciones para estos herbicidas para las diferentes zonas del Cono Sur.

Con la llegada de los herbicidas estamos muy a menudo inclinados a olvidar que la solución más duradera para el control de malezas es un enfoque integrado donde existe una combinación de prácticas culturales y herbicidas.

Aunque parecen existir soluciones para la mayoría de los problemas de malezas en trigo, hay varias líneas de investigación que a juicio mío, son prioritarias en el futuro. Necesitamos saber cuáles son los problemas que van a presentar las malezas con combinaciones diferentes de cultivos y cómo se pueden resolver estos problemas.

Una de las admirables contribuciones que se ha hecho a la agricultura en los últimos veinte años, ha sido el reemplazo del trabajo mecánico por el uso de herbicidas. Esto ha abierto muchas nuevas posibilidades como lo señalé cuando hablé sobre humedad labranza cero. Esta es un área que necesita mucha más investigación y donde se necesita más imaginación científica a fin de abrir nuevas posibilidades para intensificar aún más la agricultura donde el agua es suficiente.

Antes de cerrar este capítulo, me gustaría enfatizar una vez más que los herbicidas son solamente una parte, aunque importante de cualquier programa de control de malezas.

PAQUETE TECNOLÓGICO

En resumen, he tocado algunos de los factores más importantes que afectan la producción de trigo: especialmente humedad, variedad, fertilizantes y malezas. Esto no cubre todo, pero en la mayoría de los casos estos cuatro factores son los más importantes. Ellos han sido tratados separadamente y vamos a tratarlos separadamente en las diferentes sesiones de esta conferencia. Sin embargo, en ambos casos esto sólo se debe a conveniencia de organización. Todos sabemos que cuando se trata de producción de trigo, estos factores no pueden ser tratados separadamente. Todos interaccionan entre sí, y nosotros debemos estar conscientes de estas interacciones cuando entregamos las recomendaciones a los agricultores.

Cuando estas interacciones son probadas y perfeccionadas bajo condiciones de campo, entonces nosotros tenemos un verdadero "paquete tecnológico".

Finalmente, vale la pena analizar el enfoque del "paquete tecnológico" en términos de producción de trigo en el Cono Sur.

S. volvemos al Cuadro 1 veremos que el promedio de rendimiento para el área del Cono Sur es de 1,4 ton/ha. Sin embargo, estoy seguro que en el transcurso de esta conferencia no escucharemos que se citen rendimientos de 1,4 ton/ha. Los rendimientos citados por los investigadores son mucho más altos. Por consiguiente, existe una diferencia entre los rendimientos experimentales y los rendimientos de los agricultores. El rendimiento logrado con la tecnología actual es mucho más alto que el obtenido por los agricultores. Una posible respuesta a esto, es que nos falta un programa efectivo de extensión y que también hemos logrado suficiente en investigación y debemos transpasar nuestros conocimientos actuales a los agricultores. Tal declaración es parcialmente verdadera y una estrategia tal podría probar su inutilidad en un plazo corto. Hay aún mucho que realizar a través de la investigación, y nuestro trabajo en esta conferencia es explotar estas posibilidades. Para la producción existen también limitaciones socio-económicas, pero puesto que ellas no corresponden a esta conferencia, es suficiente reconocer por lo menos que si estas limitaciones no están eliminadas, las soluciones agronómicas no son aplicables.

La meta del agricultor es producir los rendimientos más económicos usando los recursos que él tiene a su disposición. Esto se explica a todos los agricultores, sean pequeños o grandes, ricos o pobres, y bajo toda clase de medio ambiente. La meta del agrónomo es manipular los factores que afectan la producción de manera que él pueda encontrar la mejor combinación de estos para adaptarlas a las condiciones de los agricultores. Las palabras de esta última frase son "la mejor combinación". Esto no implica exactamente cualquier combinación de prácticas, pero sí una combinación en la cual se le dé prioridad a los factores y que son factibles de usar por el agricultor. A esto es lo que se le llama el "paquete tecnológico". Tanto el investigador como el agricultor tienen que saber cómo usar los factores del paquete en la secuencia, dosificación y tiempo apropiado. Todo esto tiene que ser determinado por una amplia investigación de campo por un largo período de tiempo.

El desarrollo de las recomendaciones de los factores de producción ha sido posible por la mayoría de las áreas de trigo del Cono Sur, y esto será posible en un futuro cercano en las zonas que aún no tienen estas recomendaciones. Esto se debe a que muchos de los recursos, es decir, equipo, herbicidas, fertilizantes están disponibles en esta región. Sin embargo, en la mayoría de los casos estos paquetes de recomendaciones necesitan ser probados bajo condiciones de campo, y establecer prioridades dentro del paquete.

Necesitamos tener más investigación para determinar la causa del por qué existe la diferencia de rendimiento entre los rendimientos experimentales y los rendimientos de los agricultores. Para las diferentes condiciones ecológicas necesitamos conocer lo siguiente:

- 1.Cuál es el potencial máximo de producción de trigo usando niveles recomendados de tecnología de ciertos factores.
- 2.Cuál es la diferencia entre el rendimiento con las actuales prácticas de los agricultores y el rendimiento máximo obtenido en sus campos después de que se han modificado los factores seleccionados.
3. Cuánto de la diferencia de rendimiento puede ser atribuido a cada factor de producción.
4. ¿Es el nivel de rendimiento potencial satisfactorio para la región ?
5. Si no, ¿qué otros factores pueden estar involucrados en la disminución del potencial de rendimiento ? Esto algunas veces puede ser determinado a través de observaciones rutinarias de los ensayos en el terreno.
6. Si el rendimiento potencial es satisfactorio ¿qué tipo de paquete tecnológico necesita ser entregado al agricultor ? ¿cuáles son las prioridades dentro de este paquete ? ¿cuáles son las interacciones en el paquete ?

Un ejemplo de este tipo de investigación se da en el Cuadro 12.

Estos resultados están siendo usados por el INIA en muchas y variadas formas para orientar tanto su programa de investigación como para el programa de divulgación.

Cuadro 12: Contribución individual y conjunta de los factores probados en variedades antiguas y mejoradas en las terrazas marinas de las V y VI Regiones de Chile. (Fuente: INIA, 1981).

	kg/ha Variedades Antiguas	Variedades Mejoradas
Rendimiento actual	2560	2300
Rendimiento potencial	3010	3780
Déficit del rendimiento	450	1480
<u>Contribución individual</u>		
Nitrógeno	350	810
Fósforo	50	170
Control de malezas	- 20	70
<u>Contribución conjunta</u>	240	1410

¿QUE HAY DEL FUTURO ?

Aunque he dedicado esta disertación al pasado y al presente, la razón de esta conferencia es para que pensemos y nos preparemos para el futuro.

Como lo hemos visto, el trigo es un factor importante en la economía de todos los países del Cono Sur. Para Argentina es una mayor fuente de divisas. Para el resto de los países, debido a las importaciones, el trigo significa un agotamiento de las reservas internacionales. Es nuestro trabajo mejorar esta situación aumentando las exportaciones y disminuyendo las importaciones. Pase lo que pase, una cosa es cierta, el trigo continuará jugando un importante rol en la economía de todos estos países.

Cuando pienso en la producción del trigo en el Cono Sur, veo un futuro muy brillante. Baso principalmente estas esperanzas en lo que está ocurriendo en el campo de fitomejoramiento en los últimos cinco años.

En estos cinco países tenemos programas de fitomejoramiento muy fuertes. Estos programas están haciendo avances en muchos frentes. Por ejemplo, Brasil dispone de variedades adecuadas para sembrar bajo riego en los cerrados. Para las regiones más tradicionales de trigo, tienen material genético con mejor resistencia a la toxicidad del aluminio, el cual es uno de los mayores factores limitantes de la producción del trigo en estas áreas.

La base del germoplasma argentino se ha ampliado tremendamente en los últimos cinco años y hay variedades de alto rendimiento disponibles para casi todas las situaciones de ese país.

Uruguay continúa buscando material con mejor resistencia a Septoria.

Paraguay está aumentando sus siembras de trigo en nuevas zonas y está obteniendo altos rendimientos de las nuevas variedades que ellos están usando.

Chile continúa lanzando variedades rendidoras con resistencia más estable a la roya y mejor resistencia a Septoria. Se espera que en un futuro cercano puedan realizar las posibilidades técnicas de reintroducir trigo en sus zonas regadas como parte de un sistema de doble cultivo.

Este panorama muestra que el potencial de rendimiento aumentará en estos países en las próximas décadas. Esto significa que la brecha entre el rendimiento potencial y el rendimiento del agricultor al cual nos hemos referido antes, podría ser aún más grande. Esto representa para nosotros un desafío. Es nuestra tarea cerrar esta brecha. Tenemos que desarrollar tecnología la cual explote este potencial y que sea económica para el uso del agricultor.

Tenemos que ser más exigentes con nuestras recomendaciones. Si los rendimientos de los agricultores no son adecuados, tenemos que saber el por qué, y en algunos casos encarar la realidad que nuestras recomendaciones no son adecuadas. Nuestra investigación se tiene que basar en problemas verdaderos de la región y no en lo que nosotros podemos pensar que son. Esto requiere que nos familiaricemos con las condiciones del agricultor. Necesitamos mejorar nuestras mediciones para cada lugar experimental a fin de evaluar resultados de experimentos dentro del contexto de tiempo, manejo y genética. Métodos tradicionales de investigación agrícola dan resultados que generalmente son ubicación específica, cultivo específico, y manejo específico. La extrapolación a otras localidades, otros ciclos, otros cultivos está limitada por la falta de mediciones suficientes. El desarrollo, prueba y aplicación de cualquier paquete de tecnología requiere un esfuerzo coordinado de un grupo de personas de varias disciplinas y que el grupo incluya siempre a alguien con experiencia práctica en todos los aspectos del paquete.

Afortunadamente, durante el curso de esta conferencia tendremos la oportunidad de discutir todos estos problemas que tenemos en común y prepararnos mejor para el desafío del futuro, el cual es producir más alimentos y mejorar las condiciones de la comunidad agrícola.

BIBLIOGRAFIA

1. CIMMYT 1981. World wheat facts and trends.
2. FISCHER, R.A. and WALL, P.C. 1976. Wheat breeding in México and yield increases. Jour.Aust.Inst.Agric.Sci. 139-148.
3. WALKER, W.M.; SWANSON, E.R. and CARMER, S.G. 1980. No yield plateau at present for corn and soybeans in Illinois. Illinois Research Vo. 22: 9-10.

ALGUNOS EFECTOS DEL CLIMA Y EL AMBIENTE SOBRE EL CRECIMIENTO, DESARROLLO Y RENDIMIENTO DE TRIGO

PATRICK C. WALL *

Para empezar a entender la naturaleza de los efectos del ambiente sobre el cultivo del trigo, tenemos que diferenciar entre los efectos sobre el crecimiento y los efectos sobre el desarrollo del cultivo.

CRECIMIENTO

Es un incremento irreversible en el tamaño, peso o volumen de un organismo, órgano o célula. El crecimiento es cuantitativo.

DESARROLLO

Es la diferenciación de células con una forma diferente, dando nuevos tejidos y órganos. El desarrollo es cuantitativo.

EL EFECTO DE FACTORES DEL AMBIENTE EN EL CRECIMIENTO Y EL DESARROLLO

a) TEMPERATURA

En general la fotosíntesis incrementa con incrementos en temperatura, así como la respiración.

La fotosíntesis empieza más o menos a 4°C y su velocidad se duplica por cada incremento de 10°C hasta aproximadamente 45°C, cuando empieza la desnaturalización de enzimas.

La respiración sigue aún bajo 0°C, incrementa rápidamente arriba de los 25°C. Estos dos efectos resultan en temperaturas óptimas para la fotosíntesis neta entre 10°C y 25°C.

El desarrollo también avanza más rápido con incrementos en temperatura y también hay más o menos una duplicación de la velocidad con un incremento de 10°C. Como la fotosíntesis neta no se duplica con un incremento de 10°C, esto quiere decir que subiendo la temperatura, la velocidad de desarrollo se incrementa más que la velocidad de crecimiento. Por esto hay menos crecimiento por cada etapa de desarrollo con temperaturas altas y todos los órganos son más pequeños y con menos componentes (i.e. menos hojas, espiguillas, macollos, granos por espiga y granos más chicos).

Aparte de estos efectos hay dos efectos especiales de temperaturas bajas. En primer lugar el efecto de vernalización. En muchos trigos, temperaturas menores de 10°C durante el período vegetativo (desde el comienzo de germinación hasta la producción de la primera yema doble de la espiga en desarrollo) incrementan la velocidad de desarrollo. En los trigos invernales un período de temperaturas bajas es una necesidad para su desarrollo, pero en la mayoría de variedades es simplemente una respuesta cuantitativa y en muchas variedades primaverales está casi ausente.

El segundo efecto particular de temperaturas bajas es el efecto de heladas. Las heladas en cualquier época pueden dañar a la planta. Los cristales de hielo se forman en los espacios intercelulares. Esto es seguido por plasmólisis de los contenidos celulares hacia los espacios intercelulares y finalmente con rompimiento de las membranas celulares. Cuando suben las temperaturas de nuevo el daño se nota en lesiones que parecen infiltraciones con agua. Durante la etapa vegetativa y en la primera parte de la etapa reproductiva esto no es tan serio, a menos que la helada sea de tal grado que mate el cultivo.

* Dr. Producción de Trigo. CIMMYT, c/o INIAP, Apartado 2600. Quito, Ecuador.

Durante las últimas semanas antes de la floración y en la floración puede ser desastroso especialmente si cae durante la división meiótica en las antenas o durante el desarrollo del polen. En estos casos el resultado puede ser una esterilidad completa. Una helada severa durante el llenado de grano puede matar al grano y entonces cuanto más temprano ocurra durante esta fase, más dañino puede ser.

RADIACION

No tiene efecto directo sobre el desarrollo, sino que es el factor que determina el crecimiento, por medio de la fotosíntesis. En general, en el cultivo (no en plantas u hojas aisladas), la fotosíntesis incrementa con cada incremento en la radiación. Pero hay una correlación fuerte entre radiación y temperatura, así que cuanto más alto es el nivel o intensidad de radiación más alta es la temperatura, lo que resulta en un incremento en la velocidad de desarrollo, con los efectos mencionados anteriormente.

Es interesante puntualizar que muchas veces, el efecto de radiación sobre el crecimiento y el rendimiento es ignorado. Unos días nublados durante una fase crítica pueden ocasionar un gran efecto sobre el rendimiento así que en ocasiones, un ciclo con mucha lluvia resulta en un rendimiento menor de lo que uno hubiera esperado, precisamente por falta de radiación debido a la alta nubosidad.

HUMEDAD

Aproximadamente 98 o/o del agua usada por un cultivo es usada en transpiración. Solamente alrededor de 2 o/o es usada con fines bioquímicos de la planta, aunque alrededor del 85 o/o del peso fresco de la planta es agua (un cultivo de trigo bajo condiciones óptimas absorbe más o menos 4.500 TM/ha de agua durante el ciclo).

La transpiración no puede ser considerada una simple pérdida de agua pues controla la temperatura de las hojas. Cuando no hay falta de agua mantiene la temperatura de las hojas a 2-3°C menos que la temperatura ambiental. Cuando los estomas empiezan a cerrarse por falta de agua, sube la temperatura de la hoja y al mismo tiempo baja la velocidad de fotosíntesis, porque el ingreso de CO_2 a la hoja está restringido. La difusión de CO_2 está afectada en mayor grado que la difusión de H_2O , así que la fotosíntesis baja más rápidamente que la transpiración, y la eficacia de uso de humedad en términos de materia seca producida por gramo de agua empeora.

La inundación también puede reducir el crecimiento del cultivo por falta de aereación radicular y consecuentemente una baja en la respiración radicular. Después de un tiempo unas raíces pueden empezar a pudrirse con la formación de etileno, que también mata a las raíces.

Aunque estos últimos factores (radiación, sequía e inundación) no tienen efectos directos sobre el desarrollo, éste siempre queda afectado por la falta de crecimiento. Cuando el crecimiento queda restringido, la velocidad de desarrollo es acelerada, así que cada fase de desarrollo queda doblemente afectada por una duración reducida y por falta de crecimiento durante la fase.

COMPONENTES DE RENDIMIENTO

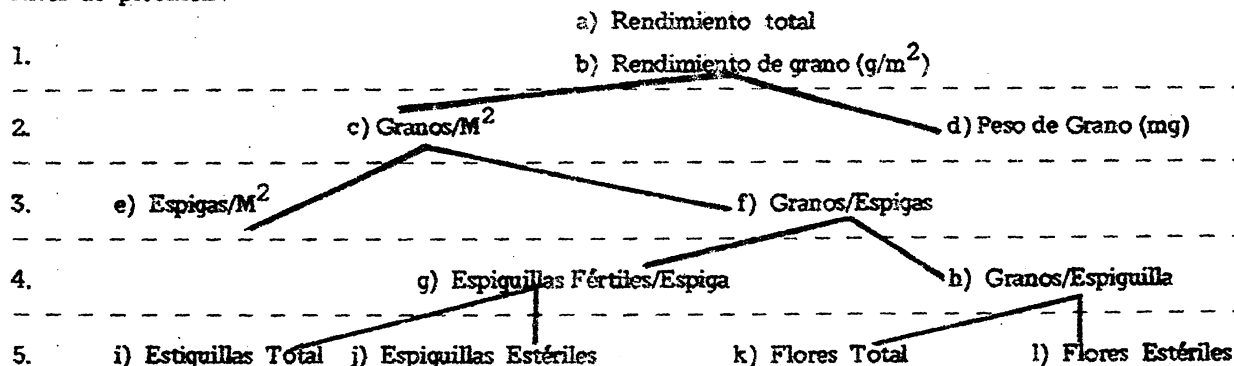
El rendimiento de grano está compuesto de varios componentes (Figura 1) que están determinados en secuencia durante el ciclo del cultivo. Aparte de la secuencia de formación de estos componentes, otro factor que es muy importante es que normalmente la planta forma más de cada componente que lo que posteriormente emplea aún en las mejores condiciones. Por ejemplo, normalmente hay entre ocho y trece flores por espiguilla pero muy rara vez hay más que cinco granos por espiguilla. Estos dos factores, la secuencia y el potencial, dan al cultivo la posibilidad de compensar por condiciones adversas durante fases anteriores del ciclo.

El primer componente determinado, aunque a veces, como en la figura 1, no está considerado como un componente de rendimiento, es el número de plantas.

En general el cultivo puede sufrir poblaciones de plantas muy bajas, sin perjudicar el rendimiento. Esto es por el poder de compensación del macollamiento, donde en poblaciones muy bajas se producen muchos más macollos por planta que en poblaciones altas, terminando con números de espigas por metro cuadrado muy parecidos (por supuesto si la población inicial es muy baja, el cultivo no puede compensar completamente y el rendimiento queda perjudicado).

Figura 1. COMPONENTES DE RENDIMIENTO

Nivel de precisión



Componentes medidos: a, b, d, e, i
 k y l muy difíciles, casi nunca hechos

$$c : b/(d \times 10)$$

$$f : c/e$$

$$h : f/g$$

$$\text{Índice de cosecha o/o} : b/a \times 100$$

El factor del ambiente que más afecta a la germinación y el establecimiento de plantas es la humedad. Poca humedad en el suelo puede ocasionar que la semilla empiece a germinar y luego muera por falta de humedad. Demasiada agua también es un gran problema para la germinación. La saturación del suelo ocasiona falta de aereación y consecuentemente, la muerte de la semilla por falta de respiración y pudrición.

La temperatura en general regula la rapidez con la cual germina el cultivo (más rápido con temperaturas más altas). Sin embargo, cuando el cultivo está sembrado en suelo seco y hay temperatura ambiente alta, este puede ocasionar una germinación pobre por muerte de semillas debido a las temperaturas muy altas que se desarrollan en la superficie del suelo seco.

El segundo componente del rendimiento, es el número de espiguillas por espiga. Este está determinado entre la formación de la primera yema doble / la producción de la espiguilla terminal (Figura 2) aunque condiciones ambientales durante la fase vegetativa también pueden afectar el número de espiguillas formadas. En general este componente es relativamente inflexible y normalmente tiene muy poco efecto en el rendimiento.

Siendo el primer componente verdadero de rendimiento determinado, todos los otros componentes, que están determinados después, pueden compensar por fallas en el número de espiguillas. Así que condiciones ambientales adversas, como sequía, durante esta etapa no tienen mayores efectos sobre el rendimiento de grano.

A pesar de esto, hay otro aspecto de desarrollo que ocurre más o menos en la época de formación de la primera yema doble, que no está relacionado con los componentes de rendimiento, pero que puede afectar en un mayor grado al rendimiento, y que es la iniciación y crecimiento de las raíces secundarias de la corona de la plántula. Para su desarrollo estas raíces necesitan humedad, y si la capa superficial del suelo está muy seca no se desarrollan. La falta de desarrollo de estas raíces resulta en una planta raquítica y con pocos macollos. La falta de macollamiento puede ser tan grave que no haya posibilidad de compensar el número de granos o el tamaño de grano, y el rendimiento es muchas veces reducido drásticamente.

El siguiente componente determinado es el número de espigas por metro cuadrado. Este número es el resultado del número de macollos producidos y el número que mueren. El macollamiento empieza alrededor de la iniciación de la primera yema doble, o en cualquier etapa después de esto si las condiciones no son favorables en esta etapa. En condiciones normales la planta sigue produciendo macollos hasta después de la formación de la espiguilla terminal y termina más o menos cuando el cultivo cubre la tierra completamente. En esta etapa parece que no hay radicación suficiente que llegue a la base de la planta y los últimos macollos formados mueren por falta de fotosíntesis (caen abajo de su punto de compensación entre fotosíntesis y respiración).

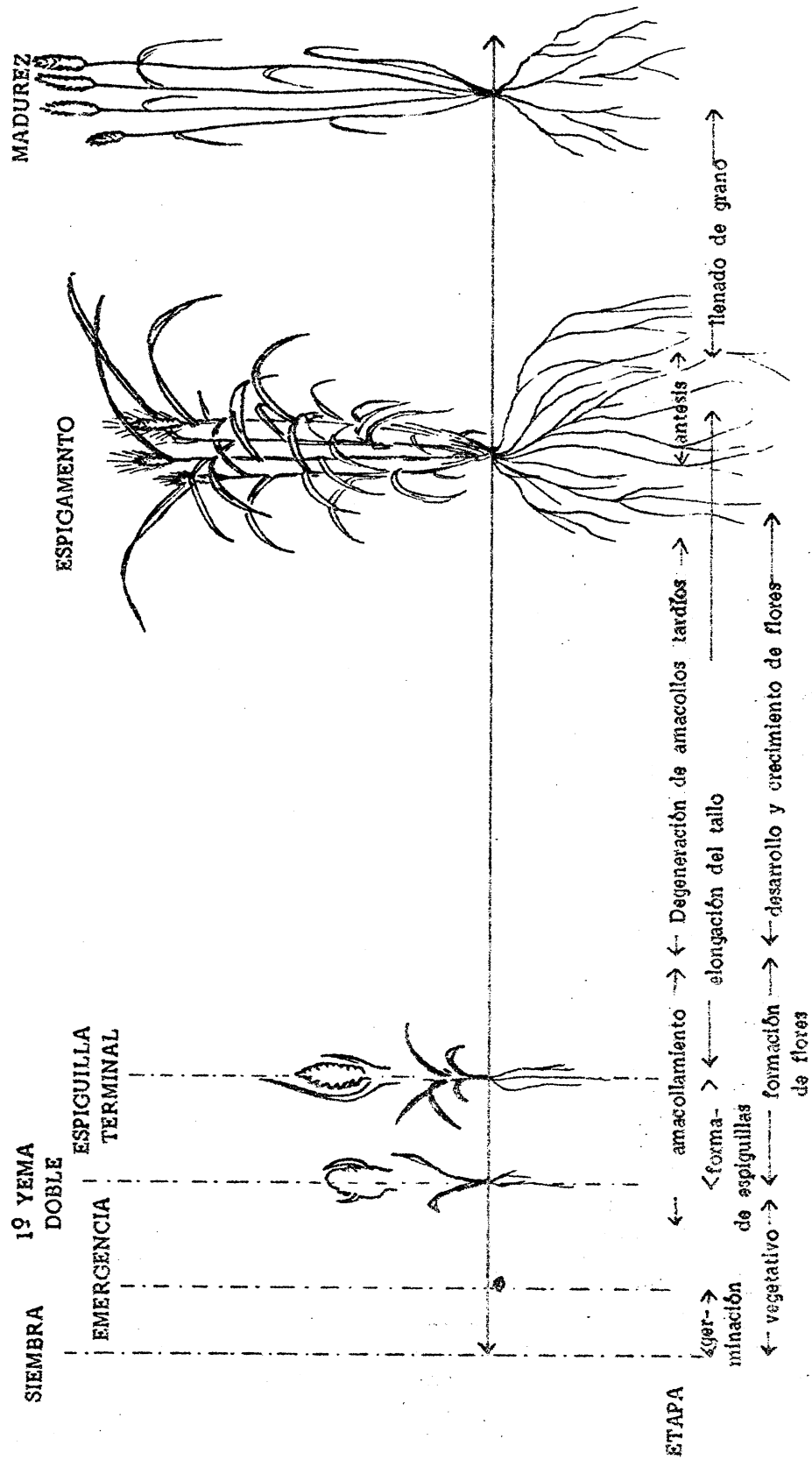


Figura 2: DESARROLLO DE PLANTA DE TRIGO.

Bajo condiciones buenas hasta un 80 o/o de los macollos producidos pueden degenerar. La muerte de macollos normalmente termina un poco antes del espigamiento.

Cuando las condiciones no son favorables para el macollamiento durante la iniciación de espiguillas y macollas, se puede reducir el número de macollos producidos. Esto no tiene un efecto mayor en el rendimiento si el cultivo llega a producir suficientes macollos para tener un número de espigas parecido al de condiciones buenas, sin degeneración de macollos. Inclusive, aún si el número de espigas queda reducido, los componentes determinados después (granos por espiguillas y tamaño de grano) pueden compensar por la falta.

El último componente determinado en la parte del ciclo hasta floración, y el último en determinar el número de granos por metro cuadrado, es el número de granos por espiga o espiguilla. Aunque las flores se están desarrollando aproximadamente desde la formación de la espiguilla terminal, la etapa final, cuando la espiga está creciendo rápidamente en el embuche, hasta la floración es la etapa importante en la determinación del número de granos.

Este componente tiene una gran importancia por ser el último en determinar el número total de granos, por ser muy flexible, y porque el peso de un grano, determinado después, no es muy flexible. En muchos lugares, especialmente entre los trópicos, el rendimiento en sí es generalmente determinado por el número de granos porque la radiación que hay después de la floración para llenar los granos no es limitante.

Condiciones adversas durante esta época pueden ocasionar grandes perjuicios en el rendimiento. Sequía, falta de radiación, temperaturas altas, heladas etc., generalmente tienen su mayor efecto durante este período.

El último componente determinado es el peso promedio de un grano. Siendo el último componente determinado es muy importante, porque si hay condiciones adversas durante su época de determinación, el llenado de grano, no hay ninguna posibilidad de compensación por otros componentes después. Así que cualquier efecto deletéreo durante esta época es irreversible.

A pesar de esto, normalmente no es un componente que tenga grandes posibilidades para compensar por faltas en componentes determinados anteriormente; no es muy flexible. Bingham ha comparado el llenado de granos con tratar de llenar un globo de hule grueso con una bomba ineficiente.

La compensación entre componentes da la posibilidad de estabilizar el rendimiento aún cuando haya condiciones adversas en una o más partes del ciclo, aunque rara vez es completa cuando las condiciones adversas intervienen después de la formación de espiguillas.

La compensación entre componentes tiende a amortiguar pérdidas de rendimiento. Un decremento de 30 o/o en el número de espigas puede ocasionar una pérdida de rendimiento en el orden de 5 a 10 o/o, si las condiciones durante la parte posterior del ciclo son favorables.

UNAS REFERENCIAS GENERALES

- AUSTIN, R.B. and JONES, H.G. (1976) The physiology of wheat, Annual report 1975. Plant Breeding Institute, Cambridge pp 20-73.
- EVANS, L.T.; WARDLAW, I.F. and FISHER, R.S. (1975) Wheat in. Crop. Physiology, Some Case Histories. Ed. L.T. Evans, Cambridge pp 101-149.
- LAMB, C.A. (1967) Physiology. In Wheat and Wheat Improvement. Ed. Quisenberry, K.S. Reitz L.P., A.S.A., Madison, Wisconsin.

TEMA I

FERTILIZACION

ARGENTINA



1.1. FERTILIZACION DE TRIGO EN LA REGION PAMPEANA HUMEDA

PEDRO NOVELLO *

CARLOS SENIGAGLIESI **

ANGEL BERARDO ***

NESTOR DARWICH ***

INTRODUCCION

La investigación en materia de fertilidad de suelo y uso de fertilizante prácticamente en Argentina se inicia en 1962.

Anteriormente, se habían realizado experiencias aisladas en campos experimentales, en invernáculo y en establecimientos de productores de avanzada. Las mismas mostraron una deficiencia variable de nitrógeno y de fósforo en un grado de intensidad desconocido y una falta de respuesta a potasio. La información sobre este último elemento corroboraba los datos químicos que se poseían y que indicaban contenidos de K intercambiable superiores a 1 meq/100 g suelo.

Estos antecedentes no eran pruebas suficientes como para pensar en la posibilidad del uso extensivo de fertilizante nitrogenado y fosfatado.

En 1962, el INTA reorganiza el programa de mejoramiento genético de trigo en un sistema cooperativo con la participación de las Estaciones Experimentales de Marcos Juárez, Pergamino, Balcarce, Paraná y Bordenave y la colaboración técnica de expertos del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Su objetivo principal consistía en obtener la información experimental que permitiese, aumentar la producción por unidad de superficie mediante una acción interdisciplinaria en la que participarían técnicos de las distintas especialidades.

Los técnicos en fertilidad de suelo de las Estaciones Experimentales mencionadas iniciaron en cada una de sus áreas estudios tendientes a caracterizar y cuantificar las deficiencias de N y de P en trigo mediante la realización durante varios años de una red de ensayos. Los mismos estuvieron sujetos a ajustes sucesivos, distintos según las áreas, tanto en los diseños de tratamientos o matrices experimentales como en la incorporación de la medición de distintas variables a nivel de "sitio" experimental.

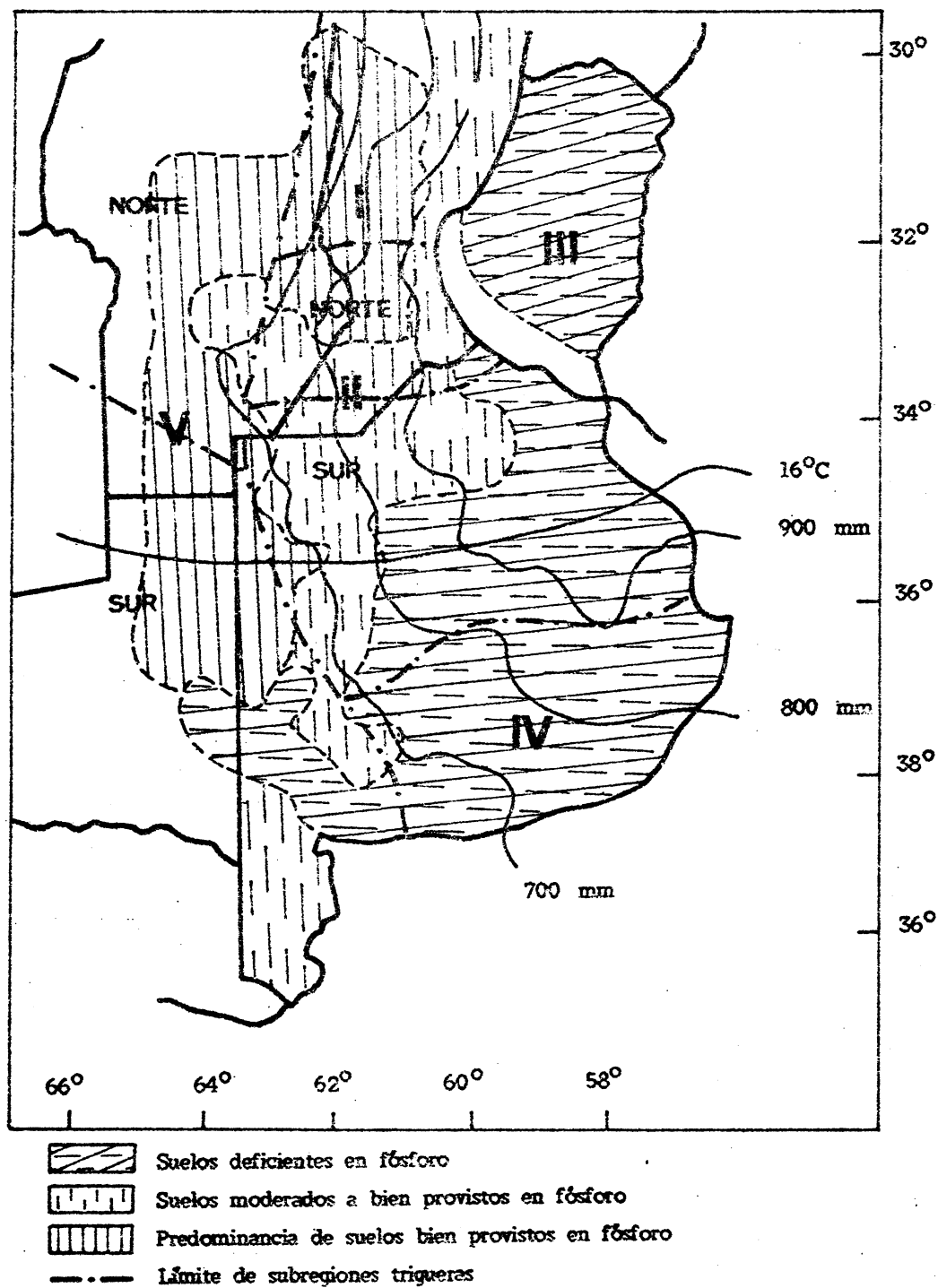
Los mayores esfuerzos se concentraron en las regiones trigueras II Norte; II Sud y IV, que presentan menores limitantes climáticas para el uso del fertilizante. En las regiones trigueras V Norte y Sud y III, las investigaciones se orientaron principalmente para mejorar el manejo del suelo y la economía del agua, si bien también se realizaron experiencias con nitrógeno y fósforo.

En el mapa 1, se muestran las regiones trigueras II Norte, II Sud y IV; ubicadas entre las isohietas de 700 y 900 mm. de lluvias anuales, con una temperatura media de alrededor de 16 °C y en el cuadro 1, se dan algunas características morfológicas y químicas de los suelos predominantes.

En las subregiones II Norte y en el área norte de la II Sud predominan los Argiúdoles típicos, sin limitaciones en su profundidad, con un horizonte B textural de espesor variable y permeabilidad moderada. En el resto de la Subregión II Sud predominan los Haplúdoles, sin horizonte B textural y de permeabilidad rápida. En la subregión IV, los suelos dominantes destinados al cultivo de trigo, son los Argiúdoles petrocálcicos, con un horizonte B textural que se inicia a los 30 a 35 cm y con una capa de tosca ubicada entre los 60 y 120 cm de profundidad.

* Ing. Agr. de la E.E.R.A. de Marcos Juárez. ** Ing. Agr. de la E.E.R.A. de Pergamino.

*** Ings. Agrs. de la E.E.A. de Balcarce.



SUBREGIONES TRIGUERAS CON SUS DIFERENTES NIVELES DE FOSFORO DISPONIBLE

Cuadro 1: Algunas características morfológicas y químicas de los suelos.

SUBREGIONES	CLASE DE SUELOS		M.O. gr o/o	Nt gr o/o	FOSFORO PPM
TRIGUERAS	ORDEN	SUBORDEN			(I)
II Norte	Molisoles	Argiudoles típicos Hapludoles	2.2 - 3.5	0.13 - 0.16	20 - 40 (rango 12 - 70)
II Sud	Molisoles	Argiudoles típicos Hapludoles	2.2 - 3.5	0.13 - 0.16 (rango 0.11 - 0.19)	10 - 15 (rango 5 - 25)
IV	Molisoles	Argiudoles petrocálcico Argiudoles típicos Argialboles	3 - 6 3.0 a 6.0	0.15 - 0.3	4 - 15

En lo referente a la capacidad de los suelos de abastecimiento de N y de P se evidencia un mayor contenido de materia orgánica hacia el Sur y Sudeste de la región, y un mayor contenido de fósforo disponible, hacia el norte y noroeste de la misma.

Por consiguiente en las subregiones II Norte y parte de la II Sud, los suelos están bien a moderadamente provistos en P mientras que los del resto de la II Sud y la IV, son deficientes. La deficiencia de N por el contrario suele ser más frecuente y más intensa en el Centro y el Norte, si bien se manifiesta en toda el área, siendo a nivel local principalmente el uso anterior del suelo, además de algunas características del mismo los que afectan el nivel de deficiencia en trigo.

IMPORTANCIA

En estas subregiones, se sembraron en el trienio 1976/77 a 1978/79, 2.947.557 ha, ó sea el 53,3 o/o del área total, con una producción de 5.204.100 tn, que corresponde al 61 o/o de la producción nacional.

El Cuadro 2, indica la producción obtenida en cada una de las subregiones con sus respectivos rendimientos unitarios, los que pueden ser aumentados significativamente dadas las favorables condiciones ecológicas, siempre que se aplique la tecnología disponible generada por la investigación.

Cuadro 2: Superficie sembrada y producción por área (promedio trienio 1976/77 a 1978/79).

SUBREGIONES	Superficie Sembrada ha	PRODUCCION Tn	Rendimiento Promedio kg/ha	o/o Participación en la Prod.Nal.
II Norte	1.040.267	1.994.927	1.954	23.4
II Sud	900.000	1.553.880	1.689	18.2
IV	987.290	1.655.294	1.644	19.4
Resto del área del país	2.584.337	3.310.550	-----	39

Dentro del paquete tecnológico, la fertilización correctamente implementada, es sin duda la técnica que en el futuro puede dar lugar a los mayores aumentos en los rendimientos, tal como lo ha demostrado la experimentación realizada en las diferentes áreas.

MÉTODOS USADOS Y RESULTADOS OBTENIDOS

El INTA ha trabajado principalmente con ensayos a campo, ubicando los experimentos en lotes de productos trigueros. Inicialmente se usaron diseños experimentales sencillos y uniformes, tratando de evaluar el efecto del nitrógeno y del fósforo separadamente y en forma conjunta.

En base a los resultados obtenidos en esta primera etapa, en años posteriores se efectuaron ajustes sucesivos, tanto en los diseños experimentales como en la medición de aquellas variables que hacen a la caracterización del ambiente experimental. El equipamiento progresivo de los laboratorios y la mayor capacitación del personal participante en la labor experimental, contribuyen a los cambios mencionados.

Hasta el momento, en el área de referencia se han realizado aproximadamente 800 ensayos; una síntesis de los principales resultados de rendimiento se muestran en los Cuadros 3, 4 y 5.

Cuadro 3: Rendimiento en kg/ha de los ensayos de fertilización en la subregión II Norte. Promedios de los períodos 1962-1973 y 1974-1982 y sus diferencias.

AÑOS	NUMERO ENSAYOS	Rendimiento promedio de trigo en kilogramos de grano por hectárea				
		0 kg N/ha	30 a 40 kg N/ha	Aumentos	60 a 80 kg N/ha	Aumentos
1962-1973	179	1690	1935	245	2093	403
1974-1982	61	2475	2795	320	2964	489

Cuadro 4: Rendimiento en kg/ha y respuesta del trigo a la aplicación de fertilizante en la Subregión II Sud.

AÑOS	NUMERO ENSAYOS	Rendimiento Testigo kg/ha	Dosis aplicada o/o respuestas en rendimiento				
			kg N/ha	kg/ha P ₂ O ₅	Neg - 4 q/ha	4 q/ha - 10 q	+ 10 q/ha
1962-68	112	1760	30- 80	0	41.1	26.8	32.1
1973-78	22	2224	40- 60	0	22.6	59.9	18.1
1978-81	73	2405	50-120	40-80	15.6	45.2	39.7

Cuadro 5: Respuesta a la fertilización nitrogenada y fosfatada en trigo a través de los años en la Subregión IV.

PERIODO	TODOS LOS ENSAYOS			RESPUESTA A N		RESPUESTA A P	
	NUMERO	RENDIMIENTO	RESPUESTA	ENSAYOS	KG/HA	ENSAYOS	KG/HA
	ENSAYOS	TESTIGO		o/o		o/o	
1962-66	129			13	400	65	600
1969-71	16	2026	689	25	442	69	715
1972-74	67	1932	482	33	523	50	454
1975-78	52	2090	857	58	563	68	672
1979-81	24	2404	1252	79	905	75	937

Si bien la mayoría de los ensayos fueron diseñados con el fin de evaluar la respuesta del cultivo a la fertilización nitrogenada y fosfatada, en los últimos años se han iniciado ensayos cuyos diseños tienden a considerar aspectos más específicos del cultivo, tales como potencial de rendimiento y respuesta diferencial a la fertilización de las distintas variedades, dosis de fertilización básicamente nitrogenada, sistemas y oportunidad de labranzas etc..

La búsqueda y el progresivo ajuste de métodos de diagnósticos para la fertilización nitrogenada y fosfatada son objetivos básicos en las investigaciones realizadas y en los que se continúan aún.

ESTIMACION DE USO DE FERTILIZANTES Y SUS EFECTOS SOBRE LA PRODUCCION

En el Cuadro 7, se muestra en base a los resultados experimentales, una estimación muy conservadora del área sembrada con trigo, que es potencialmente fertilizable; esta área es superior a 1.500.000 ha, para N y a 1.100.000 ha para P.

Cuadro 7: Consumo potencial de fertilizantes y sus efectos sobre la producción.

SUBREGIONES TRIGUERAS	Superficie Fertilizable (ha)		Fertilizantes (tn)		AUMENTOS PROBABLES DE RENDIMIENTO (tn)
	CON N	CON P	N	P ₂ O ₅	
II Norte	624.000	-----	21.840	-----	218.400
II Sud	650.000	400.000	25.000	15.000	350.000
IV	250.000	700.000	10.000	35.000	550.000
TOTALES	1.524.000	1.100.000	56.840	50.000	1.118.400

Considerando dosis económicas bastante bajas para los nutrientes mencionados, se pueden obtener aumentos probables de más de 1.100.000 toneladas, con un consumo de aproximadamente 100.000 Tn de nutrientes (N y P) y con una eficiencia promedio levemente superior a 10.

Es de señalar que las dosis estimadas (inferiores a 45 kg de nitrógeno y a 45 kg de P₂O₅ por hectárea) son bastante bajas, dadas las desfavorables relaciones de precios insumo: producto, y las altas tasas de interés existentes con alta frecuencia en la República Argentina.

CONSIDERACIONES GENERALES

En la región pampeana húmeda, la información experimental ha demostrado:

- la existencia de dos áreas bien diferenciadas en cuanto a la respuesta a la fertilización en trigo;
 - a. la región II Norte y norte de la II Sud deficitarias únicamente en nitrógeno.
 - b. el resto de la II Sud y IV, deficitaria en nitrógeno y fósforo.

Los factores relacionados con el rendimiento y con la respuesta a la fertilización nitrogenada en el área a son: 1. Nivel de nitrógeno disponible en el suelo (influenciado estrechamente con la rotación, el último cultivo y la longitud del barbecho) y 2. Disponibilidad de agua en capa arable en el momento de la siembra y en el ciclo del cultivo, y en la b: 1. Disponibilidad de fósforo en la capa arable; 2. Disponibilidad de nitrógeno evaluado por distintos métodos, influenciado por los mismos factores que en el área a. y 3. Disponibilidad de agua que suele ser más crítico en el período comprendido entre espigazón y madurez, en la región IV.

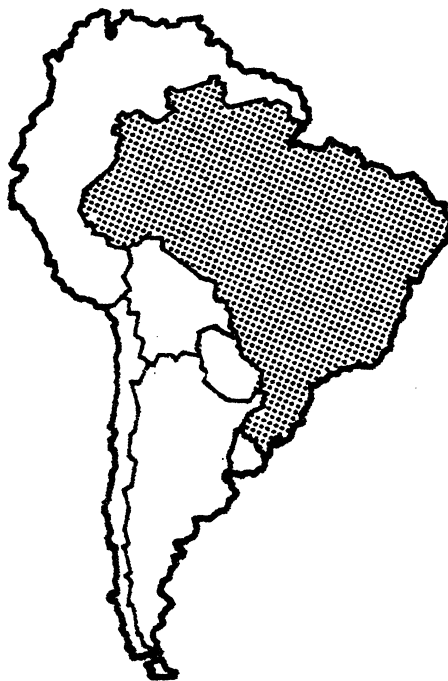
- los métodos de diagnóstico de fertilización nitrogenada no son homogéneos para toda el área, debido fundamentalmente a diferencias tanto en las condiciones climáticas (régimen pluviométrico) y como en los tipos de suelo y en el uso de los mismos.

En la zona norte, el contenido de nitratos de la capa arable del suelo en el momento de la siembra y los aumentos de rendimientos por fertilización, han mostrado una relación aceptable. En la parte central y sur del área pampeana, la estimación del contenido de nitratos hasta 40 ó 50 cm de profundidad antes de la siembra, tiene cierta validez solo en los años más secos; el uso anterior del suelo, junto con otros aspectos de manejo, suele aportar una mayor precisión en el diagnóstico, el que puede ser complementado con el análisis

foliar.

- El grado de precisión alcanzado por estos métodos necesita de una investigación más detallada, debido a las interacciones que existen entre la disponibilidad de nitrógeno y distintos factores de suelo y del medio ambiente, además de la dificultad para tratar de cuantificar los efectos de los distintos manejos de suelo sobre la disponibilidad y balance de nitrógeno, los que son muy variables dentro de la Región Pampeana.
- Respecto al diagnóstico de la fertilización fosfatada, la cuantificación del fósforo disponible en la capa arable del suelo (método Bray y Kurtz) presenta un grado de precisión aceptable, si bien la misma necesita de algún ajuste local, por los cambios en las pluviométricas, en las limitaciones de los suelos y en el potencial varietal.

BRASIL



1.2 ADUBAÇÃO DA CULTURA DO TRIGO

RAINOLDO ALBERTO KOCHHANN *

ANTECEDENTES

O trigo foi introduzido no Rio Grande do Sul em 1737, alcançando um rápido desenvolvimento e com isto transformando-se na principal cultura da região.

Em 1811 os trigais foram dizimados pelo surgimento da "ferrugem". Em 1823 o cereal não mais era cultivado no sul. Em 1875, com o início da imigração italiana, na colônia de Caxias, voltou a ser novamente cultivado.

Esse estabelecimento foi devido à imigrações alemã e italiana, à fatores climáticos mais favoráveis, à ações governamentais de incentivo à produção e à pesquisa.

Por determinação do Governo Federal, em 1918 foram criadas as Estações Experimentais de Ponta Grossa e Alfredo Chaves. Isto caracterizou o início do processo de criação de uma tecnologia brasileira para produção de trigo.

As estatísticas sobre produção do cereal, antes de 1962, eram muito deficientes. Dados seguros que permitem avaliar o desenvolvimento da cultura no Rio Grande do Sul, encontram-se no Quadro 1. A participação do RS na maioria dos anos foi superior a 80 o/o, mostrando tendência de decréscimo pela expansão da cultura ao Norte e Oeste do Paraná, principalmente.

No Rio Grande do Sul é cultivado na região do Planalto Médio, a qual apresenta condições de clima e solo muito diferentes daquelas encontradas nas grandes zonas produtoras do trigo no mundo. O rendimento tem variado em função das condições climáticas que ocorrem nos períodos críticos de desenvolvimento do trigo, principalmente da floração à completa maturação. Quanto maior a insolação na primavera, melhores os rendimentos e quanto maior a umidade relativa, menores as produções por área.

As características de solo mais importantes, distinguem-se fundamentalmente das demais regiões tritícolas do mundo em acidez de alumínio e manganês. Estas diferenças são tão grandes que, mesmo que houvesse condições climáticas semelhantes às das regiões produtoras do Canadá, Estados Unidos ou Argentina, as culturas desses países não sobreviveriam no Planalto do RS.

* Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo-EMBRAPA, Caixa Postal 569, 99100-Passo Fundo, RS.

Quadro 1: Evolução da produção tritícola brasileira - 1962 - 1981.

Área: ha
 Produção: t
 Produtividade: kg/ha

SAFRAS	ESPECIFICAÇÃO	RS	BRASIL	SAFRAS	ESPECIFICAÇÃO	RS	BRASIL
1962	Area	226.612	258.221	1972	Area	1.836.781	2.340.431
	Produção	231.833	255.404		Produção	567.015	693.399
	Produtividade	1.023	989		Produtividade	309	296
1963	Area	278.877	302.122	1973	Area	1.277.802	1.604.305
	Produção	88.105	97.811		Produção	1.404.728	1.934.439
	Produtividade	316	324		Produtividade	1.144	1.206
1964	Area	271.918	300.542	1974	Area	1.397.301	2.212.643
	Produção	9.941	213.691		Produção	1.653.376	2.848.040
	Produtividade	717	711		Produtividade	1.183	1.287
1965	Area	325.391	354.680	1975	Area	1.684.767	3.110.830
	Produção	206.497	221.576		Produção	1.099.867	1.582.587
	Produtividade	635	625		Produtividade	653	509
1966	Area	343.471	385.028	1976	Area	1.759.288	3.520.709
	Produção	268.548	298.523		Produção	1.649.828	3.037.864
	Produtividade	782	775		Produtividade	938	863
1967	Area	487.688	561.987	1977	Area	1.381.802	3.020.831
	Produção	308.982	364.870		Produção	640.676	2.012.842
	Produtividade	634	649		Produtividade	464	666
1968	Area	689.139	845.693	1978	Area	1.220.555	2.794.365
	Produção	566.638	693.598		Produção	1.510.949	2.700.707
	Produtividade	822	820		Produtividade	1.237	966
1969	Area	1.044.731	1.295.518	1979	Area	2.184.899	4.104.144
	Produção	960.945	1.146.319		Produção	962.906	2.843.717
	Produtividade	920	882		Produtividade	441	764
1970	Area	1.584.415	1.861.204	1980	Area	1.334.904	3.083.174
	Produção	1.511.567	1.734.972		Produção	951.662	2.641.199
	Produtividade	954	932		Produtividade	713	857
1971	Area	1.663.634	2.008.215	1981	Area	901.413	1.921.071
	Produção	1.747.254	2.038.632		Produção	1.070.288	2.206.518
	Produtividade	1.050	1.015		Produtividade	1.187	1.148

Fontes: CCLEF - área cultivada de 1962 a 1970.

BANCO DO BRASIL S.A. CTRIN - demais dados.

Todavia, apesar destes problemas, a pesquisa, através de diversas tecnologias (variedades, práticas culturais, fertilidade, defensivos) tem conseguido manter ou até aumentar a produtividade nos últimos anos (Quadro 1).

No Rio Grande do Sul a produtividade tem, apesar das frustrações, aumentado consideravelmente. Esta produtividade deverá gradativamente aumentar nos próximos anos, caso não ocorrerem condições climáticas extremamente desfavoráveis como as de 1979.

Sem dúvida, não é fácil produzir trigo na Região Sul do Brasil. Contudo, o grande incremento de pesquisa que tem sido desenvolvido a partir da criação do CNPT/EMBRAPA tem permitido encontrar uma série de soluções para antigos problemas.

O caráter aleatório das condições climáticas resulta em grandes diferenças entre níveis de produtividade. As variações climáticas, que são mais ou menos cíclicas, são determinantes da magnitude de resposta de uma cultura à adubação.

Na última década, tivemos uma alta frequência de safras com resultados negativos: 1972, 1975, 1977 e 1979. As informações disponíveis mostram que o cultivo de trigo é uma exploração de alto risco devido às variações climáticas anuais. Somente na última década, 40 o/o das safras foram frustradas.

Nas últimas safras embora o número ainda seja pequeno, já foi possível encontrar agricultores que, conseguiram obter boas produtividades, muito acima da média, em virtude de terem adotado as recomendações da pesquisa.

Contudo, para que este número de agricultores possa crescer, são necessárias uma série de medidas a nível de pesquisa (continuidade das atuais pesquisas com trigo e pesquisa com outras culturas de inverno para os esquemas de rotação com trigo ou cevada) e de política agrícola (crédito e PROAGRO).

SITUAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA-CULTURAL DO PRODUTOR

A cultura do trigo foi, na Região Triticola Sul, o principal fator de desenvolvimento, tendo promovido a formação de cooperativas e ao mesmo tempo a estruturação de propriedades de médio e grande porte. Isto foi grandemente incentivado com o advento da cultura da soja que já encontrou e se utilizou da estrutura criada pela cultura do trigo, proporcionando assim, maior desenvolvimento.

A falta de diversificação da lavoura, pondo a empresa agrícola na dependência do monocultivo trigo/soja e em especial a grande demanda da soja, veio trazer alguns problemas do ponto de vista agrônomo e, também, fazer com que o risco da exploração, do ponto de vista econômico, fosse grandemente aumentado. Esta situação é de uma maior gravidade para o pequeno e médio produtor, o qual acha-se vinculado ao esquema de financiamento, por necessitar para manter-se. Assim sendo, o sistema de cooperativas, ciente da situação, incentiva a diversificação da exploração, levando-se em consideração a vocação técnico-econômica-fundiária do produtor.

ASPECTO SOLOS

Os nutrientes das plantas que existem no solo não adubado são, em sua maioria, provenientes das rochas que lhe deram origem. Durante a evolução, os solos que se desenvolvem em clima úmido, tendem naturalmente a se acidificar. Durante este processo de envelhecimento são perdidos por lixiviação o cálcio, magnésio, sódio, nitratos, cloretos, sulfatos, etc. Assim, no caso do Rio grande do Sul em que predominam os ossolos altamente intemperizados, a maioria dos nutrientes nativos nestes solos, já foi perdida. Elementos tóxicos como alumínio e manganês estão presentes (Tabela 1). A maioria das culturas anuais não se desenvolve nestas condições. Necessário se torna a correção da acidez e a elevação da fertilidade destes solos. A recuperação ou rejuvenescimento dos mesmos, podem ser obtidos através da calagem em nível adequado para eliminar os elementos tóxicos (Al e Mn), e ao mesmo tempo adicionar cálcio e magnésio para as plantas. Com isto, o pH se mantém próximo de 6,0 o qual é o ponto ótimo para a maior parte das culturas.

A correção de solos ácidos é uma exigência fundamental na passagem da agricultura de subsistência para uma lavoura orientada em princípios técnicos. Não somente a fertilidade do solo é controlada, mas também os demais fatores de produção, como o uso de cultivares adaptados à região, plantio na melhor época, controle das pragas e moléstias e invasoras, bem como rotação de culturas e conservação do patrimônio solo.

A importância da adubação como fator fundamental para aumentar a produção brasileira de alimentos foi considerada por KALCKMANN já em 1966. No Sul do País, observou aumentos de rendimento de trigo que foram de 24 a 97 o/o. Os resultados mostraram que com o uso generalizado de adubação seria possível alcançar níveis que poderiam oscilar entre 20 e 100 o/o (KALCKMANN, 1966), (Figura 1).

Do exposto, depara-se com a necessidade de desenvolver uma estratégia para melhorar os solos para as culturas. Foi em 1967/68 que se chegou a um consenso geral de que um programa de recuperação da fertilidade dos solos era eminente. Os resultados de pesquisa até então obtidos por diversas entidades (UFRGS, MA-IPEAS, S. Agricultura), mostravam que com a eliminação destes fatores limitantes da produção seria possível mais do que duplicar os rendimentos de trigo (Quadro 2).

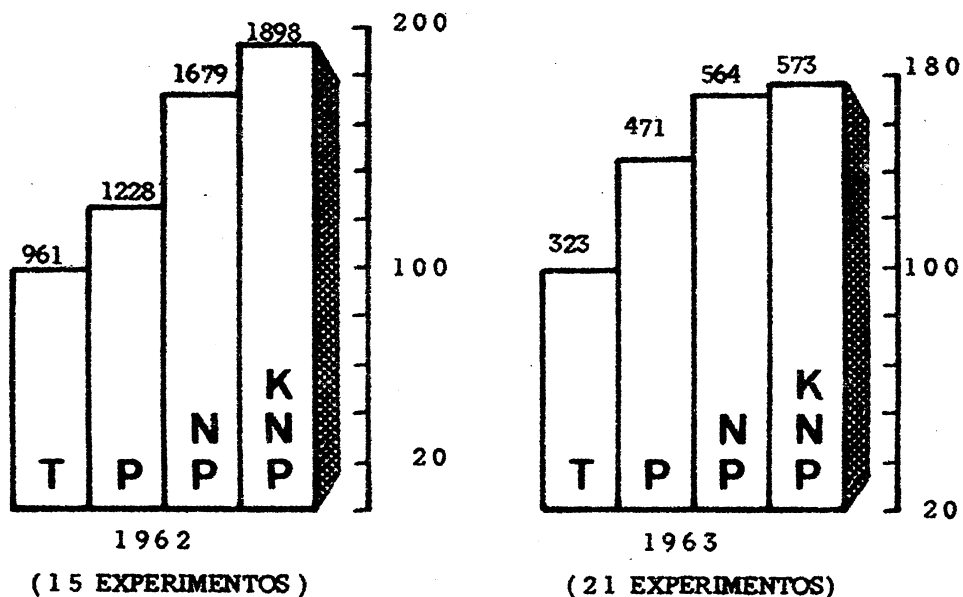


Figura 1: Produção de cultura de trigo no Rio Grande do Sul, em kg/ha.
Fonte: KALCKMANN, 1962.

Tabela 1: Características físicas e químicas dos principais solos que ocorrem na região tritícola do Rio Grande do Sul.

SOLO	pH água 1 : 1	P ₂ O ₅		COMPLEXO SORTIVO (ME /100 G)						
		assimilável ME/100 G	Total	CA ⁺⁺	MG ⁺⁺	K ⁺	NA ⁺	S	H+AL	AL+++
VACARIA	4.7	0.5	0.17	1.60	0.96	0.17	0.05	2.78	14.22	4.23
EREXIM	5.0	0.5	0.23	3.96	0.61	0.19	0.03	4.79	7.01	1.09
SANTO ANGELO	5.1	0.6	0.1	2.46	1.64	0.04	0.02	4.16	7.57	1.56
PASSO FUNDO I	5.0	0.7	0.07	0.86	0.50	0.09	0.03	1.48	9.71	3.64
PASSO FUNDO II	5.2	0.6	0.10	1.12	0.92	0.08	0.02	2.14	8.88	2.15
CRUZ ALTA	5.2	1.4	0.01	0.5	0.5	0.14	0.04	1.2	3.2	0.9
SÃO BORJA	5.4	0.9	0.07	5.7	2.0	0.10	—	7.9	7.7	0.3

Quadro 2: Produções de trigo obtidas em experimentos - 1966.

Testemunha	Tratamentos	
	adubação apenas kg/ha	adubação + calagem
	800	1500
		2200

Assim sendo, em 1967 foi iniciado o Programa de Recuperação da Fertilidade do Solo e Aumento da Produtividade Agrícola. Tinha como objetivos: 1: educar o agricultor no uso de novas práticas de manejo de solos e culturas; 2: mudar o sistema de cultivo extrativo de baixo rendimento, para um sistema avançado; 3: elevar o nível sócio-econômico dos agricultores; 4: utilizar áreas já esgotadas pelo mau uso da terra; 5: elevar a produtividade agrícola do Estado e 6: integrar as instituições que atuavam no meio rural.

Antes mesmo de ser iniciado o referido programa, já existiam um serviço de extensão organizado, laboratórios de análise de solos e também crédito agrícola. Entretanto, o agricultor pouco se beneficiava com o sistema existente. Isto porque cada laboratório de análise de solos utilizava métodos diferentes e também emitia recomendações diferentes, valendo-se muito pouco da pesquisa existente até então. Em face disso, os extensionistas e os agricultores não sabiam que orientação seguir. Terminavam por desacreditar no próprio sistema de análise de solo. Ao lado desta situação, o crédito para fertilizantes e corretivos era de custeio de safra (6 a 12 meses) não permitindo que o agricultor fizesse investimentos para recuperar o solo cada vez mais empobrecido por uma agricultura extrativa.

Como visto, a solução para o aumento da produtividade não era simples e necessitava a conjugação de esforços e contribuição da pesquisa, da extensão e do crédito. A contribuição fundamental da pesquisa no programa de melhoramento da fertilidade do solo e produtividade das culturas foi através das análises de solo e recomendações de adubo e calcário unificadas para todo o Estado. Para tanto, em 1967/68 reuniram-se os representantes dos laboratórios juntamente com os principais pesquisadores em solos do Estado, com o fim de patronizar os métodos de análise de solos e recomendações de adubo e calcário, incorporando nestas recomendações as últimas informações disponíveis na área da pesquisa.

Hoje, a rede oficial de laboratórios de análise de solo do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, congrega 13 laboratórios, adota metodologia padronizada, um rígido programa de controle mútuo de qualidade das análises e emite recomendações padronizadas e atualizadas conforme os mais recentes informes da pesquisa.

A prática do uso de adubo e calcário tornou-se rotina nos estados sulinos até em regiões onde esta prática era completamente desconhecida. Índices de produtividade antes considerados inatingíveis foram obtidos com as principais culturas, e terras já abandonadas tornavam-se produtivas. Surgiu uma nova perspectiva para muitos agricultores cuja única opção anteriormente era abandonar suas terras improdutivas em busca de novas áreas para estabelecer sua agricultura extrativa.

No decorrer destas transformações a análise do solo foi reconhecida como instrumento fundamental para o planejamento da utilização racional de adubos e corretivo.

Nota-se, entretanto, que apesar do grande incremento na utilização do adubo e calcário nestes últimos 15 anos, e de um sensível aumento da produtividade das culturas, os rendimentos médios atingidos ainda estão muito aquém daqueles obtidos em pesquisas e em lavouras demonstrativas bem orientadas.

Entendemos que, existindo um bom programa de crédito agrícola e de análise de solos e recomendações de adubações, os efeitos deste programa só serão observados se a extensão educar o agricultor para que faça amostragem correta de suas terras e utilize integralmente as recomendações emitidas, juntamente com práticas corretas de manejo do solo e das culturas.

AMOSTRAGEM DO SOLO

A amostragem do solo é a etapa mais crítica de um programa de adubação, porque é nos resultados analíticos da amostra que será baseada a recomendação. Amostra mal tirada implicará em recomendação errada para a área que ela representa.

São os seguintes os cuidados que se deve ter para tirar uma boa amostra:

- cada amostra deve representar uma área homogênea quanto possível;
- deve ser constituída de no mínimo 15 subamostras coletadas ao acaso dentro de cada área homogênea;
- deve ser bem homogenizada;
- as manchas de fertilidade (alta ou baixa) aparentes numa área devem constituir amostra à parte;
- para culturas anuais, as subamostras devem ser retiradas uniformemente até 15-20 cm de profundidade.

As informações que acompanham a amostra auxiliam a interpretação da análise e recomendações de adubação no laboratório.

CORREÇÃO DO SOLO

Com a intensificação da agricultura há uma aceleração no processo de acidificação do solo devido à maior extração de bases pelas culturas, e em muitos casos, pela utilização de fertilizantes de reação ácida.

Considerando-se que com uma saturação de alumínio superior a 20 o/o, a maioria das culturas revela uma redução de rendimento e que o nível desejável de Ca + Mg no solo, para suprir as plantas, está em torno de 2 meq/100g, necessária se torna a adoção de práticas capazes de controlar estas condições. Isto poderá ser feito pela aplicação de calcário em níveis adequados para neutralizar o alumínio tóxico, bem como fornecer cálcio e magnésio como nutrientes. A correção do solo ainda compreende o uso de fertilizantes fosfatados e potássicos para elevar a fertilidade do solo.

Em solos com adequado sistema conservacionista, os efeitos de uma correção de solo convenientemente feita perduram por um período de quatro a cinco anos. Ocasão em que se efetua nova amostragem de solo (MIELNICZUK & MEURER, 1976).

RECOMENDAÇÕES DE CALCÁRIO E ADUBO

Os laboratórios de análise de solos em seus boletins de análise recomendam calcário, adubo corretivo, e adubo de manutenção.

Recomendação de calcário

A quantidade de calcário recomendada destina-se a elevar o pH do solo até 6.0 através do método SMP modificado. Com a elevação do pH do solo é eliminado o alumínio trocável que é tóxico para as plantas e o manganês é reduzido a níveis não tóxicos. Em pH próximo a 6.0 as bactérias simbióticas das leguminosas (soja) também são mais eficientes em fixar o nitrogênio do ar. Deve ser usado calcário dolomítico que além de elevar o pH do solo também aumenta o teor de calcário e magnésio, que são dois nutrientes muito importantes para as plantas.

Os laboratórios indicam a dose de calcário tomando por base um calcário 100 o/o eficiente, isto é, com um PRNT 100. Se for usado calcário com PRNT menor ou maior que 100 a quantidade a aplicar deve ser corrigida. Para maior eficiência o calcário deve ser bem misturado com a camada arável do solo, isto é, ser uniformemente incorporado até a profundidade de 17 a 20 cm de solo. Incorporações muito superficiais conduzem à super calagem na superfície como demasiada elevação de pH que poderá causar problemas para as plantas. A má distribuição do calcário pode também dar origem a manchas de super calagem, prejudicando as culturas. Na Tabela 2 está representado o efeito de má distribuição do calcário provocando o aparecimento do fungo *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*.

Tabela 2: Dados analíticos de lavouras de trigo com manchas de ataque de *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*.

Profundidade cm	Ao lado da mancha				Na mancha			
	pH	Ca*	Mg*	Mn(ppm)	pH	Ca*	Mg*	Mn(ppm)
0 - 5	6.2	6.6	2.4	22	6.5	7.5	3.0	14
5 - 15	6.0	5.9	2.1	35	6.4	7.5	2.7	18
Média	6.1	6.3	2.3	29	6.5	7.5	2.9	16

* me/100 g de solo

Em estudos de correção da acidez em solos do Planalto Riograndense se foi verificado a ocorrência de moléstias do sistema radicular em trigo, principalmente mal-do-pé tendo havido uma relação direta entre aumento das doses de calcário e incidência da moléstia. O surgimento da moléstia verificou-se a partir do segundo, mas, principalmente, a partir do terceiro ano após a aplicação de calcário. Os primeiros sintomas visuais da moléstia surgiram inicialmente em doses bastante superiores às atuais recomendações de calcário. Em alguns tipos de solos a ocorrência principiou em parcelas que receberam doses superiores a cinco vezes

a necessidade de calcário estimada pelo método SMP para o solo atingir o máximo pH 6.0. Fato idêntico foi também identificado em lavouras em locais de depósito de calcário a granel e onde haviam sido aplicadas doses de calcário superiores às atuais recomendações. Num levantamento em lavoura verificou-se que, além das altas doses aplicadas, a incorporação fora superficial na maioria dos casos, havendo diferenças significativas no pH do solo da camada superficial (0 a 5 cm) e na imediatamente inferior (0 a 5 cm) (SIQUEIRA et alii, 1976).

Segundo GARRET e SPRAGUE, citados por BUTTLER, 1962, a moléstia é encontrada em todas as regiões produtoras de trigo do mundo.

Nas lavouras de trigo onde foi observado o ataque de mal-do-pé, o calcário, de um modo geral, foi mal espalhado e mal incorporado. O ataque do fungo nestas lavouras é eliminado completamente através de lavrações mais profundas (20 - 25 cm) nos anos seguintes. Os dados da Tabela 3 evidenciam o efeito do método de preparo do solo sobre a incorporação de calcário e a incidência de moléstias em trigo.

Tabela 3: Efeito do preparo do solo sobre o pH e a incidência das moléstias em trigo em 1976.

Proprietário	pH do solo *	Método de preparo	Prof. cm	pH do solo	Incidência de moléstias
Valmir Copetti	6.1	Lavra	0 - 10	5.2	Sem
	5.2		10 - 20	5.3	
		Gradagem	0 - 10	6.8	Com
			10 - 20	5.3	
Tulio Servi	6.7	Lavra	0 - 10	6.3	Sem
	6.2		10 - 20	5.8	
		Gradagem	0 - 10	6.6	Com
			10 - 20	6.2	

* pH do solo antes de implantação do experimento, nas profundidades de 0 - 10 e 10 - 20, respectivamente.

A rotação de culturas e o pousio são técnicas de cultivo que não têm sido exploradas sistematicamente no nosso meio. Mas, são sistemas de utilização do solo que normalmente são empregados pelos países de larga tradição no cultivo do trigo. Assim, as regiões de cultivo de trigo na França, por exemplo, com bem menos problemas fitopatológicos e onde também o mal-do-pé se manifesta, e pelos mesmos motivos que no nosso meio, adotam o cultivo do trigo apenas a cada dois anos, ou mesmo, menos frequentemente.

Em face do exposto, torna-se imperiosa uma solução para as lavouras que apresentam incidência de mal-do-pé, condicionadas pela aplicação de calcário em demasia e/ou mal incorporado e/ou mal distribuído, ou então pela ausência de rotação de culturas ou pousio.

Em 1978 foi iniciado no CNPT um estudo de doenças de raízes do trigo com o objetivo de determinar as prevalências dos organismos associados à "Podridão comum" de raiz, bem como sua importância, distribuição e controle. O termo é usado para as doenças causadas principalmente pelos fungos *Helminthosporium sativum* e *Fusarium* spp. Serve para diferenciar-se doenças como o mal-do-pé do trigo, que se apresenta, geralmente, localizada em manchas ou reboleiras.

Helminthosporium sativum foi o organismo mais comumente associado à podridão de raízes, totalizando 80 o/o dos isolamentos efetuados. Outros organismos também foram isolados, porém de menor importância.

Para obter boa incorporação do calcário é necessário proceder da seguinte maneira:

Até 5 t/ha - espalhar uniformemente o calcário sobre o solo, lavar e gradear. Se a quantidade for superior a 5 t/ha, proceder a incorporação em duas operações, isto é, aplicar a metade do calcário, lavar e gradear; a seguir aplicar a outra metade, lavar e gradear. Por se tratar de insumo muito caro e com efeito residual prolongado no solo (4 a 5 anos), qualquer operação adicional que for feita para melhor incorporação representa um custo adicional anual pequeno. Quando se aplica calcário na dose indicada pelos laboratórios, só deve ser feita nova aplicação 4 a 5 anos após, sempre baseada em análise de solo.

A calagem do subsolo tem sido investigada porque a maioria dos solos do Planalto Rio-grandense (Tabela 1) são ácidos. Estas pesquisas envolvem desde a completa mistura do calcário como o subso-
lo através da remoção do solo e mistura com o calcário e fertilizante. LATHWELL e PEECH (1964) citados
por BARBER (1967) e KOCHHANN et alii (1974), e a aplicação do calcário em caris com subsolador,
ABRÃO (1975) e HEROO (1956) citado por BARBER (1967). Calagem do subsolo geralmente não tem tido
grandes efeitos no rendimento de culturas subsequentes, JONES & LUTZ (1971) e KOCHHANN et alii (1974)
(Tabela 4).

Tabela 4. Efeito da profundidade de incorporação do calcário sobre o rendimento do trigo média de 4 repetições

Profundidade de incorporação do calcário (cm)	Rendimento do trigo				Média
	1971	1972*	1973	1974	
0 - 10	2690 a	559 b	1564 b	1047 a	1465
0 - 20	2519 a	843 a	1748 ab	1066 a	1544
0 - 40	2456 a	935 a	1889 a	1095 a	1594

* Ano no qual ocorreu alta incidência de moléstias.

Fonte: KOCHHANN et alii (1974)

Para que se possa obter bons rendimentos com a aplicação da dose correta de calcário, é necessário uma adubação adequada para suprimento de nutrientes essenciais. Tem sido observado, não apenas com a cultura do trigo, que em muitos solos a presença de calcário tem muito contribuído para aumentar o efeito do fósforo. Este fato tem uma grande importância em termos econômicos pois com a combinação de doses adequadas de fósforo e calcário, pode-se obter bons rendimentos com menor investimento, principalmente considerando-se que a fonte solúvel de fósforo é totalmente importada.

ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

Na obtenção da máxima produção econômica de qualquer cultura é necessário o fornecimento de nutrientes assimiláveis para planta na zona radicular e na época apropriada. Alcançar este objetivo é e continua sendo a parte central dos programas de investigação em fertilidade e manejo do solo.

MÉTODOS QUÍMICOS PARA ANÁLISE DO SOLO

Desde o começo da agricultura como ciência, o homem tem tratado de formular ou desenvolver métodos químicos que avaliem a ação das raízes na absorção de nutrientes do solo ou que determinem o mecanismo de liberação de nutrientes nos solos, com a esperança de poder estimar a quantidade de nutrientes "assimiláveis". O problema é difícil devido, primeiro, à complexidade de reações que convertem os elementos do solo de uma forma não assimilável a uma forma assimilável, e, segundo, às restrições impostas pelos múltiplos fatores que determinam o crescimento das raízes. Um elemento pode estar em condições de ser absorvido e/ou a reduzida atividade radicular.

As exigências nutritivas das plantas não são valores absolutos e sim relativos, pois o aproveitamento dos elementos nutritivos contidos no solo depende dos demais fatores de crescimento. Comprovou-se que a intensidade de assimilação varia consideravelmente com os diferentes períodos de crescimento do vegetal, e, também, varia entre cultivares de uma mesma espécie. Há plantas que podem assimilar o ácido fosfórico de fatores que são "inassimiláveis" para outras plantas, de tal maneira que é difícil encontrar um método analítico completamente satisfatório.

Os ácidos orgânicos secretados pelas raízes são ácidos fracos que atacam o solo lentamente, durante o período de crescimento da planta. Como estas condições não podem ser imitadas no laboratório, tem-se procurado substituir o período de crescimento longo, por maior concentração de ácidos, atacando o solo com ácidos fortes, durante um tempo muito curto, o que tem a inconveniência de que não se pode imitar as transfor-

mações químicas que se desenvolvem sob a influência de assimilação fisiológica. Os processos biológicos que se realizam no solo, como a nitrificação, tampouco podem ser imitados no laboratório. Torna-se claro então que a capacidade de um solo fornecer nutriente na forma "assimilável" não é fixa; pelo contrário, é dinâmica e, portanto, não pode ser medida em termos absolutos.

Apesar de não ser possível medir de maneira absoluta o nível de fertilidade de um solo, o desenvolvimento progressivo de técnicas e procedimentos de análises e também o avanço na interpretação dos resultados é possível prever com certo grau de segurança a probabilidade de resposta à aplicação de calcário e certos elementos essenciais, em particular o fósforo e potássio. A disponibilidade de nutrientes de um solo é comumente avaliada por métodos químicos, cujos resultados servem de base para a recomendação de fertilizantes. Usualmente faz-se o experimento em casa de vegetação, com um grande número de solos, para selecionar um ou dois métodos químicos mais promissores.

CALIBRAÇÃO DE MÉTODOS QUÍMICOS DE ANÁLISE DE SOLO

Após a seleção do(s) método(s) químico(s) a empregar, segue-se a experimentação de campo para calibração do(s) método(s) selecionado(s) nos diversos tipos de solos, considerando as culturas de maior expressão econômica na região. É essencial que os resultados dos testes de solo sejam calibrados frente a respostas de cultivos para a aplicação dos nutrientes considerados. Esta informação é obtida de experimentos sobre a fertilidade a campo. Então, as respostas da produção devidas às doses dos nutrientes aplicados podem ser relacionadas com a quantidade de nutrientes "disponíveis" no solo.

A calibração de métodos de análise de solo é indispensável à elaboração de tabelas para recomendação de fertilizantes. O problema básico da calibração consiste na determinação de um valor, geralmente denominado "nível crítico", que, do ponto de vista teórico, serve de limite entre solos que necessitam adubação e aqueles que possuem um bom índice de fertilidade em relação ao nutriente considerado. Quando o solo apresenta teores acima do nível crítico é baixa a probabilidade de obter-se resposta econômica à adubação com o nutriente considerado.

METODOLOGIA

Os laboratórios que compõem a ROLAS-Sul adota metodologia padronizada de análise de solo, beneficiando desta forma os técnicos na interpretação dos resultados.

pH do solo - em água, na proporção 1 : 1;

Necessidade de calcário - método S_oP (SHOEMARKER, McLEAN e PRATT) adaptado por KUSSOW - elevar o pH a 6,0;

Fósforo disponível - MEHLICH (Carolina do Norte) - HCl 0,005N + H₂SO₄ - 0,025N

Potássio disponível - Mesmo extrator de MEHLICH

Matéria orgânica - WALCKLEY-BLACK - Combustão por via úmida;

Alumínio trocável - Extração com KCl e titulado com NaOH na presença de azul de bromotimol;

Cálcio e magnésio - titulado com EDTA - Magnésio por diferença;

Textura do solo - pelo tato - Textura 1 - solos com argila > 40 o/o

Textura 2 - solos com argila 20 - 40 o/o

Textura 3 - solos com argila < 20 o/o

INTERPRETAÇÃO

A fase mais difícil e mais onerosa de um programa de análises de solos e recomendação de adubação é o da interpretação. Isto porque as análises do laboratório por si só, não tem valor. Um dado obtido no laboratório, só pode ser utilizado para medir a fertilidade do solo e recomendar adubo, quando antes for comparado com a resposta das culturas a campo.

Tabela 5A: Interpretação dos resultados utilizados pelo ROLAS-Sul, Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Determinação	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto
pH água (1 : 1)	< 5,0	5,1 - 5,5	5,6 - 5,9	> 6,0
K (ppm)	< 20	20 - 40	40 - 60	> 60
M.O. (o/o)		2,5	2,5 - 5,0	> 5,0
Ca trocável *		2,0	2,0 - 4,0	> 4,0
Mg trocável *		0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Ca + Mg trocável *		2,5	2,5 - 5,0	> 5,0

em me/100 g de solo

As classes para fósforo são visualizadas na Figura 2, onde pode-se ver a necessidade de avaliar em detalhes tipos de solos, em função da textura deve-se a maior reserva de fósforo (não expresso pela análise, mas lentamente disponível para a cultura) nos solos com maior teor de argila, dando um nível crítico menor, conseqüentemente o método Carolina do Norte extrai menos fósforo à medida que aumenta o teor de argila no solo. No caso de solos de arroz (alagados) há liberação de algumas formas de fosfatos, quando o solo é irrigado, principalmente o fosfato de ferro, que não é determinado na análise. Com a elevação do pH durante o período de alagamento, há mais fósforo disponível para as plantas.

PRODUÇÃO RELATIVA

o/o

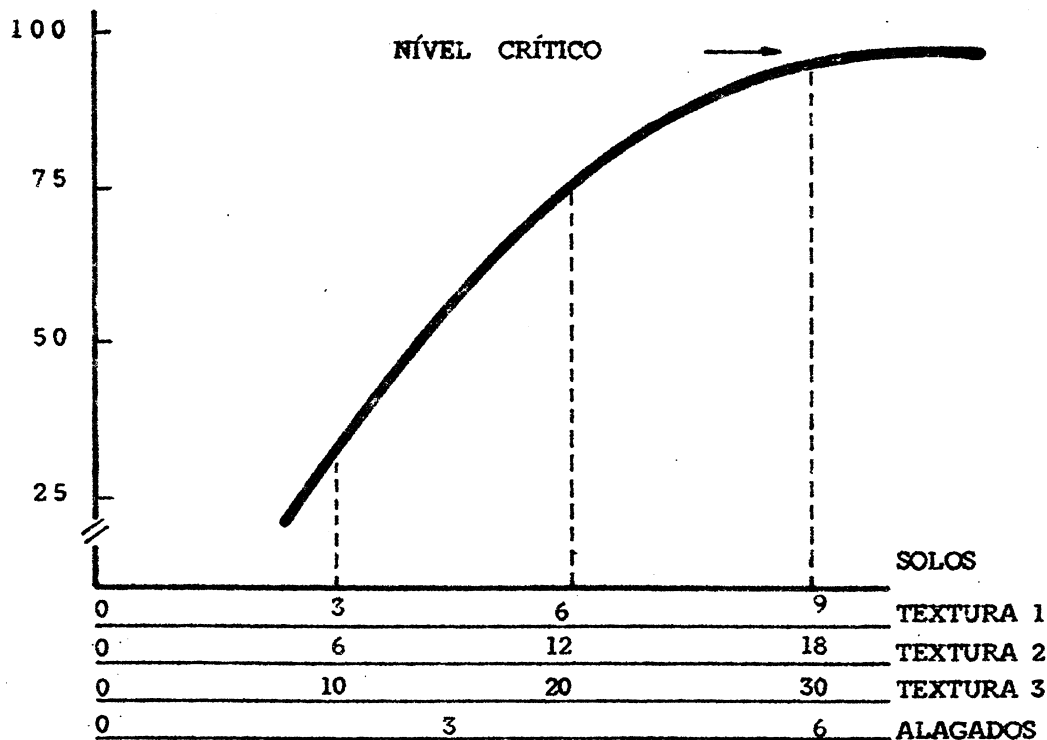


Figura 2: Interpretação da análise de fósforo baseada nos níveis críticos em relação aos tipos de solos, determinados em experimentos de calibração.

Na Tabela 5A é apresentada a interpretação dos resultados utilizados pelo ROLAS-Sul.

A interpretação das análises de potássio dos experimentos de calibração, determinam 60 ppm de potássio no solo como nível crítico originando a partir daí as demais classes.

Como o nitrogênio ocorre principalmente na parte orgânica do solo, sua disponibilidade é dependente da quantidade e velocidade de mineralização da matéria orgânica do solo. Então, analisando o solo para matéria orgânica pode-se estimar a quantidade de nitrogênio que pode ser liberada durante a safra. Considera-se um teor de 5 o/o como alto, sendo as demais classes obtidas a partir desse valor.

Tanto para culturas de sequeiro como irrigadas, considera-se como teor alto quando o solo apresenta mais de 5 me/100 g do solo de cálcio + magnésio. Por outro lado, o ideal é que não haja a presença de alumínio trocável. Também deve-se considerar que o nível de toxidez é muito variável com a espécie, mesmo entre cultivares da mesma espécie. Por exemplo, a soja tolera menos a acidez nociva do que o trigo e cultivares de trigo, criadas no Rio Grande do Sul, apresentam tolerância diferencial ao alumínio trocável do solo.

RECOMENDAÇÃO DE CORRETIVOS E ADUBOS

As análises do solo destinam-se à avaliação da capacidade que o solo apresenta de fornecer nutrientes às plantas e dados necessários a recomendações de adubação equilibradas, visando rendimentos econômicos.

A adubação recomendada, com o objetivo de elevar a fertilidade do solo, denomina-se Adubação Corretiva. Para manter a fertilidade alcançada pela correção, recomenda-se a adubação de manutenção aplicada em cada safra, que é variável com a cultura e fertilidade do solo.

ADUBAÇÃO CORRETIVA

Esta adubação é constituída de fósforo e potássio. O nitrogênio não é aplicado como corretivo porque é difícil elevar o nível de nitrogênio do solo através da adubação nitrogenada, devido às perdas por lixiviação e desnitrificação.

O objetivo de uma adubação corretiva de fósforo e potássio é criar no solo condições favoráveis de nutrição a todas as culturas exploradas pelo agricultor, dentro de um sistema racional. Em uma rotação de culturas a adubação corretiva deve ser aplicada precedendo a cultura mais exigente e que proporcione maior retorno de capital ao agricultor.

Devido ao seu alto custo, é necessário condições de crédito favoráveis. Uma vez tratando-se de um melhoramento da fertilidade do solo, cujos efeitos perdurarão por vários anos (4 ou 5 anos), a adubação corretiva deve ser considerada como investimento e não como custeio.

As quantidades de nutrientes a aplicar para a correção da fertilidade, com base na análise de solo são apresentadas na Tabela 5B.

ADUBAÇÃO DE MANUTENÇÃO E DE COBERTURA

Adubação de manutenção: Depois de elevar o nível de fertilidade pela adubação corretiva, deve ser feita adubação de manutenção por cultura com a finalidade de manter este nível de fertilidade nos anos subsequentes, e garantir elevadas produções das culturas.

A manutenção é calculada, aproximadamente, nas quantidades necessárias para repor ao solo os nutrientes retirados pelas colheitas. Funciona também como adubo de arrancada na fase inicial de crescimento vegetal, por isso torna-se importante na concorrência com inços e pragas.

As quantidades de nutrientes variam com a fertilidade do solo, em nitrogênio, fósforo e potássio e com a cultura, devendo ser aplicadas por ocasião do plantio. No entanto, quando são observados teores muito acima do nível crítico de um determinado elemento do solo, este pode ser diminuído na aplicação do adubo de manutenção, assim aproveita-se a fertilidade existente no solo.

Adubação de cobertura: A matéria orgânica do solo é a fonte principal de nitrogênio às culturas. A partir de sua análise que é feita a recomendação de adubo nitrogenado em cobertura.

Tabela 5b: Recomendações de adubação de correção para fósforo e potássio para os solos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

ANÁLISE	DE FÓSFORO (P) ppm	L. POTÁSSIO (K) ppm							
		M.BAIXO		BAIXO		MÉDIO		ALTO	
		INTERPRETAÇÃO		0 a 20		21 a 40		41 a 60	
		TEXTURA		P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
		1	2	3	kg/ha				
M.Baixo	0,0	0,0	0,0						
	a	a	a	120	120	120	80	120	40
	3,0	6,0	10,0						
Baixo	3,1	6,1	10,1						
	a	a	a	60	120	60	80	60	40
	6,0	12,0	20,0						
Médio	6,1	12,1	20,1						
	a	a	a	0	120	0	80	0	40
	9,0	18,1	30,0						
Alto	9,0	18,0	30,0						
	+	+	+	0	120	0	80	0	40

Fonte: Rede Oficial de Laboratórios de Análises de Solos - RS, SC (ROLAS).

Observações: 1. Solos de textura 1 - (> 40 o/o de argila). 2. Solos de textura 2 - (de 20 - 40 o/o de argila).
3. Solos de textura 3 - (< 20 o/o de argila).

Basicamente a adubação em cobertura recomendada é constituída de nitrogênio. Quando a fonte de N for uréia, recomenda-se sua incorporação.

RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS E ECONÔMICAS DE ADUBAÇÃO FOSFATADA PARA CULTURAS ANUAIS, CULTURAS PERENES E PASTAGENS.

Filosofia das recomendações

A dose mais econômica de adubo depende de:

- teor do nutriente no solo que determina a magnitude da resposta da cultura à adubação;
- preço do adubo;
- preço do produto;
- magnitude dos efeitos residuais para os cultivos posteriores à aplicação do adubo.

Os outros fatores, além do custo do fertilizante, influem no lucro máximo bem como na dose mínima de adubo a ser utilizada para que não se tenha prejuízo com o empreendimento. No caso de solos muito deficientes em um dado nutriente (em geral fósforo), onde a resposta ao nutriente é alta, pode ocorrer que,

nas doses mais baixas de adubo, a receita total (RT) seja inferior ao custo total (CT), situação esta decorrente do elevado valor dos custos fixos (CF) e dos baixos rendimentos que são obtidos. Por esta razão, a dose mais econômica deve estar sempre relacionada com o teor do elemento no solo fornecido pela análise.

Quando a quantidade de um nutriente exigida para manifestar o potencial produtivo da planta é maior do que a quantidade que o solo é capaz de suprir durante o ciclo da cultura, deve ser feita complementação com a adubação. A recomendação de adubação no Rio Grande do Sul e Santa Catarina é feita para atingir o maior retorno líquido por área cultivada (máxima eficiência econômica, MEE). O rendimento que proporciona este retorno situa-se geralmente entre 80 o/o e 95 o/o do rendimento máximo da cultura.

A análise do solo é o instrumento mais prático para quantificar a capacidade do solo em suprir de um dado nutriente as plantas. No entanto, este objetivo só é plenamente atingido quando a análise é calibrada com o rendimento das culturas.

Nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, foram conduzidos, nos últimos anos, diversos experimentos de calibração de P para as principais culturas. Na Figura 3, está representada a curva de calibração obtida com trigo, soja e milho por diversas instituições e vários anos nos dois estados do sul. O fósforo, nestes experimentos, é normalmente aplicado a lanço e incorporado à área da parcela. Observa-se que, para atingir 90 - 95 o/o do rendimento máximo de milho e soja, são necessários em torno de 6 ppm de P em solos argilosos (Método Mehlich). O mesmo rendimento relativo de trigo é obtido com 9 ppm em solo argiloso e o de soja, em solo franco, com 12 ppm. De um modo geral, estes valores encontrados concordam com os publicados por outros pesquisadores (Miranda et al. 1980, Raij, & Mascarenhas 1976, Muzilli 1978). As eventuais diferenças entre os resultados relatados pelos pesquisadores originam-se dos tetos de rendimento atingidos (quanto maior o teto de rendimento tanto mais alto o teor necessário no solo) e diferenças de comportamento entre solos em relação ao extrator e ao suprimento de P para as plantas. De posse da curva de calibração e do resultado de uma análise de solo identifica-se se existe pequena, média, alta ou muito alta resposta à aplicação do nutriente.

Para facilitar a interpretação dos resultados de análise de solo são estabelecidas classes de fertilidade. No Rio Grande do Sul e Santa Catarina são utilizadas as classes de muito baixo, médio e bom teor no solo de P (e K) conforme a Tabela 6. Nota-se que para o P existe subdivisão para textura.

Tabela 6: Classes de fertilidade em relação aos teores de P e K no solo e os respectivos rendimentos relativos.

Classe	Análise de P			Análise de K		
	Argilosos	Franco	Arenosos	Rend. Relativo	de K	Rend. Relativo
	ppm	ppm	ppm	o/o	ppm	o/o
Muito baixo	0 - 3	0 - 6	0 - 10	0 - 70	0 - 20	0 - 50
Baixo	3,1 - 6	6,1 - 12	10,1 - 12	70 - 90	21 - 40	51 - 75
Médio	6,1 - 9	12,1 - 18	20,1 - 30	91 - 100	41 - 60	76 - 90
Alto	9	18	30	100	60	90 - 100

Fonte: Rede Oficial dos Laboratórios de Análises de Solos RS - SC (ROLAS).

Para solos argilosos utiliza-se como nível crítico 9 ppm de P embora para as culturas de milho e soja este nível situe-se em torno de 7 ppm (Figura 3). Justifica-se esta medida para dar maior segurança às recomendações em razão de possíveis erros analíticos e diferenças entre solos, bem como pelo sistema de adubação adotado em que a correção da fertilidade do solo é feita em função da cultura mais exigente, dentro do sistema de culturas empregado.

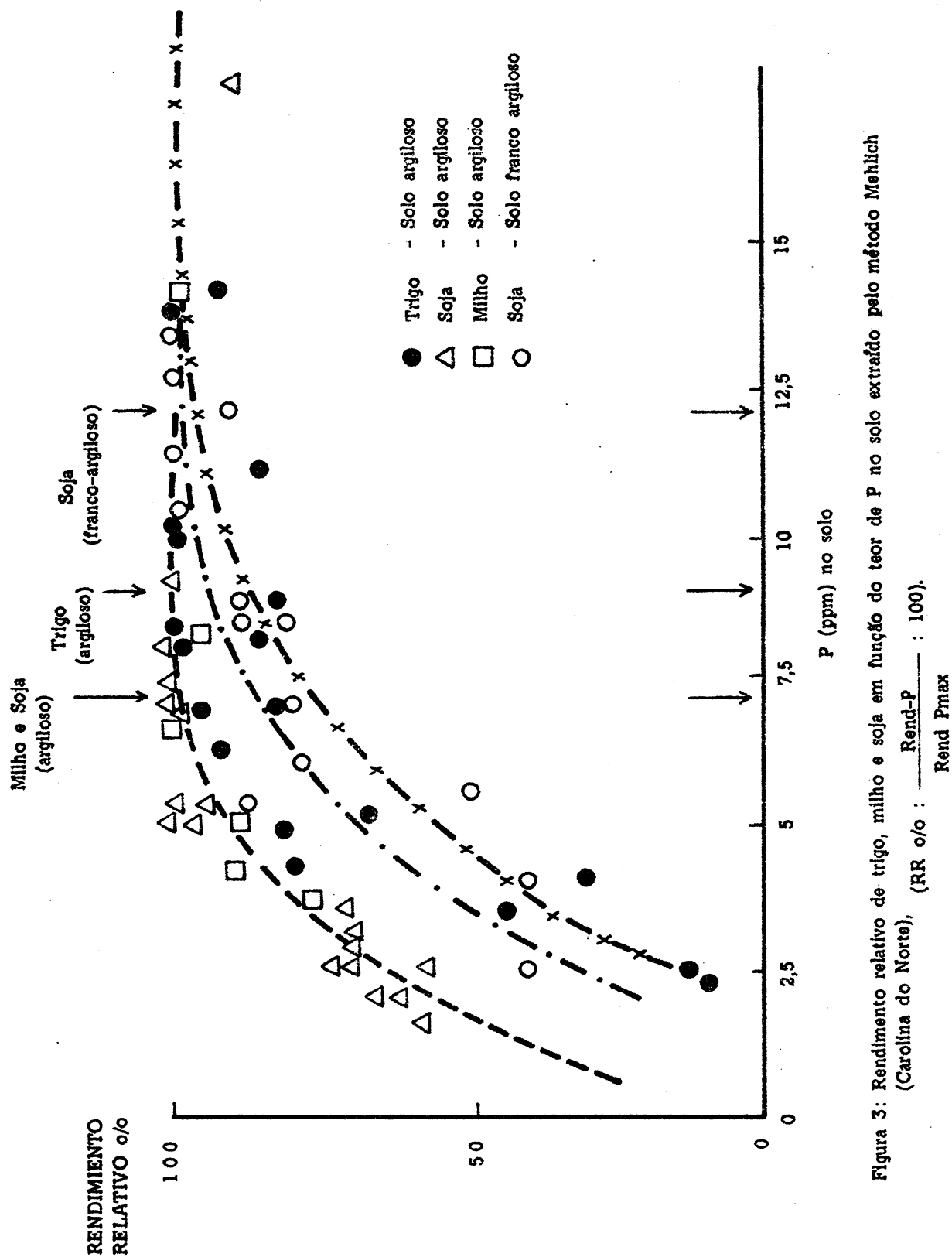


Figura 3: Rendimento relativo de trigo, milho e soja em função do teor de P no solo extraído pelo método Mehlich (Carolina do Norte), (RR o/o : $\frac{\text{Rend-P}}{\text{Rend Pmax}} \times 100$).

Dose de máxima eficiência econômica (DMEE)

Para determinar a DMEE de adubos fosfatados (e potássicos) deve-se quantificar os efeitos residuais sobre as culturas seguintes à sua aplicação. Os efeitos residuais são variáveis com o tipo de solo e com a dose aplicada. Existem métodos diferentes para expressar o efeito residual. Alguns métodos expressam este efeito em equivalente de rendimento e outros expressam em equivalente de adubo recentemente aplicado. Embora os métodos de cálculo conduzam a resultados um pouco diferentes, no presente estágio de inclusão dos efeitos residuais no cálculo da DMEE no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, os mesmos são considerados como equivalentes. Resultados de pesquisa mostram que a dose de fósforo solúvel aplicada apresenta, na cultura subsequente, um efeito acumulativo equivalente a metade da resposta observada na primeira cultura (Figura 4).

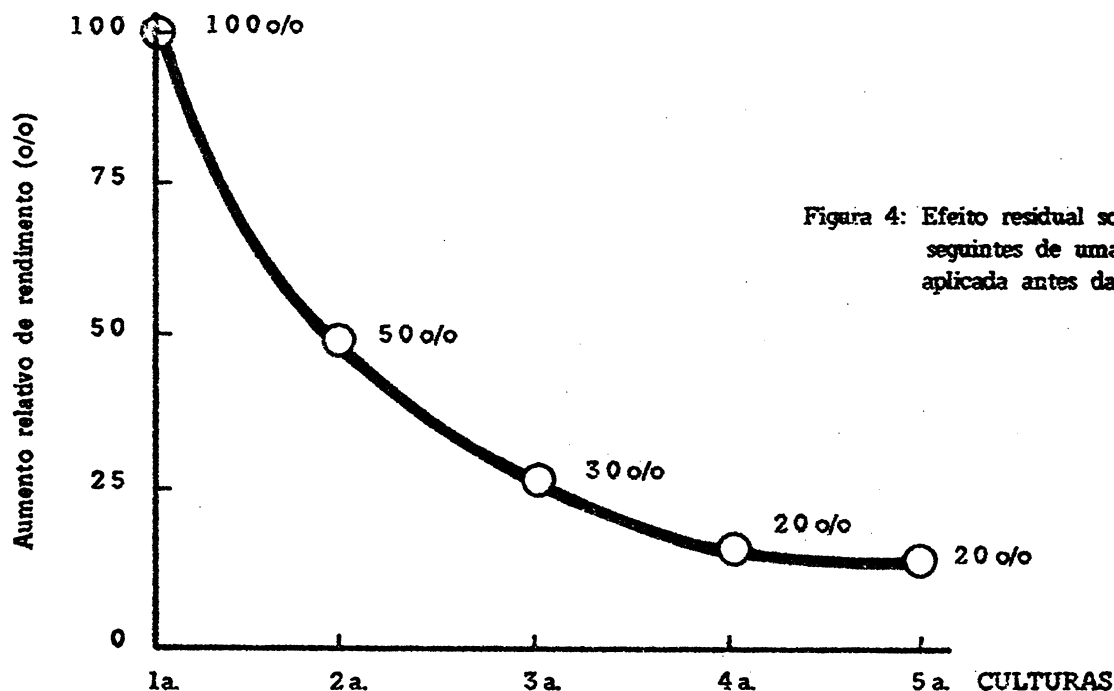


Figura 4: Efeito residual sobre as culturas seguintes de uma dose de P_2O_5 aplicada antes da 1a. cultura.

Indicam também que, para atingir o teto de rendimento obtido na primeira cultura, será necessário aplicar uma dose inferior nos cultivos subsequentes. Estes conceitos são introduzidos quando se calcula a DMEE para a cultura no início do Programa de Adubação a qual deve ser a adubação de manutenção nas culturas subsequentes. A queda de rendimentos nela observada deve-se à menor disponibilidade do nutriente no solo (fixação, lixiviação, etc.) e retirada pela cultura. Desta forma, a manutenção calculada por este método visa contrabalançar estes dois efeitos (Miranda et al 1980). A Figura 5 mostra o cálculo da dose de máxima eficiência econômica (DMEE). A Tabela 7 exemplifica o cálculo da adubação de manutenção com base na DMEE.

A tabelas de adubação em uso no Rio Grande do Sul e Santa Catarina foram elaboradas com base em interpretação de experimentos de campo, principalmente com P e calcário (Mielniczuk et al 1968), localizadas nas diferentes classes de fertilidade, apresentadas na Tabela 7. Em realidade a primeira aproximação adotada no Rio Grande do Sul, em 1965, foi baseada em poucos resultados experimentais.

Os altos custos devidos aos outros fatores de produção, além do adubo fosfatado, justificam o uso de adubação corretiva de P, em solos deficientes deste nutriente. Esta afirmativa baseia-se no exemplo discutido na Figura 5, onde o experimento de doses de P e calcário, localizado em solo deficiente em P e com alta necessidade de calcário, é analisado economicamente.

Tabela 7: Adubação corretiva para a máxima eficiência econômica (MEE) e a manutenção calculada com base nas Figuras 4 e 5 para manter o teto de rendimento atingido no primeiro cultivo. Campo Erê, SC, EMPASC (solo deficiente em P).

Cultivo	Adubação (g/ha)	Rendimento Relativo ¹ (o/o)
1 ^o	160 ²	90
2 ^o	80 + 80 ³	90
3 ^o	48 + 40 + 72 ³	90
4 ^o	32 + 24 + 36 + 68 ³	90
5 ^o	32 + 16 + 22 + 34 + 56 ³	90

1 Rendimento relativo atingido. O rendimento absoluto foi de 1.730 kg/ha.
 2 Dose necessária para atingir a máxima eficiência econômica (DMEE).
 3 Manutenção necessária para manter o teto de rendimento obtido no primeiro cultivo.

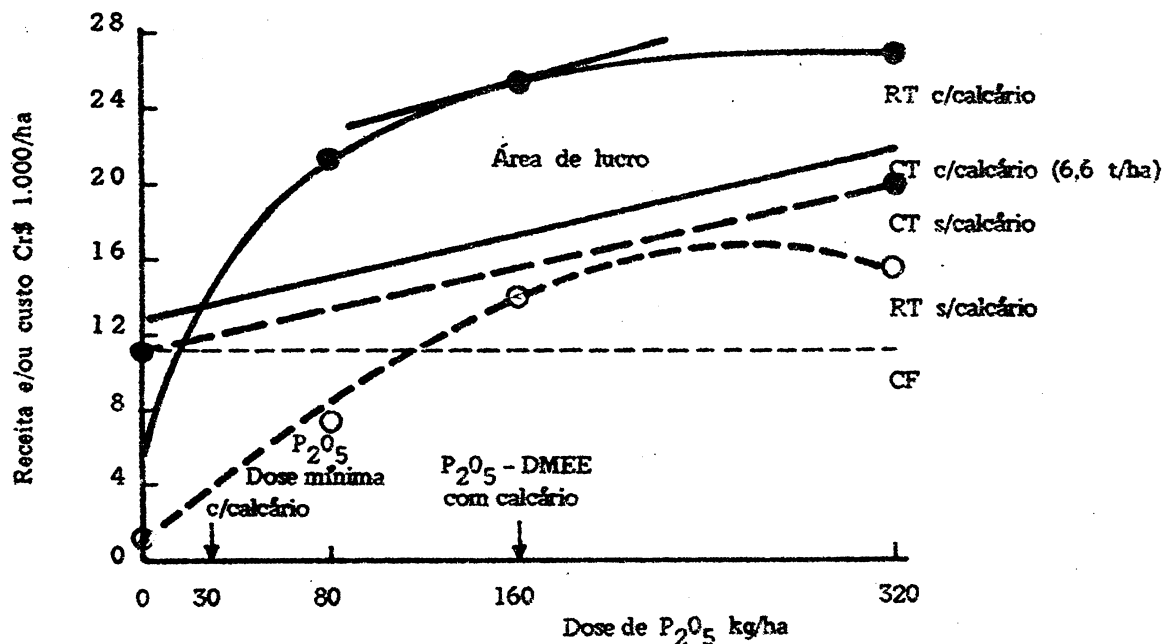


Figura 5: Representação gráfica da análise econômica de um experimento de doses de calcário e fósforo na cultura do trigo - Campo-Erê, SC, 1970.

Preço do trigo: 14,00/kg; preço do calcário 1.200,00/t; preço do P_2O_5 51,00/kg; efeito residual do P_2O_5 equivalente 2 colheitas; efeito residual do calcário equivalente a 5 colheitas; custos fixos 11.200,00/ha.

A função da receita total foi obtida multiplicando-se a função de produção pelo preço de trigo (Cr\$ 14,00/kg). A função do custo total foi obtida somando-se aos custos fixos (Cr\$ 11.200,00/ha) o custo variável devido ao P_2O_5 . Para tal, o preço do quilo de P_2O_5 foi dividido por dois, a fim de incluir o efeito residual de P_2O_5 (cada dose aplicada reverterá em duas colheitas no período de quatro a cinco anos (Figura 4). Se houver aplicações bianuais (duas culturas por ano) esta aproximação será subestimada. No caso do custo total com calcário, foi incluída ainda a parcela de 1/5 do seu custo, visto que o efeito residual do calcário permanece praticamente estável por um período de cinco ou mais anos.

Na análise representada na Figura 5, aparecem duas questões importantes:

1ª - Calagem: se o solo apresentar problemas de acidez deve ser feita na dose adequada, sob pena de perder dinheiro, devido aos altos custos fixos e baixos rendimentos obtidos mesmo com pesadas aplicações de P_2O_5 (sem calcário a função de receita total está sempre abaixo da função de custo total):

2ª - Nos solos deficientes em P, devem ser aplicadas altas doses de P_2O_5 no primeiro cultivo (adubação corretiva), caso contrário a receita total pode ficar abaixo dos custos totais. A dose mínima para que a RT seja igual a CT é de 30 kg de P_2O_5 /ha para a aplicação de 6,6 t de calcário, podendo subir até 80 kg/ha para a metade desta dose (3,3 t/ha). Uma vez atingido o rendimento alto pela aplicação da dose de MEE, este pode ser mantido pela aplicação de doses menores de manutenção.

Avaliação das recomendações

O Programa de Adubação vem sendo adotado desde 1967 e é anualmente avaliado pelas Instituições que formam a ROLAS. A medida que as informações são geradas pelas pesquisas elas são introduzidas nas recomendações. Os órgãos de extensão rural (EMATER, Secretaria de Agricultura, cooperativas) têm acompanhado, a nível de agricultor a validade delas, com resultados excelentes, conforme consignado em seus relatórios anuais.

A título de ilustração, a Tabela 8 mostra os resultados de uma avaliação de 20 lavouras de regiões diferentes do Rio Grande do Sul, efetuada por Mielniczuk & Anghinoni (1976), após 5-7 anos de adoção do Programa. Observa-se que os objetivos propostos foram plenamente atingidos, pela similaridade entre o teor de P pretendido (9 ppm de P) e o atingido nas lavouras, pelo rendimento das culturas no período e pelo entusiasmo dos agricultores na utilização de práticas que visam o melhoramento da fertilidade e produtividade do solo.

Tabela 8: Resultados médios por município de análise de solo, insumos utilizados e rendimentos (o N não foi incluído por não apresentar efeitos residuais).

Município	ANÁLISE INICIAL ¹			ANÁLISE 1975 ²			AD. KG/HA ³		REND. - kg/ha MÉDIA ⁴ TRIGO
	NC (T/HA) (APLICADO)	P PPM	K PPM	N.C. T/HA	P PPM	K PPM	P_2O_5	K_2O	
Tapera	6,2	1,9	79	1,2	9,3	72	639	281	1580
Espumoso	7,2	3,1	72	1,0	8,9	83	838	345	1530
Santa Rosa	6,3	0,9	42	3,3	11,5	78	800	330	1430
Médias	6,6	1,7	58	2,2	10,4	78	321	321	1500

1 / - Análise de solo antes do início do programa.

2 / - Análise de solo após a cultura do trigo 1975.

3 / - Soma de P_2O_5 e K_2O aplicado como corretivo e manutenção desde o início do programa até 1975.

4 / - Rendimentos médios das lavouras de trigo desde a implantação do programa até 1975.

Fonte: Mielniczuk & Anghinoni, 1975.

Segundo levantamento da FECOTRIGO, em 1975, cerca de 20 o/o dos agricultores que utilizaram os serviços dos Laboratórios de Análises de Solos, adotaram integralmente as suas recomendações. Do restante, provavelmente, a grande maioria não utilizava fertilizantes ou aplicava em pequenas quantidades. No entanto, uma grande parcela dos agricultores, através de aplicação de fórmulas ricas em P (± 160 kg P_2O_5 /ha/ano: trigo-soja) e continuadas (até 10 anos), sem o devido acompanhamento do seu teor no solo, determinaram que uma parcela considerável dos solos do Rio Grande do Sul (Planalto) apresente hoje, um teor de P no solo bem acima do crítico. A quantificação da frequência e área de solos nesta situação é hoje uma prioridade na pesquisa em fertilidade de solos neste Estado.

Uma análise mais detalhada das recomendações adotadas para o sistema de produção trigo-soja no Rio Grande do Sul foi efetuada por Lanzer (1978). Foram utilizados, neste trabalho, resultados de 37 experimentos (calibração, fatorial NPK e P vs calcário) conduzidos no período de 1968 a 1976 com duração de 1 a 6

anos, por diversas instituições de pesquisa. Através de ajustamentos matemáticos da função de produção (tipo "spline") e da inclusão do efeito residual ("carry over function") foram determinados: a DMEE, o nível de nutrientes no solo e a dose de manutenção para as culturas estudadas, considerando um período de quatro anos. Os dados referentes a P estão apresentados nas Tabelas 9 e 10. Observa-se uma grande similaridade no teor crítico de P, para as classes de solos, entre o proposto pelo autor e o recomendado pela ROLAS. Os dados revelam também que a adubação corretiva proposta foi superior à recomendada e que a dose de manutenção nestas circunstâncias foi menor do que a recomendada pela ROLAS na ocasião (1978), devido ao alto efeito residual do P aplicado na adubação corretiva.

Tabela 9: Recomendação corretiva de P proposta pela ROLAS e por Lanzer para trigo e soja em função do nível de P e textura do solo.

Classes de solo		P_2O_5 - Recomendado	
Textura 1'	Textura 2'	Rolas 2	Proposta
P ppm		kg/ha	
0 - 3	0 - 6	120	350
3,1 - 6,0	6,1 - 12	80	220
6,1 - 9,0	12,1 - 18	40	80
> 9,0	> 18	0	0

Fonte: Lanzer 1978.

¹Textura 1: >40 o/o argila; Textura 2: 20 - 40 o/o argila.

²Rolas: Rede Oficial dos Laboratórios de Análise de Solos RS e SC.

Tabela 10: Nível crítico e manutenção de P propostos pela Rolas¹ e por Lanzer para trigo e soja em função da textura² do solo.

SOLO	TRIGO				SOJA			
	P - Nível Crítico		P_2O_5 - Manutenção		P - Nível Crítico		P_2O_5 - Manutenção	
	Rolas	Proposto	Rolas	Proposto	Rolas	Proposto	Rolas	Proposto
	ppm		kg/ha		ppm		kg/ha	
Textura 1	9,0	7,8	70	47	9,0	9,4	70	56
Textura 2	18,0	15,6	70	47	18,0	18,0	70	56

Fonte: Lanzer 1978.

¹Rolas : Rede Oficial dos Laboratórios de Análise de Solo - RS e SC.

²Textura 1: >40 o/o argila; Textura 2: 20 - 40 o/o argila.

A Tabela 11 já considera este efeito; os solos onde o nível de P se encontra acima do nível crítico, recebem uma adubação de 30 a 60 kg P_2O_5 , em função da cultura e o nível de produtividade desejado.

Tabela 11: Adubação de manutenção (kg/ha) opcional para o trigo em solos corrigidos e matéria orgânica entre 2,5 e 5,0 o/o

K no solo (ppm)	N (\pm 3 kg)	P ₂ O ₅ (\pm 5 kg)	K ₂ O (\pm 5 kg)
< 80	30	70 + 40	50
80 - 120	30	70 40	30
> 120	30	70 40	15

* Usar a coluna 1 quando o teor de fósforo estiver abaixo do nível crítico e a coluna 2 quando estiver acima. Trigo e Soja. Porto Alegre (Nº56) - p.4-34 - Julho agosto de 1981.

CURVA DE RESPOSTAS

A resposta de uma determinada cultura à adubação depende fundamentalmente do teor do elemento no solo, condições climáticas, nível dos demais nutrientes no solo, condições adversas do solo (acidez) e do potencial genético da cultivar em estudo.

A quantidade de um dado nutriente no solo, aliado a outros fatores, determina o grau de resposta à adição deste elemento. Os maiores incrementos de rendimento resultam das aplicações iniciais em solos com teor mais baixo, diminuindo progressivamente à medida em que este solo esteja melhor suprido pelo dado elemento. No extremo Sul, o caráter aleatório das condições climáticas resulta em grandes diferenças entre níveis de produtividade (Tabela 12). Isto se verifica mesmo em casos em que se usem as recomendações de pesquisa (Queiroz et al, 1979).

Tabela 12: Efeito das condições climáticas anuais sobre a cultura de trigo em diferentes doses de fósforo adicionado - 1972 e 1973 - Latossolo Vermelho Escuro Distrófico.

P ₂ O ₅	LOCAIS					
	Passo Fundo		Carazinho		J. Castilhos	
	1972	1973	1972	1973	1972	1973
	kg/ha					
0	377	962	158	1.101	175	1.497
200	477	1.041	123	1.290	298	1.323
400	683	1.218	167	1.388	341	1.875
600	566	1.210	141	1.397	263	1.548
800	548	1.263	154	1.512	367	1.736

KOCHHANN et alii (1972).

BARTZ et alii (1973).

Um desequilíbrio dos nutrientes pode ter influências de ordem fisiológica as quais determinam reduções no rendimento. É muito pouco provável que se obtenha rendimentos próximos do máximo potencial de uma dada cultura, se condições ótimas são oferecidas a apenas um fator de rendimento. Em termos gerais, pode-se dizer que a resposta a fósforo será maior quando os demais nutrientes se encontrarem em nível ótimo.

Uma grande parte das pesquisas realizadas no extremo sul, com calcário, mostra resultados notoriamente positivos. O calcário exerce uma função preponderante para a correção da acidez do solo, eliminando o alumínio e manganês trocáveis, ao mesmo tempo que oferece os nutrientes cálcio e magnésio para as plantas. Normalmente a calagem aumenta a disponibilidade do fósforo nativo do solo. Esta mudança pode derivar do aumento de mineralização do fósforo orgânico do solo.

Dados de diversos autores mostram que as pesquisas experimentais devem ser feitas na presença de calcário. Os resultados de diversas instituições de pesquisa, com a cultura do trigo, mostram um rendimento médio de 1.520 kg/ha sem calcário, ao passo que na presença de calcário o rendimento médio aumentou para 1.800 kg/ha (Tabela 13). Dos 55 experimentos estudados, 89 o/o apresentaram resposta positiva ao calcário e em apenas 11 o/o dos casos não se obteve resposta.

Tabela 13: Rendimento de trigo de parcelas experimentais sem e com calcário aplicado na dose recomendada para pH 6,0 e adubação NPK completa, nos anos de 1967 a 1973.

Solos	Nº de experimentos	Rendimento		Aumento
		Sem calcário	Com calcário	
		kg/ha		o/o
Durox ¹ e Vacaria ²	11	1.502	2.218	48
S. Ângelo e Erechim ⁴	14	1.412	1.718	22
C. Alta ⁵ e P. Fundo ⁶	17	1.543	1.609	4
Outros	13	1.620	1.784	10
Média	55	1.520	1.800	18

Fonte: Relatório de diversas instituições de pesquisa do estado do Rio Grande do Sul.

Adubação média: N: 50 kg/ha

P₂O₅ : 260 kg/ha

K₂O : 65 kg/ha

1: Latossolo Húmico Distrófico Álico.

2: Latossolo Bruno Distrófico Álico.

3: Latossolo Roxo Distrófico Álico.

4: Latossolo Roxo Distrófico Álico.

5: Latossolo Vermelho Escuro Distrófico.

6: Latossolo Vermelho Escuro Distrófico.

Além do efeito aditivo, o calcário também apresenta uma relação de substituição com o fósforo. Diversos pesquisadores têm observado, em distintos tipos de solos, a existência da relação de substituição entre calcário e fósforo.

Por outro lado é sabido que a dose de máxima eficiência econômica é bem mais elevada na presença de calcário.

A resposta de uma dada cultivar de qualquer cultura ao nutriente aplicado depende do potencial genético da mesma. Até pouco tempo atrás, a adaptação de genótipos a solos foi principalmente o resultado da seleção para resistência a doenças e insetos e adaptação climática. A razão exata desta adaptação diferencial era desconhecida, mas a pesquisa em nosso meio, mostra que realmente as cultivares selecionadas refletem as condições de solo nas quais foram desenvolvidas.

O efeito de interação com os demais nutrientes foi amplamente estudado por diversos pesquisadores. Magalhães (1970) obteve 2.160 kg/ha de trigo, na presença de calcário, com 0-300-80 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O, enquanto que com 60-300-80 kg/ha obteve 2.660 kg/ha de trigo. Em solo Passo Fundo (Latossolo Vermelho Escuro Distrófico) aumentando a dose de zero a 60 kg/ha de N, aumentou mais de 100 o/o a produção de trigo (Mielniczuk & Magalhães, 1970). Já em presença de calcário, no mesmo solo, o rendimento aumentou em 1.180 kg/ha, para as mesmas doses de N.

Curvas de resposta do trigo ao nitrogênio são apresentadas para diversos solos do Estado do RS (Figuras 6, 7 e 8).

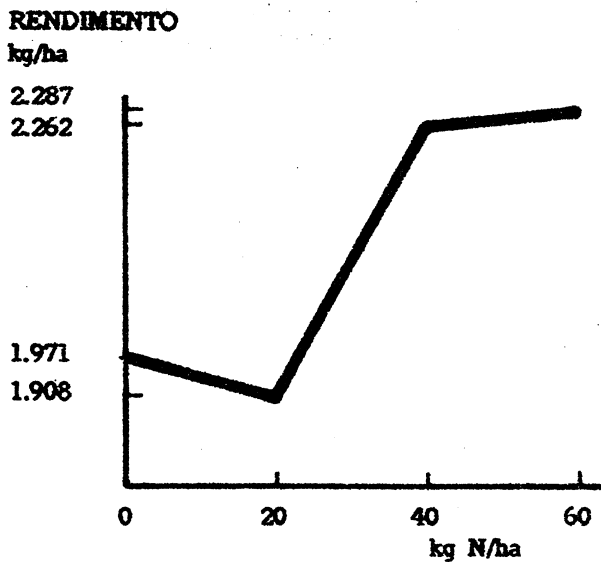


Figura 6: Curva de resposta do trigo ao nitrogênio.
CNPT. Passo Fundo - 1976.

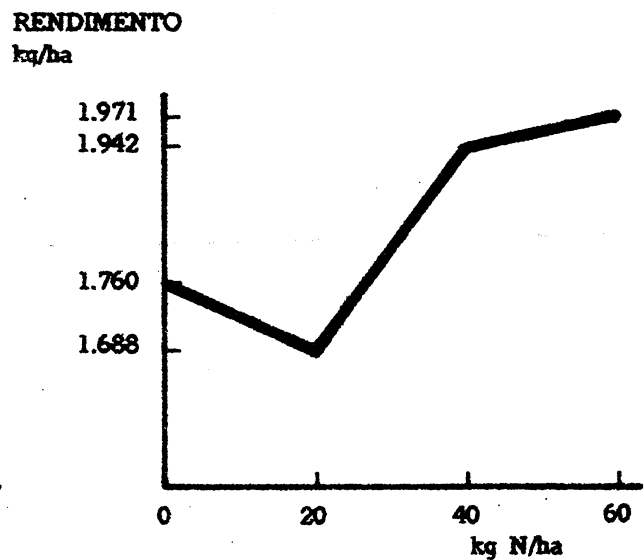


Figura 7: Curva de resposta do trigo ao nitrogênio.
Erechim - 1976 - CNPT.

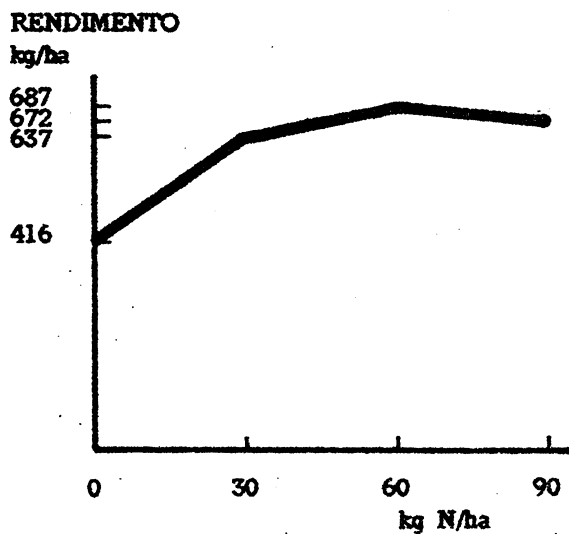


Figura 8: Curva de resposta do trigo ao
nitrogênio.
Santo Angelo - 1977 - CNPT.

A resposta da cultivar de trigo IAS 59 atingiu um máximo rendimento com 92 kg/ha de N (Figura 9), altamente significativo. O limite econômico de N utilizado foi estimado, na ocasião, em 243 kg de trigo para 100 kg N. Na mesma forma, nota-se na Figura 10 uma melhor produtividade do nitrogênio no plantio direto em comparação ao preparo convencional.

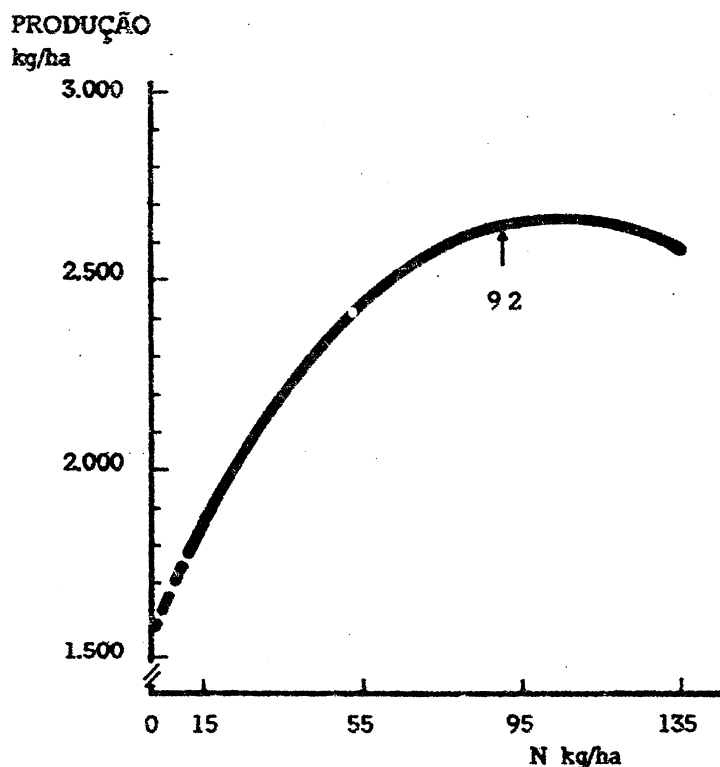


Figura 9: Curva de resposta média da cultivar de trigo IAS 59 ao nitrogênio.

Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. - Passo Fundo, 1976.

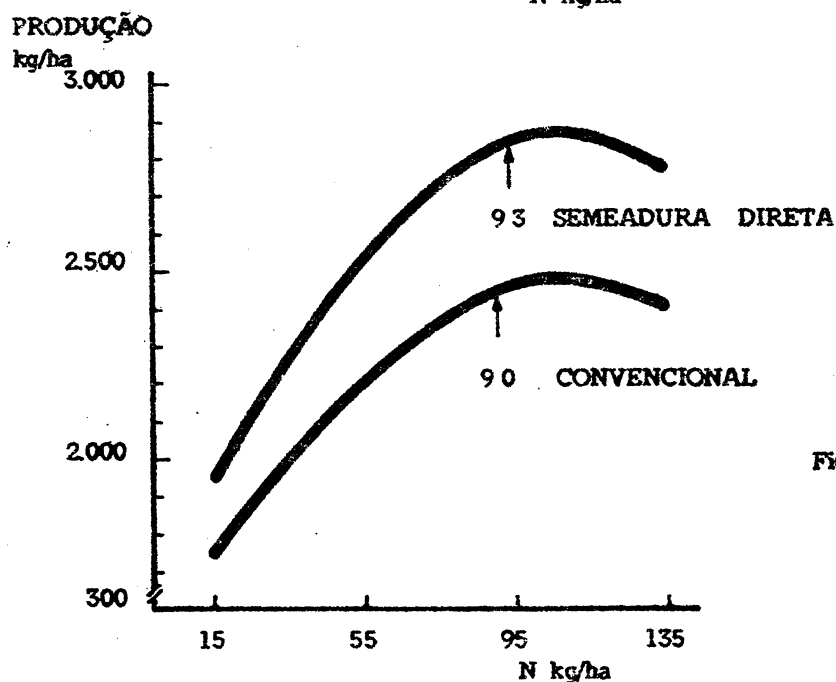


Figura 10: Influência do preparo do solo na resposta ao nitrogênio. CNPT.

A resposta do trigo ao fósforo em solo Passo-Fundo (Latossolo Vermelho Escuro Distrófico) mostra tendências de aumento de rendimento até 120 kg/ha P_2O_5 (Figura 11). No solo Erexim, (Latossolo Roxo Distrófico) a resposta a fósforo mostrou a tendência a aumentar os rendimentos de trigo até 180 kg/ha de P_2O_5 , devido provavelmente ao teor original do solo (Figura 12). Em solo Santo Ângelo (Latossolo Roxo Distrófico) a cultura mostrou tendências a aumentos de rendimento com doses de fósforo até 150 kg/ha de P_2O_5 , decrescendo após (Figura 13).

RENDIMENTO
kg/ha

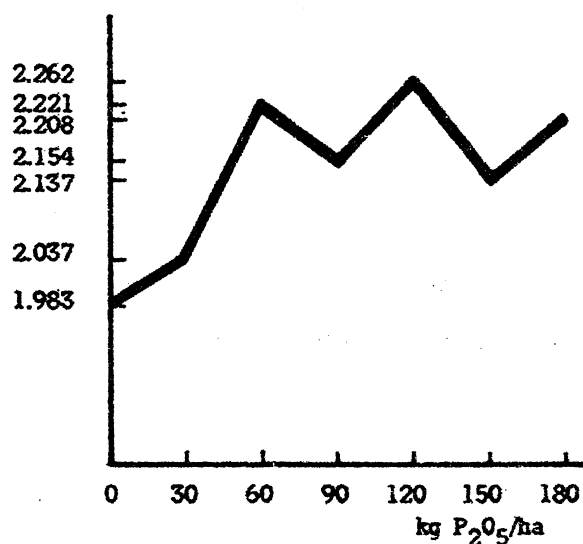


Figura 11: Curva de resposta do trigo ao fósforo.
CNPT Passo Fundo - 1976.

RENDIMENTO
kg/ha

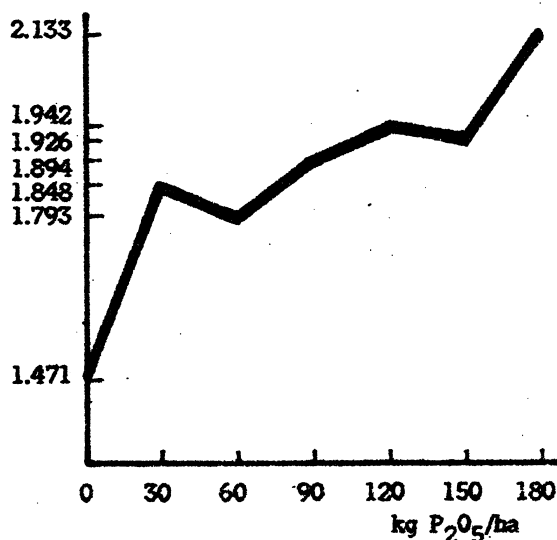


Figura 12: Curva de resposta do trigo ao fósforo.
Erexim - 1976 - CNPT

RENDIMENTO
kg/ha

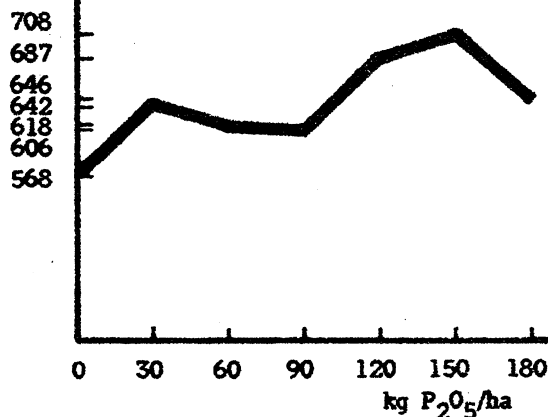


Figura 13: Curva de resposta do trigo ao fósforo.

Santo Ângelo - 1977 - CNPT.

O rendimento e componentes da produção de trigo, para níveis crescentes de P_2O_5 , em solo Passo Fundo (Latossolo Vermelho Escuro Distrófico) são apresentados na Tabela 14. Mesmo tendo sido um ano de frustração, os rendimentos foram razoáveis, mostrando uma tendência a um decréscimo acima de 150 kg/ha de P_2O_5 adicionado.

Tabela 14: Rendimento e componentes de produção de trigo, para níveis crescentes de P_2O_5 , em solo Passo Fundo. Média de 4 repetições. 1979.

Níveis P_2O_5	Nº espigas p/m ²	Nº sementes p/espiga	Peso 1000 sem. (g)	Rendimento kg/ha observado
kg/ha				
0	198	18	29,6	1093
75	243	22	33,4	1763
150	261	24	33,5	2880
300	258	25	33,6	1977
600	270	26	33,7	2207
Média	246	23	32,8	1824

No caso da interação com potássio os resultados não são tão evidentes (Magalhães, 1980). O efeito residual de níveis de potássio após seis cultivos é ilustrado na Figura 14.

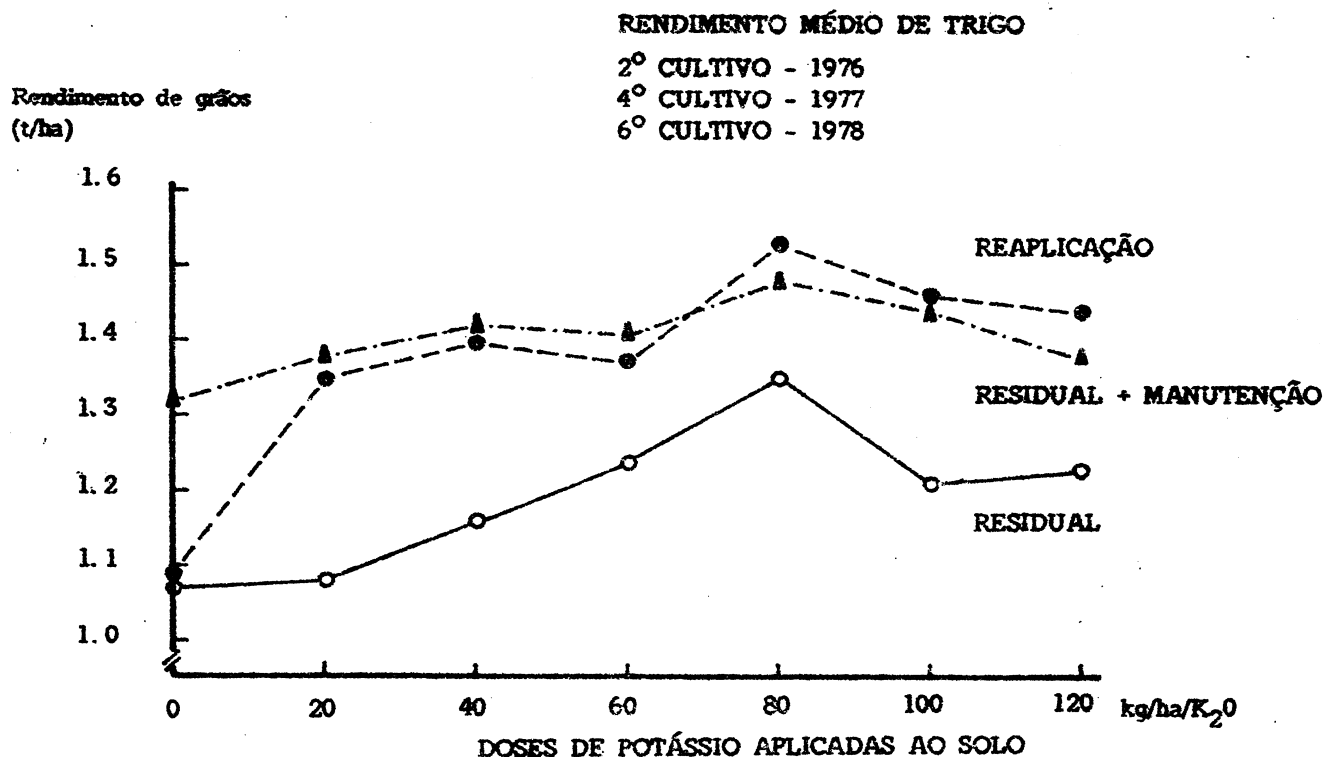


Figura 14: Efeito residual das doses iniciais aplicadas no 1º cultivo (soja 1975/76); reaplicação das doses iniciais em cada cultivo de sucessão soja-trigo, e, residual das doses iniciais aplicadas no 1º cultivo (soja 1975/76) mais manutenção de 40 kg/ha/K₂O aplicados em cada cultivo da sucessão soja trigo, sobre o rendimento médio de grãos de trigo.

Os níveis de K_2O foram aplicados em 1975 (soja), em Passo Fundo (Latossolo Vermelho Escuro Distrófico) e o rendimento médio de trigo avaliado após o sexto (6^o) cultivo. Os tratamentos constaram de efeito residual das doses aplicadas em 1975; efeito de reaplicação anual das doses iniciais e efeito residual das doses iniciais mais uma manutenção por cultura (40 kg/ha de K_2O). Nota-se um acréscimo de rendimento médio de trigo, para todos os tratamentos, até a dosagem de 80 kg/ha de K_2O , decaindo a seguir.

Após os primeiros cultivos, em solos bem intemperizados, verifica-se uma acentuada queda de K trocável no solo, atingindo valores aproximadamente constante, que variam pouco de solo para solo (Figura 15).

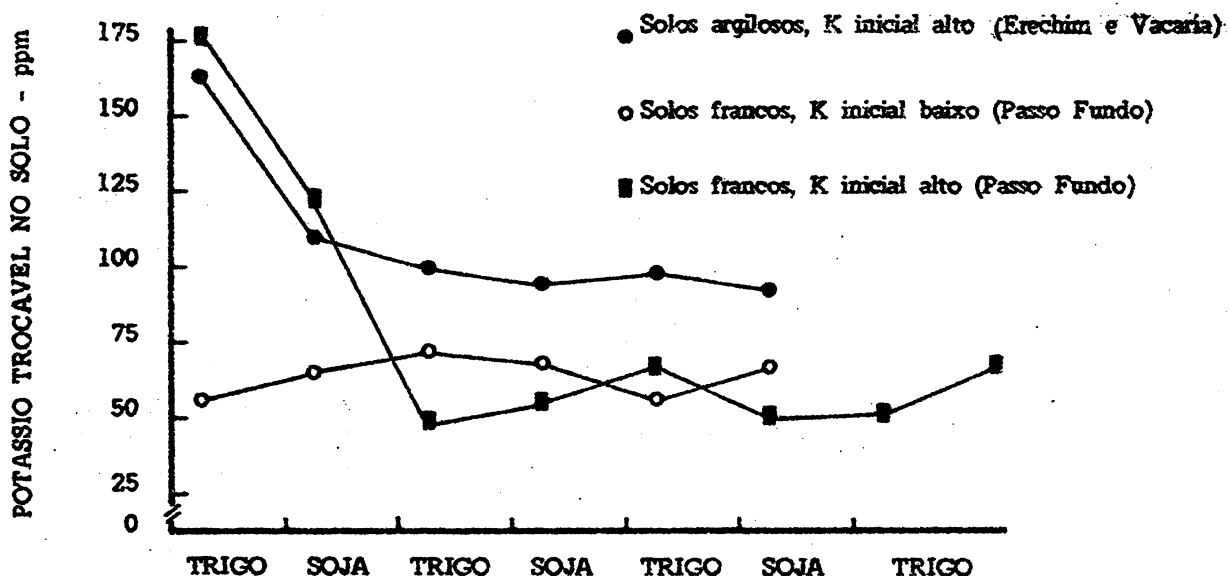


Figura 15: FONTE; BORKERT et alii (1975).

Em solos com alto teor inicial de K (160 - 180 ppm), após uma série de cultivos de trigo e soja, foi atingido valor mais baixo e aproximadamente constante de K disponível no solo. Este valor foi de 50-75 ppm nos solos francos (Cruz Alta e Passo Fundo) e de 75-100 ppm nos solos argilosos (Erechim e Vacaria). Em solos francos com baixo teor inicial (60 ppm), o K permaneceu baixo, porém aproximadamente constante (50-60 ppm), após 3 ciclos completos de trigo e soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRÃO, J.J.R. Informação técnica - Efeito do calcário aplicado em diversas profundidades de solo e da subsolagem na sucessão trigo e soja. CEP-FECOTRIGO, Cruz Alta. III Reunião Conjunta de Pesquisa de Soja, SC/RS, 1975. Porto Alegre. p. 69-73.
- BARBER, A.S. Liming materials and practices. In: PEARSON, W.R. & ADAMS, F. Soil acidity and liming. Madison, Wisconsin, Cap. 3, 1967. p. 125-60.
- BUTTLER, F.C. Root and foot rot diseases of wheat. Sidney, Department of Agriculture, 1962. 98p. (Science Bulletin, 77).
- JONES, G.D. & LUTZ, Jr. J.A. Yield of wheat and soybeans and oil and protein content of soybean as affected by fertility treatments and deep placement of limestone. Agronomy Journal, 63:931-34, 1931, nov/dez.
- KALCKMANN, R.E. A adubação. I. Fator básico para aumentar a produção brasileira de alimentos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Rio de Janeiro, 1966. 1:215-9.
- KOCHHANN, R.D.; ANGHINONI, I. & MIELNICZEK, J. A adubação fosfatada no Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: OLIVEIRA, A.J. de, ed. Adubação fosfatada no Brasil. Brasília, EMBRAPA-DID, 1982. p. 29-60.
- KOCHHANN, R.A. et alii. Determinação do efeito residual da profundidade de calagem, sobre as propriedades do solo e o rendimento da cultura, em sucessão trigo-soja. EMBRAPA, EEPF, Passo Fundo. II Reunião Conjunta de Pesquisa de Soja, RS/SC, Porto Alegre, agosto 1974, p. 60-65.
- MAGALHÃES, A.F. Calibração de análise de solos para a cultura do trigo em rotação com soja. In: Rio Grande do Sul. Universidade Federal. Faculdade de Agronomia. Relatório do Departamento de solos dos anos 70 e 71, Porto Alegre, 1971. p. 28-30.
- MIELNICZUK, J.; LUDWICK, A.; VOLKWEISS, S.J.; PATELLA, J.F. & MACHADO, M.D. Estudos iniciais de calibração de análises para fósforo e potássio do solo com a cultura do trigo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 11, Curitiba. Anais... Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1968.
- MIRANDA, L.N.; MIELNICZUK, J. & LOBATO, E. Calagem e adubação corretiva. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO; uso e manejo, 5, Brasília, DF, 1980.
- MUZILLI, O. Análise de solos; interpretação e recomendação de calagem e adubação para o Estado do Paraná, Londrina, Fundação Instituto Agronômico do Paraná, 1978. 49p. (Circular IAPAR, 9).
- QUEIROZ, E.F.; NEUMAIER, N. & TORRES, E. Ecologia e manejo da cultura. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina, PR. Ecologia, manejo e adubação da soja, Londrina, 1979. (Circular Técnica, 2).
- RAIJ, B. VAN & MASCARENHAS, H.A.A. Calibração de potássio e fósforo em solos para soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15, Campinas. Anais... Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1976.
- SIQUEIRA, O.J.F. de; KOCHHANN, R.A.; BORKERT, C.M.; BARTZ, H.R.; SCHOLLES, D.; REIS, E.M. & GOMES, E.P. Ocorrência de mal-do-pé em experimentos e lavouras de trigo do Planalto Sul Riograndense e suas relações com as propriedades do solo. In: REUNIÃO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 8, Ponta Grossa, 1976. Solos e técnicas culturais. EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, Passo Fundo, (1976). v.2, p. 50-61.

CHILE



1.3 FERTILIZANTES EN TRIGO

ELIAS LETELIER A. *

Siendo el título del trabajo que se me ha encomendado para esta Reunión, demasiado amplio en relación al tiempo disponible para su preparación, me ha parecido útil resumir la experiencia chilena en este campo, en el entendido que las leyes que gobiernan la respuesta de las fertilizantes en un cultivo determinado deben ser universales, aunque dicha universidad no siempre se presente en su total alcance.

Me parece que la experiencia específica de un país o región y su consiguiente discusión pueden ser de importancia como un paso más para ir, precisamente, logrando esta comprensión generalizada de los fenómenos que acompañan a la fertilización del trigo.

RESPUESTA GLOBAL DEL TRIGO A LAS FERTILIZANTES

El Cuadro 1 resume los resultados de una prospección experimental efectuada a fines de la década del 50 que indica una razonable concordancia entre las necesidades chilenas de fertilizantes en trigo y la experiencia universal que rige dicha respuesta. Así, es posible notar:

- una mayor respuesta a N y P que a K y Ca.
- una mayor respuesta a K a medida que aumenta la lixiviación determinada por una mayor pluviosidad.
- una menor respuesta a N a medida que aumenta el tenor de materia orgánica (tenor que está correlacionado con la pluviometría).

Cuadro 1: Efectos de los diversos elementos fertilizantes y de la fórmula completa (T), por Zonas.

Efecto = Rend. Form. Completa - Rend. Sin Elemento Respectivo

NORTE	REGION	PRECIPITACION m.m./año	NUMERO ENSAYOS	RENDIMIENTO FORM.Completa	EFECTOS MEDIOS				
					N	P	K	Ca	T
	IV, V, VI	150 - 800	24	26,5	2,3	1,3	-0,7	---	3,1
	VII, VIII	800 - 1100	43	22,8	5,5	3,5	0,4	2,0	7,2
	VIII, IX, X	1100 - 2000	15	26,6	3,3	6,4	1,2	1,6	8,6
SUR	XI	1400 - 2500	18	21,7	1,4	9,9	2,5	2,4	10,7

FERTILIZANTES APLICADOS = N = 64 kg/ha K₂O = 100 kg/ha P₂O₅ = 100 kg/ha CaO = 900 kg/ha

FUENTE: LETELIER et al : " 100 ENSAYOS NPK EN TRIGO "
Dpto. Inv.Agric. 1961.

* Ing.Agr. INIA. Paradero 341, Santa Rosa. Santiago. Chile.

Sin embargo, debe observarse también ciertas características propias del ambiente edáfico o atribuibles a las condiciones en que se verificaron estos ensayos, por ejemplo:

- El efecto de N es más bajo del que actualmente puede esperarse. Ello se puede atribuir a la dosis utilizada y al techo relativamente bajo de las variedades utilizadas en esa época.
- Una respuesta a P más alta de la que podría considerarse "normal". La causa de esto es la presencia abundante de suelos volcánicos (andosoles) desde la VII Región hacia el Sur. Estos suelos tienen una gran "avidez" por los fosfatos (Deliberadamente no uso la palabra "fijación", porque considero que ella no está bien definida a nivel agronómico).

Consumo de Fertilizantes. (Cuadro 2)

Chile es uno de los pocos países que consume + P_2O_5 que N, lo cual se debe a la citada cualidad de los andosoles. Sin embargo, la experiencia acumulada en trigo indica que, con la potencialidad que realmente existe en la actualidad, dicha relación debe invertirse hacia un mayor consumo de Nitrógeno que de P_2O_5 .

Cuadro 2: Consumo anual de fertilizantes en Chile promedio 1976-80, miles de toneladas.

N = 49,3

P_2O_5 = 66,8

K_2O = 13,3

FUENTE = ODEPA

Por hectárea cultivada año, kgs =

a) Sin considerar praderas artificiales

N = 36,5

P_2O_5 = 49

K_2O = 9,9

b) Considerando praderas artificiales

N = 24,2

P_2O_5 = 32

K_2O = 6,52

Relación de precios insumo/producto (trigo. Precios de ambos al 1° de noviembre de 1982.

N, nitrato sódico y potásico 2,40

N, Urea 2,00

P_2O_5 , superfosfato triple 3,17

K_2O , sulfato de potasio 3,66

K_2O , salitre potásico 3,27

P_2O_5 , fosfato de amonio 2,78

NOTA: Los precios de K_2O y de P_2O_5 en el salitre potásico y en el fosfato de amonio respectivamente se calcularon suponiendo la unidad de N al mismo precio que en el nitrato sódico.

Relación de Precios insumo/producto (trigo) (Cuadro 2)

Eficiencia de los fertilizantes.

En el presente trabajo se entenderá por "eficiencia del fertilizante" a la relación entre el efecto producido por el fertilizante en kgs de grano y el número de unidades aplicadas, o sea:

$$\text{Eficiencia} = \frac{R - r}{D}$$

en que R = Rendimiento de la dosis aplicada,

r = rendimiento del testigo y

D = Dosis aplicada.

La eficiencia se expresará en kg de grano producidos por cada kg de fertilizante (N , P_2O_5 , K_2O) aplicados.

Considero que el concepto de eficiencia, por su sencillez y significado agronómico, debería ser mucho más utilizado por los especialistas en manejo de cultivos y fertilidad de suelos. Así, utilizando una sola cifra es posible comparar el efecto de un fertilizante en diversos experimentos o condiciones ambientales.

También la eficiencia - transformada a valores monetarios - debería utilizarse para definir las cantidades económicamente óptimas de fertilizante en vez del concepto generalmente utilizado de utilidad marginal, concepto que conduce frecuentemente a valores reñidos con la realidad agronómica. (Figura 1).

Rendimiento
gg/ha

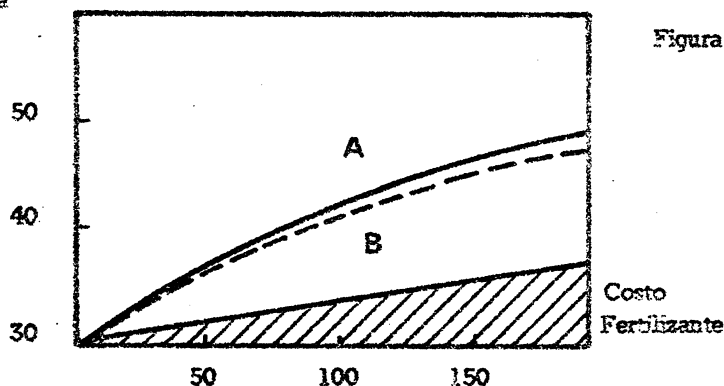


Figura 1: Dos curvas cuadráticas estimativas de rendimiento, calculadas según datos de un mismo ensayo de campo.

Dosis de N económicamente óptima
(según utilidad marginal):

Según A : 266 kg/ha

Según B : 450 kg/ha

Diferencia: 192 kg/ha

FUENTE: H. TEJEDA "Análisis cuantitativo del uso económico de fertilizantes", 1966.

EFICIENCIAS

kg grano/kg N

	DOSIS N			
	50	100	150	200
Curva A	14	13	12	10
Curva B	12	11,5	11	9

\$ obtenidos/\$ invertidos

	DOSIS N			
	50	100	150	200
Curva A	3,5	3,25	3,0	2,5
Curva B	3,0	2,88	2,66	2,25

Los factores que influyen en mayor grado sobre la eficiencia son los siguientes:

- Potencial de rendimiento
- Dosis de fertilizante
- Nivel del nutriente respectivo, en forma aprovechable, en el suelo.
- En el caso de P y K , capacidad del suelo para competir con la planta por estos elementos.

En el Cuadro 3 se indica la eficiencia del Nitrógeno obtenida en un grupo de ensayos efectuados en la precordillera de la VII Región y a un nivel de aplicación de 175 kg de N por ha. Puede apreciarse el gran efecto que sobre la eficiencia tienen el potencial de rendimiento (R.M.) y contenido inicial de N asimilable en el suelo.

Cuadro 3: Eficiencia de la aplicación de 175 kg N/ha.

Promedios de 37 ensayos en la precordillera VII Región. kgs. grano/kgs. N.

R. M.	N. INIC. EN EL SUELO p.p.m.		
	0 - 30	30 - 40	40
0-38	13,1	4,6	6,3
38-48	18,1	14,3	6,3
48	18,5	14,3	8,6

FUENTE: PROYECTO INIA-FAO, SUELOS.

Sería muy interesante disponer de un estudio comparativo de la eficiencia de los fertilizantes con diversos niveles de los factores indicados más arriba. A falta de ello, y sólo como una información general, se incluyen en el Cuadro 4 una serie de valores de eficiencia encontrados en diversos grupos de ensayos de Chile y otros países.

Cuadro 4: Algunas eficiencias de N y P_2O_5 obtenidas en diversos grupos de ensayos. kgs grano/kgs. fertilizante

NITROGENO		FOSFORO (P_2O_5)
Precordillera VII Región		VII Región, suelos pobres en P, con 120 kg P_2O_5 /ha 8,8
Bajo N en el suelo, con 150 kg N/ha	13 a 18,5	VII Región, suelos pobres en P, con 240 kg P_2O_5 /ha 4,7
Bajo N en el suelo, con 300 kg N/ha	9 a 10,1	Zona Central (Noreste)
Zona Central		con 68 kg P_2O_5 /ha 13
con 45 kgs N/ha	22	con 135 kg P_2O_5 /ha 12,5
con 90 kgs N/ha	16	Precordillera VII Región,
IX Región, trigo de primavera con 40 kg N/ha	15,6	con 200 kg P_2O_5 /ha 8,9
Grecia		con 400 kg P_2O_5 /ha 5,2
Rendimientos medios, con 60 kgs N/ha	17,7	IX Región, Trumaos,
Rendimientos medios, con 120 kgs N/ha	14,7	con 100 kg P_2O_5 /ha 11,4
Kentucky		Diversos trumaos,
Rendimientos de 15 qq/ha con 120 kgs N/ha	4 a 10	con 175 kg P_2O_5 /ha <u>no localizados</u> 1,1 a 8,4
México, riego		Rojos y Graníticos,
Rendimientos de 50 a 60 qq/ha		con 175 kg P_2O_5 /ha <u>no localizados</u> 2,8 a 15,1
con 75 kgs N/ha	29 a 37	
con 300 kgs N/ha	12	

Diagnóstico de las necesidades de fertilizantes.

En Chile, el diagnóstico de las necesidades de fertilizantes para el trigo con propósitos de extensión o asesoría técnica se hace por medio de:

- aplicación juiciosa de los resultados experimentales dentro del área de influencia de cada Estación Experimental.
- uso de análisis de suelo, previamente calibrado en series experimentales de campo. Existe actualmente una tendencia a recalibrar las cifras analíticas de acuerdo con los rendimientos potenciales.

En el caso del trigo, tanto el análisis de nitrógeno como el de fósforo han demostrado ser útiles para "mejorar la puntería" en las recomendaciones, especialmente en los casos extremos de suelos muy provistos o muy pobres en el nutriente respectivo.

No obstante lo anterior, si se comparan las calibraciones de diversas regiones sobre una base común, pueden observarse diferencias notables, aún en el caso de que se utilicen las mismas técnicas analíticas, como puede observarse para el Nitrógeno en el Cuadro 5.

Cuadro 5: Cantidad de nutrientes en el suelo necesaria para obtener el 50 o/o y el 75 o/o del rendimiento máximo.

INVESTIGADOR	REGION Y SUELO	METODO	p.p.m. Necesarias para	
			50 o/o	75 o/o
A. Norero	V, VI y Metrop. suelos aluviales	NO_3 , 0-30 cm	16	41
R. García M. Gandarillas	V, VI y Metrop. suelos aluviales	$(\text{NO}_3 + \text{NO}_2 + \text{NH}_4)$, 0-20 cm	12	19
R. Bernier C. Sierra	X, Trumao trigo de primavera	$(\text{NO}_3 + \text{NO}_2 + \text{NH}_4)$, 0-20 cm	16	33
R. Bernier C. Sierra	X, rojos, trigo de invierno		14	22

Para el fósforo, un cuadro similar, señalaría diferencias aún más marcadas entre las diversas zonas, no obstante que todas utilizan la misma técnica de extracción (Olsen). Estas diferencias podrían provenir de características diversas de los suelos, de modificaciones al método analítico original o de calibraciones defectuosas. En todo caso, se hace necesario un estudio conjunto entre las diversas regiones que permita precisar el origen de estas diferencias.

Interacciones.

La interacción entre 2 elementos nutritivos es siempre positiva cuando uno o ambos están en déficit y esta interacción es mayor cuanto menor es el nivel en que se encuentren estos elementos en el suelo (Figura 2).

En general, factores de la producción que no sean mutuamente reemplazables dan también origen a interacciones positivas. Es así, como la acción de los fertilizantes se ve reforzada cuando otros elementos del manejo del cultivo se efectúan correctamente.

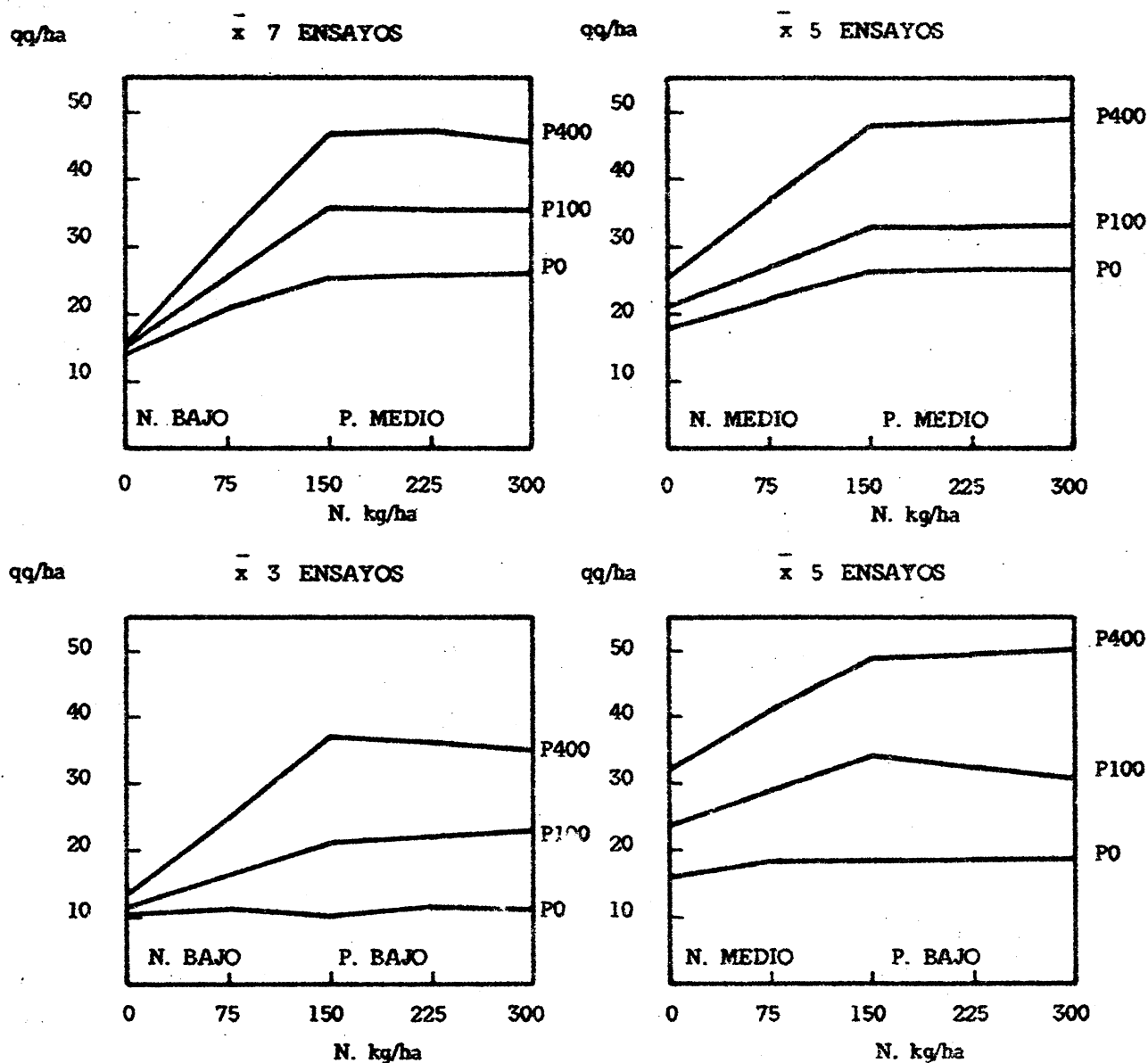


Figura 2: Interacción N x P en cuatro grupos de ensayos en suelos de distintos niveles de N y P aprovechables. Precordillera VII Región.

FUENTE: H. TEJEDA, N. RODRIGUEZ. (Proyecto Suelos INIA, FAO)

El Cuadro 6 señala el gran efecto que se obtiene del uso adecuado de nitrógeno, fósforo y herbicidas cuando el agricultor utiliza una variedad de alto potencial en comparación con el modesto efecto que obtiene cuando sigue utilizando las variedades tradicionales.

Cuadro 6: Efectos de la adición no restringida de N, P y herbicidas (H) a siembras de agricultores, qq/ha.

	VARIEDADES TRADICIONALES 3 ENSAYOS	VARIEDADES MODERNAS 3 ENSAYOS	AGRICULTOR AVANZADO 1 ENSAYO
Rendimiento Agricultor	24,3	20,0	49,5
Efecto de N	6,1	9,4	- 1,2
Efecto de P	- 1,6	6,7	- 0,1
Efecto de H	- 1,8	2,4	1,4
Rendimiento Agricultor + N P H	27,0	38,4	49,6

FUENTE: E. LETELIER y M. Mc. MAHON.

"DEFICIENCIAS TECNOLOGICAS EN EL CULTIVO DEL TRIGO". 1982.

Las Figuras 3 y 4 son también ejemplos de importantes interacciones obtenidas combinando la acción de los fertilizantes con otros factores de la producción.

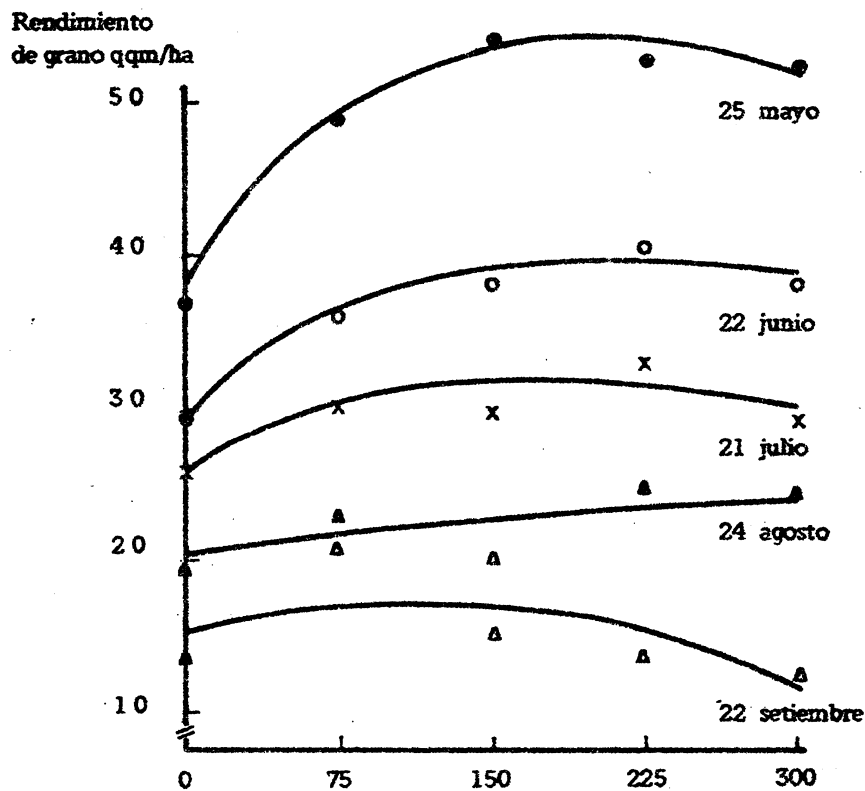


Figura 3: Respuesta a cinco dosis de nitrógeno en cinco épocas de siembra. Graneros 1981/82.

FUENTE: N. RODRIGUEZ. Informe Técnico INIA 1981-82.

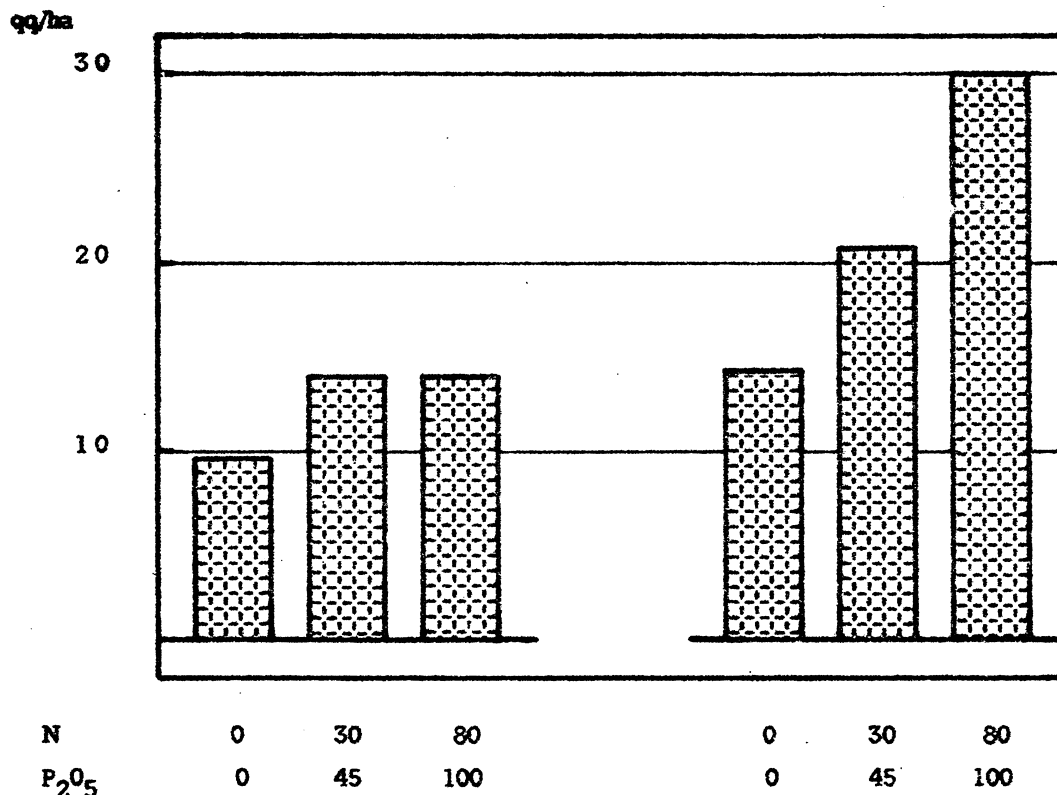


Figura 4: Interacción N x humedad en suelos graníticos VII Reg., secano interior.
FUENTE: M.MELLADO, C.ROJAS. 1er. Simposio Nac. de Triticale, Santiago, 1978.

Las interacciones negativas entre fertilizantes y otros factores de la producción son menos frecuentes que las positivas. En la Figura 5 puede observarse un caso de interacción negativa entre aplicación de cal y de fertilizante fosfatado.

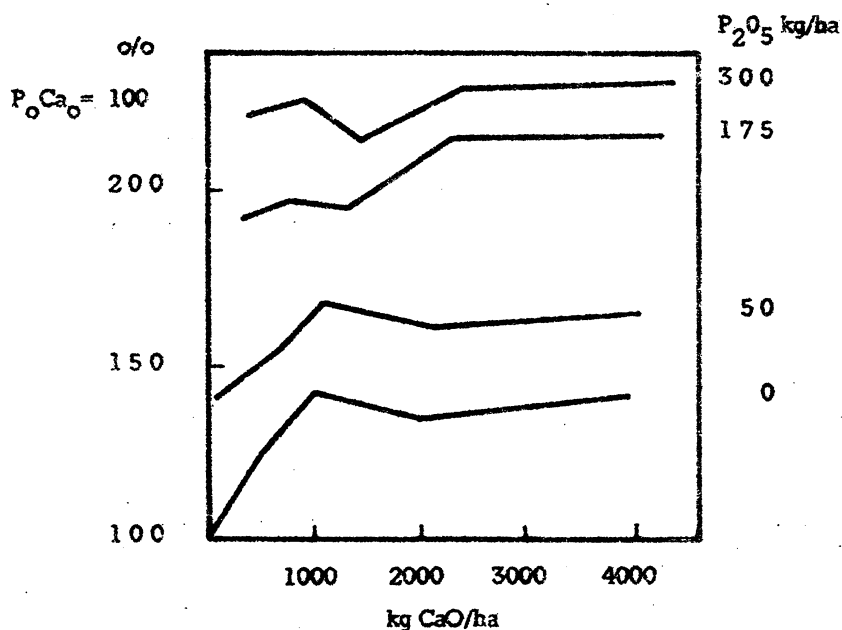


Figura 5: Efecto de la interacción P x Ca
Suelo rojo. \bar{x} de tres años.

FUENTE: E.LETELIER, Agr.Tecn. 1953.

Una explicación posible de este efecto es que la cal produce una liberación del fósforo bloqueado en el suelo del orden de 50 kgs de P_2O_5 /ha y ello hace disminuir el efecto de P cuando está acompañado de un encalado.

La Figura 6 ilustra una interesante interacción entre Nitrógeno y dosis de semilla: con dosis moderadas de N se obtiene la esperada interacción por la entre 2 factores complementarios de la producción. Pero, a dosis altas de N, la competencia entre plantas es excesiva y el sinergismo se anula, e incluso se transforma en interacción negativa cuando la dosis de semilla es muy alta.

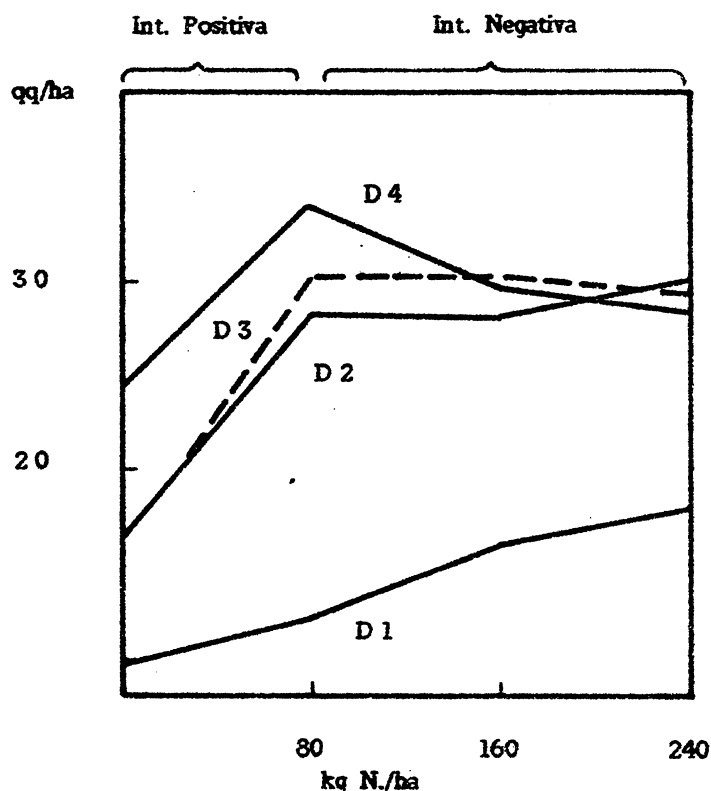


Figura 6: Interacción N x Dosis de Semilla.

FUENTE: J.M.LARA, Tesis Univ.Concepción
Dirigida por N.RODRIGUEZ.

TECNOLOGIA DEL USO DE FERTILIZANTES

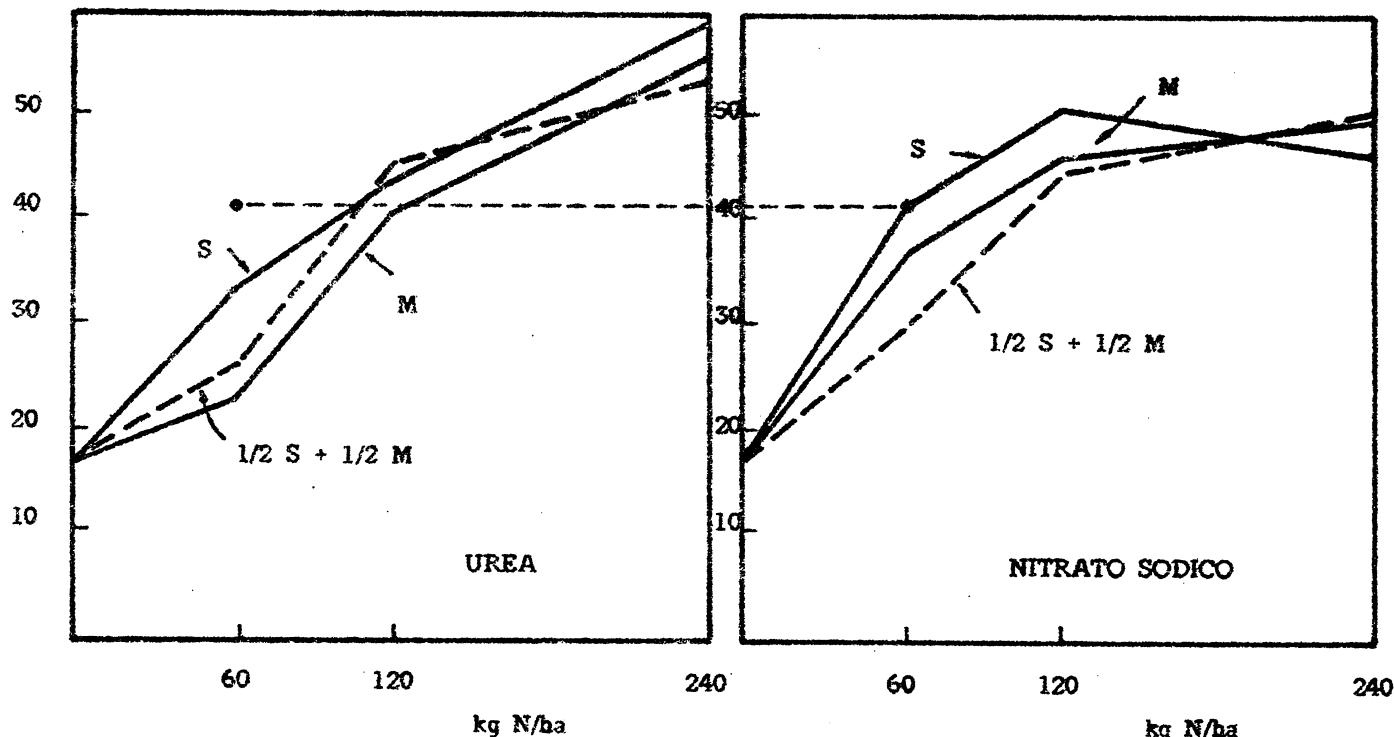
Dentro de los problemas de tecnología del uso de fertilizantes que se han abordado figuran, especialmente:

Parcialización de las dosis de fertilizante nitrogenado.

La gran pluviosimetría invernal que se presenta en el territorio agrícola chileno ha inducido a la ejecución de numerosos ensayos de parcialización de la dosis de fertilizante, con objeto de evitar pérdidas por lixiviación. Sin embargo, los resultados de la mayoría de estos ensayos, por lo menos dentro de dosis normales de fertilización, no señala una ventaja evidente de la parcialización con respecto a la aplicación de una sola vez, con la siembra o durante la macolla.

Analizando ensayos específicos es posible encontrar resultados interesantes, aunque de interpretación difícil, como es el indicado en la Figura 7. Se podría suponer, en este caso que, hasta una dosis de 120 kg N/ha, la mejor forma de aplicación fue la totalidad con la siembra; esta forma habría asegurado la concentración necesaria del nutriente en los primeros estados de desarrollo en las que la raíz no tiene un desarrollo suficiente que permita a la planta sustituir dicha concentración por un volumen importante de abastecimiento. Sobre los 120 kg de N/ha se habría manifestado el fenómeno de lixiviación, el que afecta especialmente al fertilizante de mayor movilidad. Por otra parte, el nitrato sódico habría sido más eficaz que la urea en dosis moderadas.

qq/ha



S = SIEMBRA

M = MACOLLA

Figura 7: Fuentes de N x Epocas de aplicación de N en trigo. Provincia de Arauco. Rendimientos qq/ha

FUENTE: C.ROJAS, Informes Técnicos. Est.Exp.Quilamapu.

Comparación de fertilizantes nitrogenados

Las comparaciones entre urea y nitrato sódico han sido numerosas y, en general, ellas señalan una eficiencia similar para ambos fertilizantes. Sin embargo, en condiciones especiales, este resultado puede variar como lo indica el caso ilustrado en la Figura 8. En el suelo más ácido, la urea ha intensificado temporal y localmente la acidez, hasta provocar un daño en el cultivo.

Comparación de fertilizantes fosfatados

Se han efectuado numerosas comparaciones de abonos fosfatados en trigo. Aunque los resultados son variables, en general, ellos confirman la experiencia universal, en el sentido de que los fosfatos solubles al agua o al citrato de amonio tienen un efecto inmediato superior a las de menor solubilidad en estas disolventes (fosforitas, guanos, etc.). El fosfato de amonio, colocado en el surco de siembra es, a menudo, perjudicial en dosis altas, especialmente si el suelo está muy seco al momento de la siembra (Figura 9).

Localización de los abonos fosfatados

La localización de los fosfatos es, tal vez, más importante en Chile que en otros países debido a la abundancia de andosoles. En dichos suelos, los fosfatos pierden gran parte de su eficacia si son voleados e incorporados. El trigo, relativamente a otros cultivos (remolacha, colza) no presenta este problema en forma demasiado crítica. Sin embargo, tanto en andosoles como en otros suelos, se observa en este cultivo, un mejor efecto del fertilizante cuando es localizado cerca de la semilla (Figura 10).

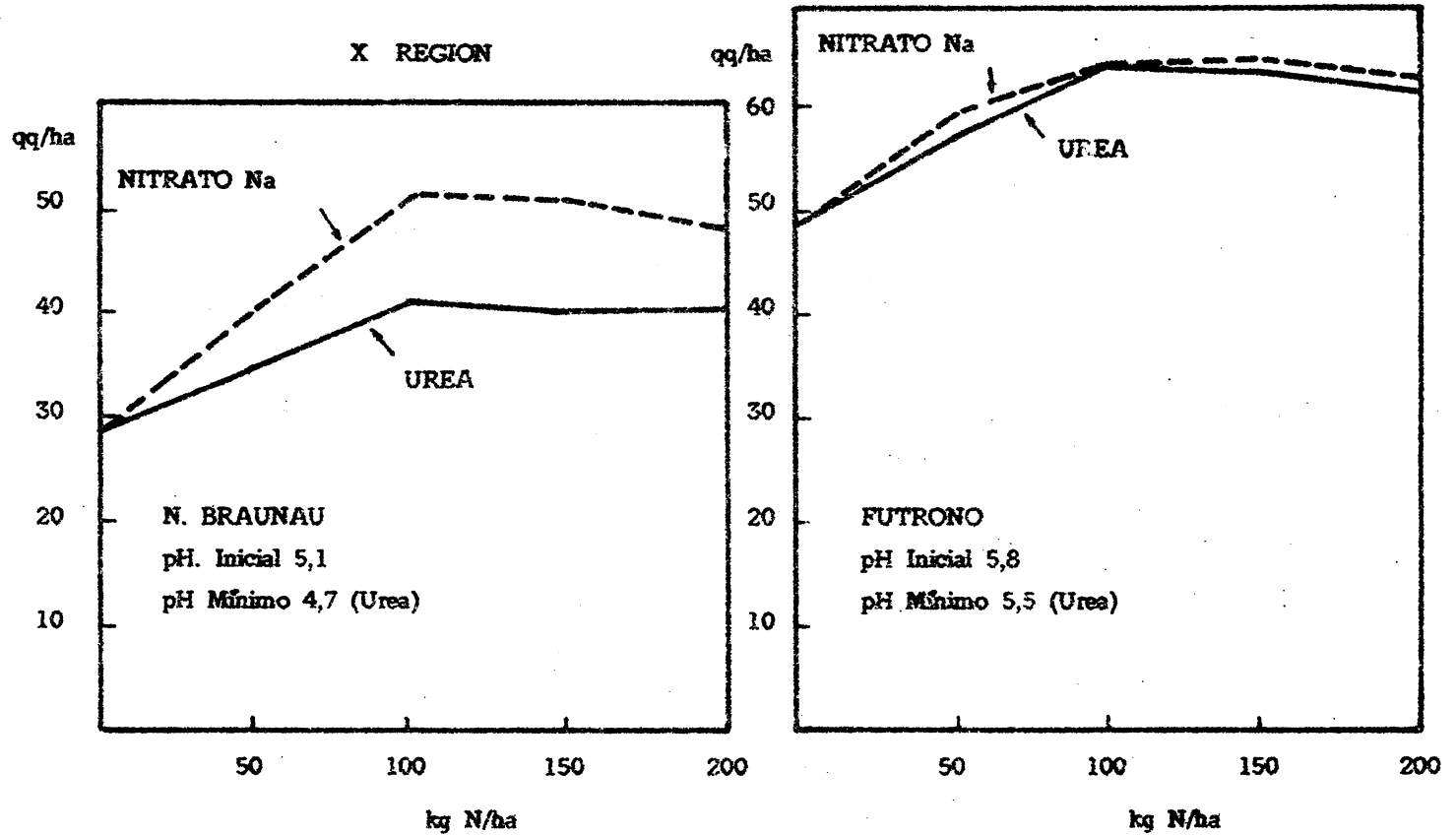


Figura 8: Comparación de urea y nitrato sódico en dos condiciones de acidez.

FUENTE: J.RODRIGUEZ, H.SILVA. "Urea o salitre sódico". Rev. del campo 18/7/82.

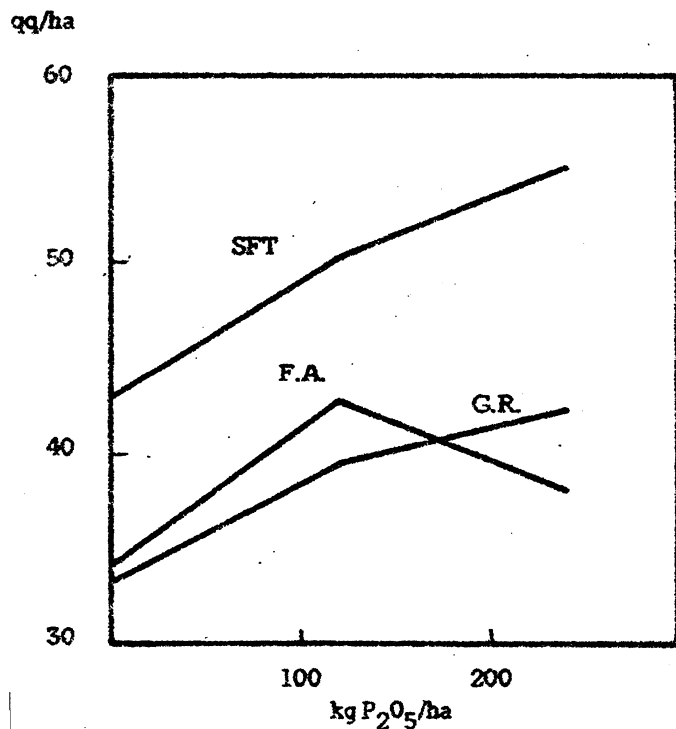


Figura 9: Comparación de fosfatos en un trunao 10a. Región.

FUENTE: C.SIERRA, Informes Técnicos. Est. Exp. Remehue.

pH del suelo 5,5
pH en la línea de siembra

	13/X	1/XII
SFT	5,5	5,1
F.A.	5,2	5,6

SFT : Superfosfato triple

F.A. : Fosfato diamónico

G.R. : Guano rojo

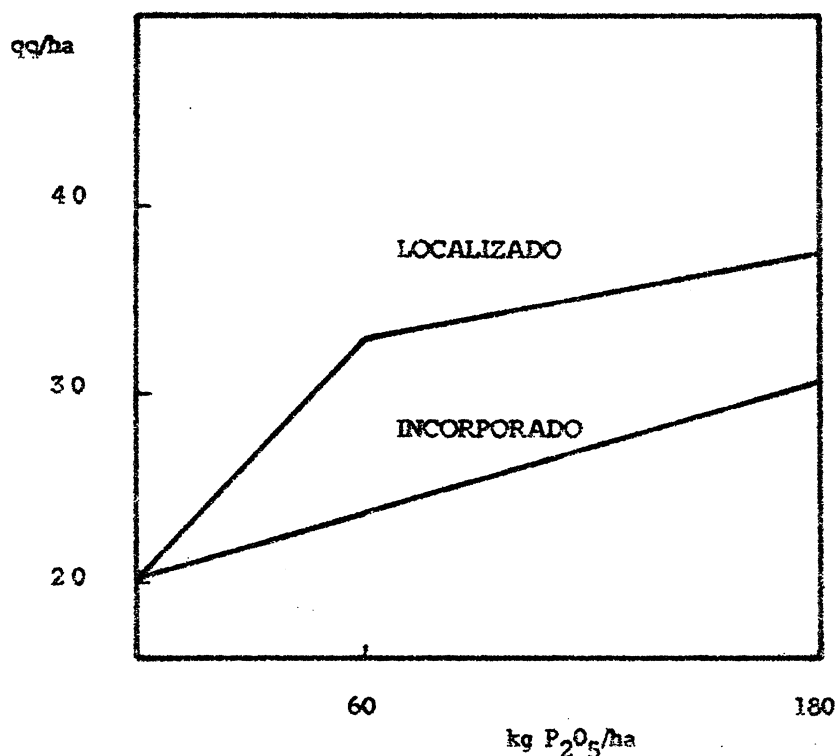


Figura 10: Efecto de la localización del fertilizante fosfatado en una terraza marina (Arauco)

FUENTE: C. ROJAS, Informe Técnico.
Est. Exp. Quilamapu. 1979/80.

Ensayos permanentes de fertilizantes.

La fertilidad del suelo es un fenómeno en el cual el factor tiempo es determinante. Acciones tales como la lixiviación de los nitratos, fijación biológica del nitrógeno, fijación de los fosfatos, saturación del complejo coloidal, residualidad, etc. sólo se manifiestan en su dimensión apropiada en los ensayos de largo plazo. En Chile se ha verificado pocos ensayos de fertilizantes de carácter permanente o de largo plazo y, menos aún, ensayos permanentes en los que intervenga el trigo. Pero esos pocos ensayos confirman claramente el gran interés de este tipo de experimentos.

En la Figura 11 se observa como, no sólo el fósforo, sino también el abono nitrogenado, puede tener un notable efecto residual.

El Cuadro 7 proviene de un ensayo de larga duración en el que se comparan el efecto de dosis de fertilizante en suelo desinfectado anualmente con bromuro de metilo y sin desinfectar. Puede apreciarse que al comenzar este ensayo la interacción entre ambos factores era netamente positiva. Con el tiempo, el monocultivo sin desinfectar ha ido aumentando sus rendimientos, lo que es atribuible a un control biológico de los parásitos radiculares. Al mismo tiempo, la interacción se ha hecho ligeramente negativa, reflejando posiblemente la liberación de nitrógeno asimilable que comunmente produce la desinfección del suelo.

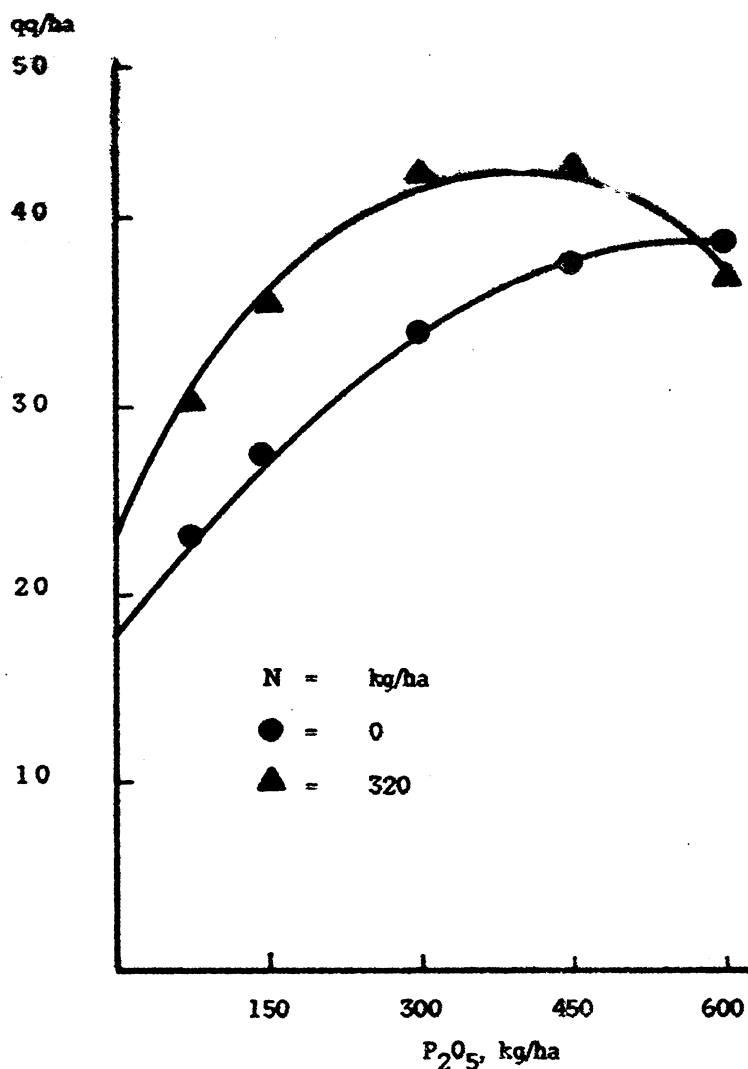


Figura 11: Efecto residual sobre el trigo de fertilizantes aplicados al cultivo anterior (remolacha)

FUENTE: N. RODRIGUEZ.

Informe Técnico.

Est. Exp. Quilamapu. 1982/83

Cuadro 7: Interacción fertilización x desinfección del suelo en un monocultivo de trigo. Rendimientos qq/ha.

TRATAMIENTOS	\bar{x} TRIENIO	\bar{x} TRIENIO	Efecto de la fertilización	
	67/68/69	76/77/78	67/68/69	76/77/78
Desinfectado - sin fertilizar	33,4	26,3		
Desinfectado - fertilización alta	51,7	44,9	18,3	18,6
Sin Desinfectar - sin fertilizar	15,6	18,4		
Sin desinfectar - Fertilización alta	27,6	40,7	12,0	22,3
Efecto interacción			6,3	- 3,7

FUENTE: M. MARTINEZ, E. LETELIER, AGRIC. TECN. 1981.

TEMA II

ROTACIONES

ARGENTINA



2.1 LA ROTACION DE CULTIVOS Y SU RELACION CON EL TRIGO EN LA REGION PAMPLANA HUMEDA ARGENTINA

CARLOS SENIGAGLIESI *

En este informe se hará referencia dentro de la región pampeana a la zona denominada húmeda, con 700 a 950 mm. de precipitación anual aproximadamente.

INTRODUCCION

En forma general, en esta región se ha practicado una rotación de cultivos agrícolas con pasturas perennes de especies de leguminosas (alfalfa, tréboles) y diversas gramíneas. Usualmente, la duración de las praderas es de 4 a 5 años, aunque puede prolongarse por más tiempo, considerándose en ese caso como un campo natural. Además de la duración, la composición de la pradera también es muy variable dependiendo no solamente de las especies sembradas sino también del manejo de la misma.

El sobrepastoreo es la causa de la extinción de las leguminosas. También el control de malezas es deficiente y en los últimos años de la pradera predominan malezas perennes, como Cynodon dactylon.

La duración del ciclo agrícola es muy variable, dependiendo del lugar y del tamaño de las explotaciones. Desde una duración de similar longitud entre el ciclo agrícola y el ganadero, en las zonas con suelos de menor aptitud o de establecimientos de grandes superficies, hasta una secuencia de una duración dos o tres veces mayor de la agricultura sobre la ganadería en predios pequeños y en áreas con predominancia de las actividades agrícolas.

En los últimos años existe una tendencia a la intensificación de la producción de granos, por lo que existe un alargamiento del ciclo agrícola y en muchos casos su realización en forma permanente, sin rotación con praderas.

En la situación de alternancia con pasturas, sobre todo en la parte norte de la zona húmeda, el trigo se lo coloca luego de algunos años sucesivos de maíz o sorgo, cultivos éstos que presentan un mayor potencial de rendimiento y pueden aprovechar muy bien las buenas condiciones de fertilidad y estructura que deja la pastura. El trigo es sembrado fundamentalmente sobre cultivos de verano, como el maíz, la soja, el girasol o el sorgo. En la parte sur, es común la siembra de trigo sobre trigo, siendo frecuente también que el girasol sea el cultivo anterior. En el caso de la siembra sobre cultivos de verano, la duración del barbecho es en general escasa, máxime si el rastrojo es aprovechado mediante pastoreo de animales.

El girasol y el maíz son los cultivos de verano que posibilitan un barbecho más prolongado siempre que la cosecha sea temprana y el pastoreo breve a inexistente. La soja, por ser en gran parte de segunda, se cosecha en mayo o junio dejando un escaso margen para el laboreo anticipado. En el caso de la reiteración de trigo, es el aprovechamiento prolongado del rastrojo mediante el pastoreo la causa de la iniciación tardía del barbecho.

LABOR EXPERIMENTAL

Los estudios sobre rotaciones de cultivos son escasos en comparación con otros aspectos de la técnica cultural. En la E.E.R.A. del INTA de Marcos Juárez, Cba., (3), se condujo durante 13 años (1960 a 1972), un ensayo para evaluar el efecto de la alfalfa. Este ensayo tuvo 5 repeticiones en el tiempo, iniciando

* Ing.Agr., Técnico de la E.E.R.A. INTA, Pergamino.

se el primer año con la siembra de 5 parcelas con alfalfa y 1 con trigo en el monocultivo. Al año siguiente se inició otro ciclo, rotando una parcela de alfalfa para sembrar trigo en la primera repetición y así sucesivamente.

Se dispone de información sobre el efecto de la alfalfa sobre el suelo, siendo los principales resultados que la alfalfa aporta importantes cantidades de materia orgánica y de nitrógeno siempre que se la mantenga por lo menos 3 años y que la duración del ciclo del trigo no sea por más de 5 años. (Cuadro 1).

Cuadro 1: Aporte de materia orgánica y nitrógeno de la alfalfa. E.E.R.A. Marcos Juárez.

Duración de la alfalfa (años)	Incremento de M.O. (kg/ha)	Incremento de N (kg/ha)
2	1.000	85
3	5.000	355
4	15.000	765
5	20.000	1034

En Balcarce, Bs.As. (1) el agrupamiento de los ensayos con fertilizantes según el tipo de rotación de cada lote, muestra una reducción de los rendimientos a medida que predominan los cultivos de verano y además aumentan las respuestas al agregado de fertilizante nitrogenado (Figura 1)

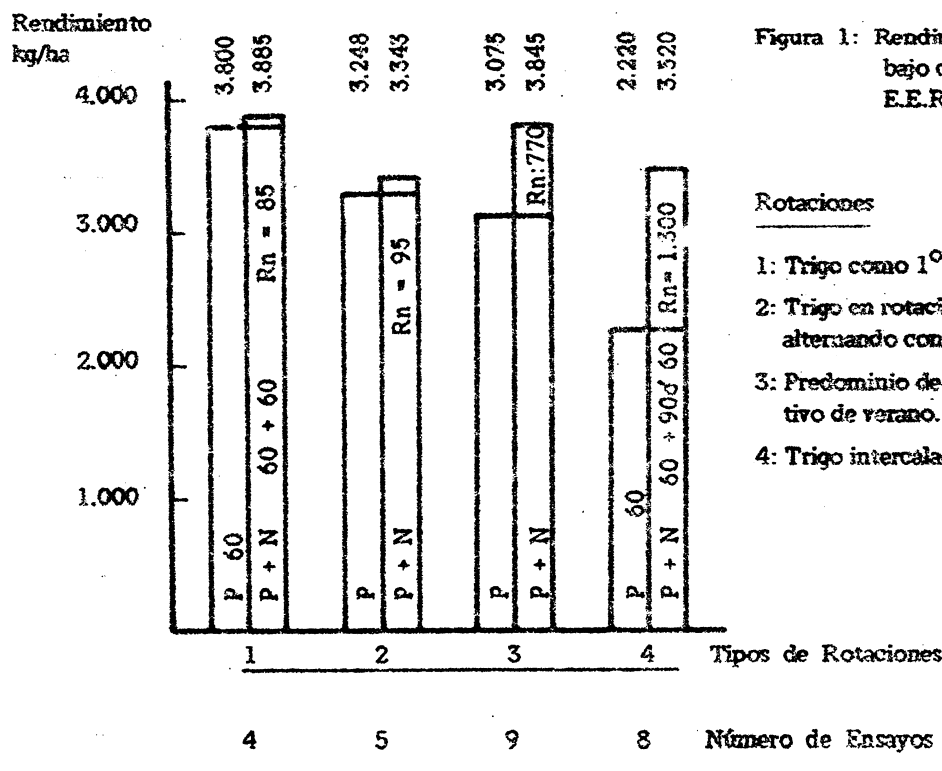


Figura 1: Rendimientos de trigo y respuesta a nitrógeno bajo distintos tipos de rotaciones. E.E.R.A. Balcarce.

Rotaciones

- 1: Trigo como 1° o 2° cultivo sobre pradera.
- 2: Trigo en rotación con predominio de cereales de invierno, alternando con descanso de 1 ó más años.
- 3: Predominio de cultivo de invierno intercalado con 1 cultivo de verano.
- 4: Trigo intercalado con cultivos de Escarda.

En Pergamino, Bs.As. (9), la longitud del ciclo agrícola también influyó negativamente sobre el rendimiento del trigo sin fertilizantes e incrementó la respuesta al agregado de nitrógeno (Cuadro 2).

Cuadro 2: Rendimiento del trigo en función del número de años de agricultura continua y su relación con la respuesta al fertilizante nitrogenado (E.E.R.A. Pergamino).

kg/N/ha	< 10 a. a. c. (9 ensayos)	> 10 a. a. c. (13 ensayos)
0	2706	2142
30	3025	2696
60	3257	3001
90	3346	3150
120	3342	3113

En Paraná, Entre Ríos, (8), el trigo en rotación con pasturas (sembrado luego de maíz y lino), produjo en promedio un 36 o/o más que en monocultivo de trigo (Cuadro 3).

Cuadro 3: Rendimiento del trigo en relación al uso anterior del suelo. E.E.R.A. Paraná.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO (kg/ha)
Trigo rotación	2990
Trigo moha	1800
Trigo quema	1905
Trigo continuo	2060

Respecto a estudios sobre secuencias de cultivos y la evaluación de cual es el antecesor más favorable para el trigo, en casi todas las Estaciones Experimentales de la zona, se dispone de alguna información, por ejemplo en Rafaela, Sta. Fé, (4) se comparó sobre granífero, forrajero y maíz como antecesores del trigo en lotes de alta y baja fertilidad, obteniéndose poca diferencia entre ellos siempre que exista un período de barbecho de por lo menos 3 meses de duración.

Los bajos rendimientos obtenidos con baja fertilidad indican la conveniencia de no realizar la secuencia cultivos de verano-trigo en esa zona (Figura 2).

En Oliveros, Sta. Fé (2), se tiene información sobre diferentes secuencias de cultivos y el comportamiento del trigo con 0,50 y 100 kg de N/ha (Figura 3). Los mayores rendimientos de trigo fueron obtenidos cuando al trigo le precedieron las secuencias S-S; G-G; T/S-M; S-M; T/S-S; T/S-G y S-G. (S = soja; G = girasol; T = trigo y M = maíz) y la respuesta a N fue relativamente pequeña. Las secuencias M-M y T/T; M-T/S y G-T/S; produjeron menores rendimientos del trigo que las secuencias anteriores y mayor respuesta a la fertilización mientras que los rendimientos más bajos y la menor respuesta a la fertilización se produjo con la secuencia T/S - T/S. La disponibilidad de nitratos previo a la siembra de trigo se relacionó significativamente con los rendimientos del trigo (Figura 4). Los cultivos de cosecha más temprana como soja de primera o girasol, posibilitarían una mayor nitrificación; sobre T/S en cambio, la duración del barbecho fue mínima. Además, se notó un incremento en la población de malezas perennes, (Sorgo de Alepo), en las secuencias T-T y M-M y avena fatua en T/S - T/S, interfiriendo con las respuestas al agregado de fertilizante.

En Marcos Juárez, Cba., (6), en un ensayo de larga duración que combina cultivos, sistemas de labranza y dosis de fertilizantes nitrogenados se observa que sin fertilizantes, los mayores rendimientos se obtienen sobre soja de primera o sobre trigo, luego sobre maíz o trigo y soja de doble cultivo y finalmente sobre sorgo granífero.

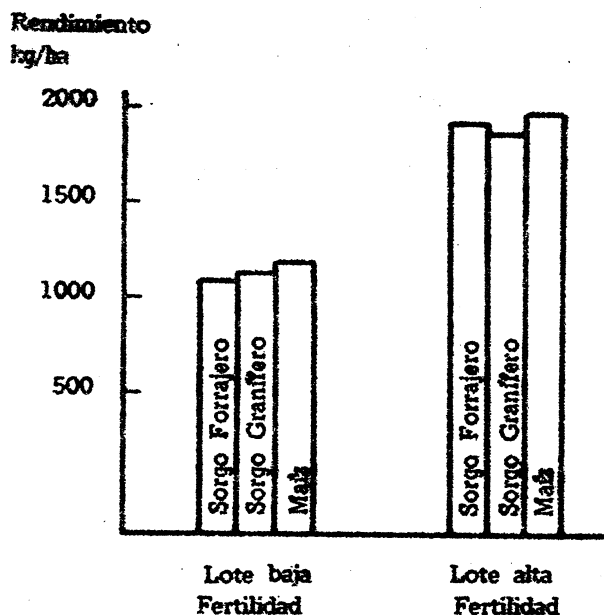
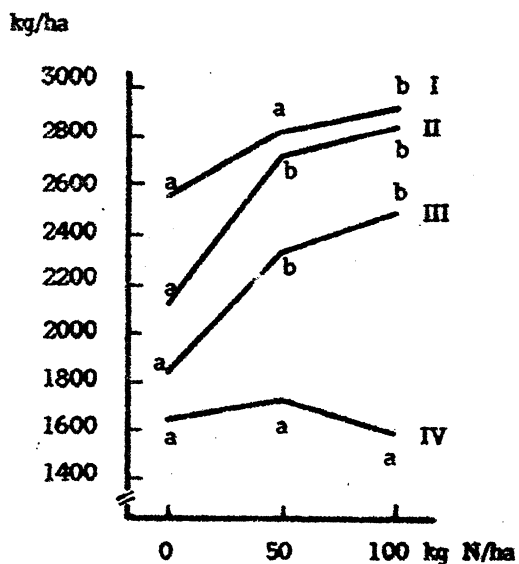


Figura 2: Rendimientos del trigo según cultivo antecesor del verano. (Promedio 1978/79 - 1980/81). E.E.R.A. Rafaela Sta.Fé.



CULTIVOS

I	II	III	IV
S - S	M - M	T - T	T/S - T/S
G - G		M - T/S	
T/S - M		G - T/S	
S - M			
T/S - S			
T/S - G			
S - G			

Figura 3: Cultivos antecesores de la producción de trigo. E.E.A. Oliveros.

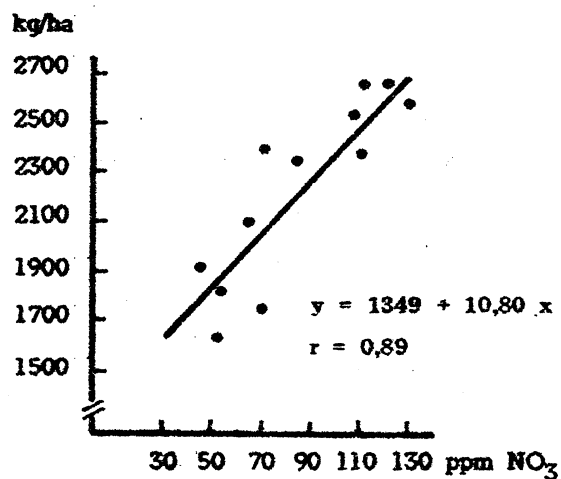


Figura 4: Relación entre el contenido de NO₃ (ppm) a la siembra de trigo y el rendimiento de grano (kg/ha) para el nivel 0 de N. E.E.A. Oliveros

Con fertilizantes, los rendimientos, tienden a igualarse, es decir, hay muy buena respuesta sobre sorgo y maíz y mucho menos sobre trigo o soja de primera. Sobre soja de segunda, los rendimientos y las respuestas son menores, siendo probablemente el agua la limitante para esa zona para el doble cultivo que se atenúa cuando se hace labranza reducida (Cuadro 4).

Cuadro 4: Rendimiento del trigo (kg/ha) sobre diferentes secuencias de cultivos. E.E.F. 2 de Marcos Juárez.
(\bar{x} de 5 años y 2 sistemas de labranzas).

SECUENCIAS	Nivel de nitrógeno (aplicado a macollaje)		
	0	40	80
Trigo - Trigo	2395	2494	2477
Maíz - Trigo	2098	2515	2564
Sorgo - Trigo	1772	2405	2622
Maíz - Soja - Trigo	2519	2665	2702
Maíz - Trigo - Soja	2181	2668	2688
Trigo - Soja	2237	2317	2308

En Pergamino, Bs.As. (9), se realizaron 2 ensayos, en lotes de alta y baja fertilidad natural, para evaluar diferentes secuencias de cultivos.

El sistema utilizado, cruzando la dirección de siembra de las secuencias T/S; A/S (A = arveja); permitió tener luego de dos años 16 alternativas distintas. Los rendimientos obtenidos (Cuadro 5), indican que el rendimiento del trigo resultó deprimido cuando el cultivo anterior era maíz. No se observó depresión del rendimiento cuando el antecesor fue trigo-soja y las distintas secuencias tuvieron efecto solo como cultivos antecesores, su efecto desapareció luego de un año de cultivo.

Cuadro 5: Rendimiento del trigo en relación al cultivo anterior. E.E.R.A. Pergamino: Año 1980.

Cultivos antecesores	Lote alta fertilidad		Lote baja fertilidad	
	1978/79	1979/80	1978/79	1979/80
Trigo / Soja	3325	3526	2391	2422
Arveja / Soja	3543	3996	2272	2565
Maíz	3593	2364	2362	1892
Soja lera.	3117	3702	2335	2503

También en esta región, agrupando los ensayos con fertilizantes según proveniga de maíz o sobre soja (10) los resultados muestran también un mayor rendimiento del trigo cuando proviene de soja que cuando proviene de maíz (unos 450 kg/ha) y que la respuesta a la fertilización nitrogenada es menor (Cuadro 6).

Cuadro 6: Rendimiento del trigo en función del nitrógeno aplicado según el cultivo anterior.
E.E.R.A. Pergamino, 1981.

kg/N/ha	Soja	Maíz
	(8 ensayos)	(14 ensayos)
0	2613	2236
30	2955	2773
60	3158	3076
90	3222	3235
120	3120	3257

Un aspecto relacionado con la rotación de cultivos es la longitud del barbecho. El anticipo en la preparación del suelo, produce beneficios en los rendimientos del trigo, especialmente cuando el suelo es de baja fertilidad. La información de la E.E.R.A. de Rafaela, Sta. Fé (5,7) muestran incrementos importantes cuando el laboreo del suelo se anticipa por lo menos 3 meses (Cuadro 7).

Cuadro 7: Rendimiento del trigo según la longitud del barbecho. E.E.R.A. Rafaela.

Duración del barbecho	Lote alta fertilidad		Lote baja fertilidad	
	1	2	1	2
Corto (1 mes)	1854	1712	1364	1373
Medio (3 meses)	2179	1986	2052	2036
Largo (6 meses)	2272	2393	2285	2403

Resultados similares se obtuvieron en Pergamino, Bs.As. (11), en el caso que el cultivo anterior era sorgo (Cuadro 8).

Cuadro 8: Rendimiento del trigo según la longitud del barbecho. E.E.R.A. Pergamino.

Duración del barbecho	Sobre Sorgo	Sobre Maíz
2 1/2 meses	3163	3212
1 1/2 meses	3050	2812
Sin barbecho	2665	3296

CONCLUSIONES

— El alargamiento excesivo de los ciclos agrícolas en la rotación con pasturas perennes y ultimamente la agricultura continúa produce efectos perjudiciales en el rendimiento del trigo cuando no se utilizan fertilizantes. La aplicación de nitrógeno y probablemente la mejora en los sistemas de labranzas puedan permitir mantener un sistema agrícola continuado sin deterioro en el rendimiento del trigo.

— De las diferentes secuencias de cultivos anuales que se practican en región pampeana, para las zonas de mayor precipitación la soja, aún de segundo cultivo, es mejor antecesor que el maíz reduciendo la necesidad de fertilizantes nitrogenados. En las zonas con menores precipitaciones, el doble cultivo continuado parecería perjudicar la producción del trigo siendo más favorables en ese caso, los cultivos de cosecha temprana, como el maíz, el girasol o la soja de primera, que no consumen agua durante el otoño.

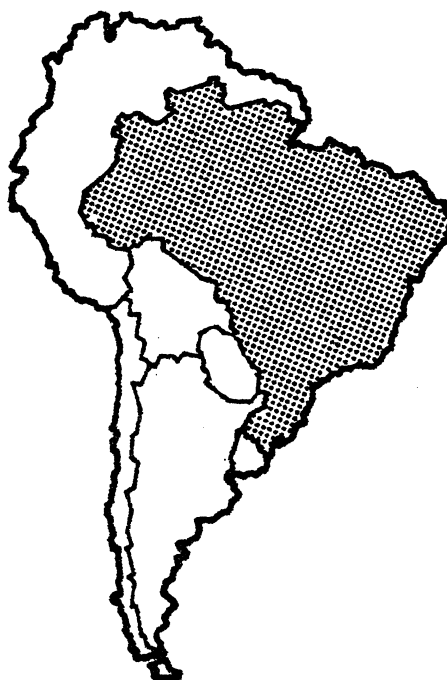
- El sorgo es un mal antecesor del trigo, deprimiendo los rendimientos por mala disponibilidad de nitrógeno. La fertilización o el laboreo anticipado mejora los rendimientos.

- El anticipo del laboreo, especialmente cuando no se usa fertilizantes, produce mejores rendimientos al promover una mayor nitrificación en el suelo. Esta práctica produce los mejores efectos en campos de baja fertilidad o con cultivos antecesores menos favorables como el sorgo.

REFERENCIAS

1. BERARDO, A. Algunas consideraciones sobre agricultura intensiva y su relación con el uso del nitrógeno. E.E.R.A. Barcarce, Informe dactilografiado, 22p. 1982.
2. BODRERO, M.; ALVAREZ, J. y LEGUIZAMON, E. Efecto de algunas secuencias de cultivos sobre la producción de trigo. E.E.A. Oliveros. Informe preliminar N° 10, 1982.
3. BONEL, J.A.; PURICELLI, C.A.; CABRINI, E. y WEIR, E. Influencia de la alfalfa sobre la fertilidad nitrogenada del suelo en la Pampa Húmeda. en Actas de la IX Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo. Tomo II. 749-757. Paraná, 1980.
4. GAMBAUDO, S.; MORESCO, R. y VIVAS, H. Comportamiento del trigo sobre cultivos de verano. en Reunión Anual de Información Técnica para Productores 55-57. E.E.R.A. Rafaela, 1981.
5. GAMBAUDO, S.; MORESCO, R. y VIVAS, H. Importancia del barbecho para el cultivo del trigo. Reunión Anual de Información Técnica para Productores 131-132. E.E.R.A. Rafaela. 1979.
6. LATTANZI, A. E.E.R.A. Marcos Juarez. Comunicación Personal.
7. MORESCO, R.; GAMBAUDO, S. Importancia del barbecho para el cultivo del trigo. en Reunión anual de Información Técnica para productores 49-50. 1980.
8. NANI, L.A. E.E.R.A. Paraná. Comunicación Personal.
9. SENIGAGLIESI, C.; GARCIA, R.; TEVES, R. y MEIRA, S. Evaluación de algunas secuencias de cultivos agrícolas en Pergamino (Bs.As.) E.E.R.A. Pergamino, 1982. (Informe técnico, en prensa).
10. SENIGAGLIESI, C. Informe anual plan N° 13:1846 ; 1982. E.E.R.A. Pergamino. Datos no publicados.
11. SENIGAGLIESI, C; GARCIA, R. Efecto del anticipo den la preparación del suelo para la siembra del trigo en 9 de julio (Bs.As.) E.E.R.A. Pergamino. Carpeta de Producción Vegetal. Tomo II. Serie Trigo. Información N° 13. 1979.

BRASIL



2.2. ROTAÇÃO DE CULTURAS ENVOLVENDO TRIGO NO SUL DO BRASIL

LUIZ RICARDO PEREIRA *

INTRODUÇÃO

O trigo, introduzido pelos portugueses na Capitania de São Vicente, região onde se situa hoje o estado do São Paulo, se expandiu por várias regiões do País. Em 1631, a triticultura brasileira sofreu o primeiro impacto, provocado pelo aviltamento do preço, imposto por comerciantes de São Paulo e Santos. Em 1775, entrou em decadência na região de São Paulo.

No Rio Grande do Sul foi introduzida em 1737, por colonos vindos dos Açores, passando a constituir-se na principal cultura do Sul do País, seguida pelas do milho, feijão, mandioca e arroz. Em 1795, iniciaram-se as exportações do cereal, cujo cultivo crescia de importância ano após ano.

Por falta de cultivares resistentes às ferrugens, a cultura do trigo no Brasil, em 1811 foi quase por completo destruída e, em consequência, os plantios foram significativamente reduzidos, o que provocou a escassez do produto e a necessidade de importação de farinha para o abastecimento interno. Somente em 1857 houve autorização oficial para a importação de sementes de novas variedades.

Estudos para melhorar a produção de trigo foram iniciados após a Proclamação da República, com a instalação de três estações experimentais no Rio Grande do Sul. Contraiu-se, naquela época, um geneticista de renome para selecionar variedades resistentes às doenças e adaptadas ao meio.

Após a I Grande Guerra, o trigo passou a ser objeto de medidas concretas por parte de órgãos governamentais. Em 1919 foram criadas as estações experimentais de Alfredo Chaves (hoje Veranópolis), no Rio Grande do Sul e de Ponta Grossa no Paraná. O evento marca o início do processo de criação de uma tecnologia brasileira para o trigo. Nos últimos anos da década de trinta, além de montar uma cadeia de estações experimentais, o governo passou a estabelecer incentivos financeiros para o cultivo do cereal.

Em 1944, instituiu no Ministério da Agricultura o Serviço de Expansão do Trigo (SET). Em 1945 criou, na cidade de Pelotas (RS), o Instituto Agronômico do Sul (IAS), posteriormente transformado no Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuária do Sul (IPEAS), hoje absorvido pela EMBRAPA.

* Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo-EMBRAPA, caixa postal 569, 99100 - Passo Fundo, RS. Brasil.

II. SITUAÇÃO DA CULTURA

Nos últimos tempos, o setor tritícola vem causando apreensões, motivadas, de um lado pelas frustrações das lavouras no Sul do País, e de outro, pela constante elevação dos níveis de consumo, daí se originando a necessidade de importações, cada vez mais volumosas, para atender à demanda interna.

Indiscutivelmente, as condições agroclimáticas da região tradicional de trigo do Brasil (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Centro Sul do Paraná) são mais difíceis do que as observadas nas grandes regiões produtoras do mundo. Por efeito, as variedades de trigo introduzidas de outros países não oferecem os mesmos rendimentos registrados em suas áreas de origem, onde especialmente as condições de solo e clima são bem diferentes. No entanto, apesar desses problemas, em comparação com as demais áreas produtoras do Brasil, em termos de facilidades ecológicas de produção, esta região somente é superada pela Região do Brasil Central, onde a triticultura só poderá ser desenvolvida com o auxílio de irrigação, requerendo grandes investimentos e, pelo menos, a curto prazo, com abrangência de área relativamente pequena. Daí há necessidade da pesquisa buscar com urgência tecnologia que permita estabilizar as produções alcançadas nos anos mais favoráveis e a médio prazo obter, para o país, a tão almejada auto-suficiência desse importante cereal.

Como podemos verificar nos gráficos 1 e 2 com a expansão do cultivo e o aparecimento epidêmico de várias moléstias o trigo tem, periodicamente, sofrido frustrações (Safras 1972, 1975, 1977 e 1979) que, necessitam ser minimizadas.

As causas principais da baixa produtividade da lavoura brasileira têm sido creditada às pragas e doenças - estas em função direta dos fenômenos meteorológicos adversos -, especialmente no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Centro-Sul do Paraná. Também a baixa fertilidade da maior parte dos solos brasileiros, acrescida ao baixo pH do solo tem sido responsável pela pouca expressividade dos resultados obtidos.

Em 1972, a quebra de produção decorreu de doenças, de geadas no período da floração e de dificuldades de colheita em razão do excesso de chuvas. Em 1975, a causa limitante de maior expressão foi a grande incidência de moléstias fúngicas. Em 1977, condições adversas de clima se fizeram sentir sobre todo o ciclo de desenvolvimento da cultura.

Em 1979 geadas e posteriormente ataque de moléstias foram os principais fatores responsáveis pela quebra de rendimento.

Muito embora os fenômenos climáticos sejam os responsáveis mais diretos pelos baixos rendimentos, em anos desfavoráveis, há outras circunstâncias que, em menor escala, entravam o desenvolvimento da cultura no Brasil.

Diversas variáveis interagem no sistema produtivo, desde o preparo do solo até os serviços finais de colheita.

Para todas as etapas existe, entretanto, tecnologia apropriada - com razoável grau de difusão - de cuja estrita observância depende o êxito do empreendimento.

Sucedee, todavia, que nem todos os produtores - por motivos os mais diversos - não vêm utilizando a tecnologia disponível, preferindo seus conhecimentos empíricos, na grande maioria insuficientes para resolver os problemas inerentes à atividade tritícola.

Entre os problemas detectados nas principais variáveis envolvidas no processo de produção podemos citar:

- a. Preparo do solo
- b. Calagem
- c. Fertilizantes
- d. Época de semeadura
- e. Cultivares
- f. Controle Fitossanitário
- g. Controle de Invasoras
- h. Conservação do solo
- i. Assistência Técnica
- j. Administração da Propriedade
- l. Cultivo da soja.

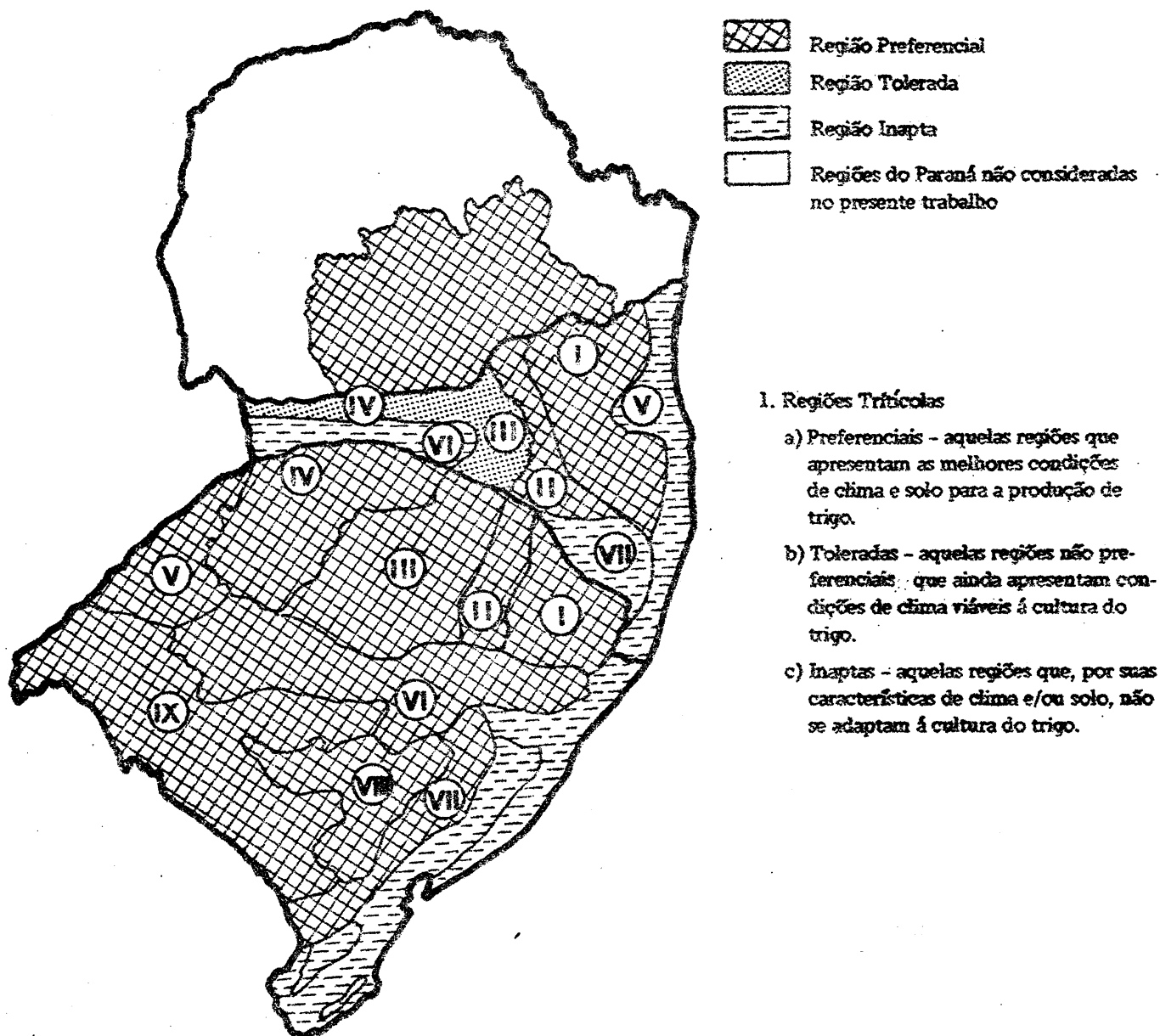


Figura 1: Regiões trítcolas para o sul do Brasil e respectivas épocas de semeadura.

FONTE: CNPT - 1979.

PRODUÇÃO

(mil t)

T R I G O

PRODUTIVIDADE

(kg/ha)

PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE
COMPARAÇÃO BRASIL/RIO GRANDE DO SUL

PERÍODO 1947/1981

PRODUÇÃO

— Brasil
— Rio Grande do Sul

PRODUTIVIDADE

--- Brasil
--- Rio Grande do Sul

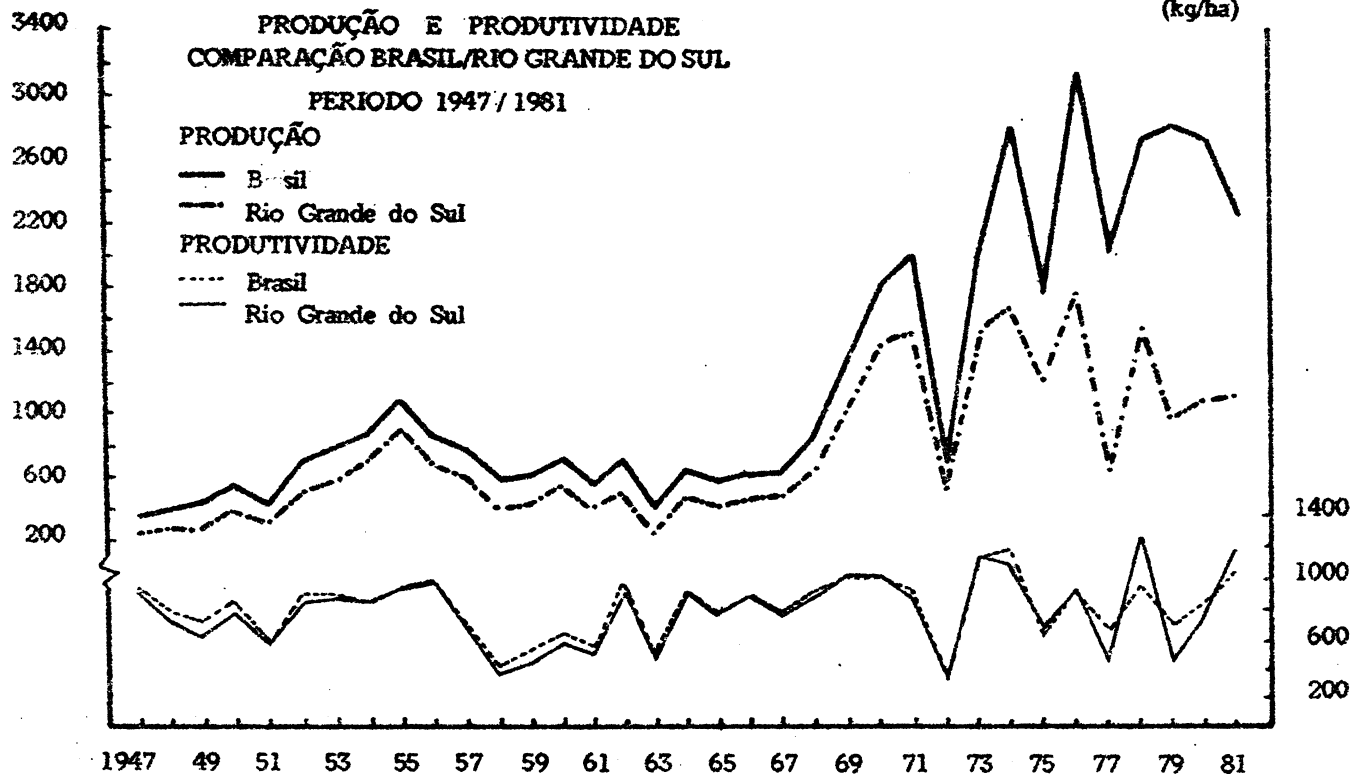


Gráfico 1

PRODUÇÃO

(mil t)

T R I G O

PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE
COMPARAÇÃO BRASIL/PARANÁ

PERÍODO 1947 / 1981

PRODUÇÃO

— Brasil
--- Paraná

PRODUTIVIDADE

--- Brasil
--- Paraná

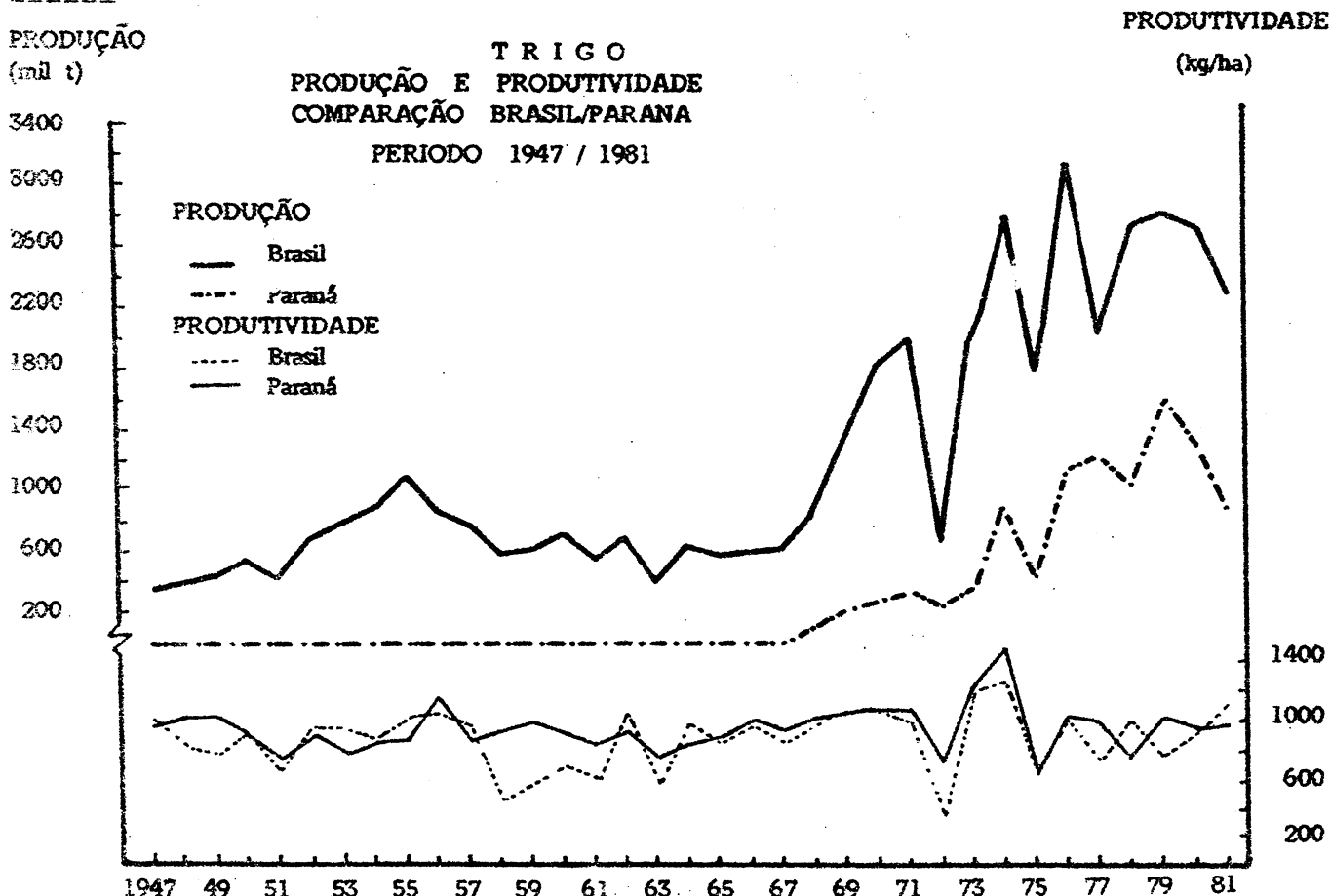


Gráfico 2

III. TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO

As entidades de pesquisa que atuam, especialmente, no Estado do Rio Grande do Sul (CNPT-EMBRAPA, IPAGRO - S.A. e CEP - FECOTRIGO) vêm desenvolvendo, há vários anos, tecnologia adaptada às condições de solo e clima da região tradicional (Sul do Brasil).

Os primeiros trabalhos visaram produzir cultivares que apresentassem rendimentos satisfatórios em solos ácidos, pobres em fósforo, das regiões de campo, então ocupadas pela pecuária. O marco do melhoramento genético, nessa etapa, foi a cultivar "Frontana".

Posteriormente, após uma fase de expansão da lavoura, moléstias que atacam especialmente a parte aérea, como as ferrugens, praticamente dizimaram a cultura que, só voltou a se expandir com a criação e cultivo de variedades resistentes. Nessa fase destacou-se a cultivar "IAS 20".

Daí em diante, com o melhoramento genético, surgiram inúmeras variedades que vêm permitindo o desenvolvimento do trigo, hoje, inclusive, em regiões mais quentes e mais secas que as regiões tradicionais.

Periodicamente, o aparecimento epidêmico de moléstias produzidas por novas raças de patógenos que atacam variedades até então resistentes, tem tornado frustrante o grande esforço empreendido pela pesquisa na procura de obter, cada vez mais, uma maior estabilidade da produção tritícola brasileira. Isto dificulta, podendo mesmo impedir o efetivo desenvolvimento da cultura no País.

No combate às moléstias de uma cultura como o trigo três alternativas podem ser seguidas: obtenção de cultivares resistentes, controle químico e rotação de culturas.

Até o ano de 1976, praticamente, todo o esforço da pesquisa se concentrou na criação de cultivares resistentes às principais doenças. Isto, deveu-se ao fato de ser este considerado o método mais prático e mais econômico pois, somente a partir da década de setenta começaram a aparecer, no mercado, produtos químicos com boa eficiência sobre certos patógenos.

Apesar dos bons resultados obtidos pela pesquisa e, ser o tratamento fúngico considerado atualmente como um dos fatores mais importantes para a obtenção de bons resultados, o controle químico a nível de lavoura não teve a aceitação esperada. Problemas de ordem técnicas e econômicas fizeram com que o mesmo esteja atingindo um número limitado de produtores, de maneira geral, aqueles que empregam toda a tecnologia indicada pelos órgãos de pesquisa.

A outra alternativa de controle de doenças é a rotação de culturas e sobre ela que passaremos a tecer considerações e apresentar alguns resultados de pesquisa.

IV. ROTAÇÃO DE CULTURAS

Podemos defini-la como "sucessão contínua de culturas diversas, na exploração agrícola". É uma alternância mais ou menos regular de diferentes culturas em uma mesma área agrícola. Difere de uma troca de cultura ao acaso, pois obedece a um planejamento adequado no qual, devem ser considerados diversos fatores, dentre eles a cultura predominante na região, em torno da qual será planejada a rotação, além dos aspectos que influirão nas culturas escolhidas para essa sucessão.

Esta prática, tão conhecida desde a antiguidade, empregada com ótimos resultados em quase todas as partes do mundo, ficou virtualmente esquecida devido às grandes guerras onde a demanda descomunal de cereais fez surgir a agricultura dirigida, principalmente a monocultura.

No caso do Sul do Brasil o trigo tem sido, praticamente, a única opção para o agricultor como cultura de inverno. Talvez os próprios incentivos dados à cultura tenham contribuído para isso. Seu cultivo único e continuado na mesma área teria sido o maior responsável pelos problemas surgidos.

Já, há mais de vinte anos, alguns técnicos baseados em observações de lavoura e de alguns experimentos realizados apregoavam ser a rotação de culturas o principal meio viável para obter-se uma maior estabilidade de rendimento na cultura do trigo. Seria a única medida fitossanitária de que se disporia para evitar a forte pressão de inóculo de determinados parasitas; seria uma maneira de reduzir os custos de produção das lavouras rotadas, além de, promover a diversificação de cultivos e a consequente diminuição de risco, seria também um fator de manutenção ou mesmo de melhoria da fertilidade do solo e da sua conservação. Dados obtidos de publicações da época são mostrados nos Quadros 1 a 6.

Quadro 1: Dados de rendimento de trigo, em kg/ha, de ensaio de rotação conduzido em Pelotas, RS.

Culturas em			Produção de trigo
1959	1960	1961	em 1961
Trigo	Trigo	Trigo	1.042
Trigo	Milho	Trigo	<u>1.685</u>
Trigo	Soja	Trigo	1.643

FONTE: KALCKMANN e OLIVEIRA (1962).

Quadro 2: Dados de rendimento de trigo, em kg/ha.

Tratamentos	Produção de trigo (kg/ha)
Parcelas s/adubo	151
Parcelas c/adubo	888
Parcelas c/adubo e rotação	<u>1.685</u>

FONTE: KALCKMANN e OLIVEIRA (1962)

Quadro 3: Dados de lavouras, em anos desfavoráveis para a cultura em diferentes municípios do RS (1962).

Municípios	Produções médias de lavouras em kg/ha			
	1o. ano	2o. ano	3o. ano	4o. ano
Piratini	780	660	60	0
Herval do Sul	696	228	—	—
Pelotas s/adubo	507	274	151	—
Pelotas c/adubo	1.012	1.098	888	—
Passo fundo s/adubo	544	196	—	—
Passo fundo c/adubo	1.344	428	—	—
Carazinho s/adubo	574	352	—	—
Carazinho c/adubo	1.038	445	—	—

FONTE: KALCKMANN e OLIVEIRA (1962).

Quadro 4: Dados de rendimento de trigo, em kg/ha, de um experimento conduzido em Pelotas, RS.

Tipos de cultivo	Média de 8 anos	Produção (kg/ha)	
		1964	1965
Trigo - contínuo	1.376	2128	1680
Trigo - milho	1.555	2393	<u>1863</u>
Trigo - soja	1.630	2461	1789
Trigo - pastagem	1.594	—	<u>1834</u>

FONTE: PORTELLA e KALCKMANN (1959).

Quadro 5: Área cultivada e rendimentos médios da cultivar de trigo "Frontana" após diferentes cultivos de inverno.

Cultura anterior de inverno	Área plantada (ha)	Rendimento médio (kg/ha)
Trigo	60.344	831
Nenhuma	45.524	929
Linho	20.098	<u>1.062</u>
Indiscriminada	6.819	<u>892</u>
Cereais de inverno	485	<u>733</u>
Outras culturas	370	867

FONTE: KALCKMANN (1970).

Quadro 6: Área cultivada e rendimentos médios da cultivar de trigo "IAS 20", após diferentes cultivos de inverno.

Cultura anterior de inverno	Área plantada (ha)	Rendimento médio (kg/ha)
Trigo	60.236	921
Nenhuma	35.947	954
Linho	5.157	1.120
Indiscriminada	3.416	1.125

FONTE: KALCKMANN (1970).

A falta de continuidade de trabalho de pesquisa nesta área, o relativo sucesso do melhoramento criando variedades resistentes e, posteriormente, a enorme expansão da cultura soja em sucessão ao trigo fez com que a verdadeira importância da rotação de cultura fosse, praticamente esquecida.

No caso do Sul do Brasil, a sucessão trigo/soja não consiste propriamente numa rotação de cultivos, uma vez que as duas culturas são conduzidas no mesmo ano, podendo mesmo ser considerada como uma "monocultura", com todas as implicações que essa prática acarreta. Isto vem sendo comprovado não só em condições de lavoura, mas também através de experimentos.

Hoje, observa-se que a rotação de culturas aliada a uma diversificação de cultivos, tanto de inverno como de verão, é uma medida indispensável para o futuro da agricultura Sulbrasileira. Os problemas que afligem o cultivo do trigo virão no futuro não distante incidirem sobre a cultura da soja.

V. EXPERIMENTOS DE ROTAÇÃO NO CNPT

Culturas alternadas são necessárias em qualquer tipo de exploração agrícola e, visando este objetivo e procurando uma maior integração no sistema agrícola regional o CNPT-EMBRAPA vem conduzindo desde 1975 trabalhos com o intuito de estudar os efeitos da prática "Rotação de culturas" no comportamento de 5 cultivos alternados: trigo, cevada (no inverno), soja, milho e sorgo (no verão).

Este trabalho compreende 2 experimentos identificados como A (3 cultivos em dois anos) e B (4 cultivos em dois anos) e obedecem a metodologia descrita por PEREIRA e BOUGLE (1976).

Tentando aproximar-se da realidade, a nível de lavoura, procurou-se utilizar na execução dos mesmos a mesma maquinaria agrícola utilizada pelos agricultores. Recomendações a nível dos sistemas de produções ou pacotes tecnológicos, das culturas envolvidas, são empregados na sua totalidade.

Dados obtidos após três anos de experimento, são apresentados nos Quadros de 7 a 8.

Nas rotações A, com pousio no inverno, os cultivos de verão se plantam sempre no cedo, na época ótima de plantio. Em 1976, devido a maiores exportações desses cultivos durante o verão 1975/76, os rendimentos do trigo sofreram uma diminuição de 8 o/o, em relação aos das rotações B. Nos anos seguintes a tendência se inverte e o efeito benéfico do pousio está desenvolvendo-se: 21 o/o a mais nos rendimentos do trigo 1978 quando se observa o pousio de inverno.

Em relação aos cultivos de verão associados com trigo em cultura contínua, o milho progressivamente revela-se o melhor quanto à próxima produção de trigo.

A introdução da cevada na rotação, alternando com trigo no inverno, não melhorou os rendimentos do trigo, na exceção do ano 1978 (+ 6 o/o). Nas rotações contínuas do tipo "monoculturas", bem como já constatado nas rotações do ensaio A, as maiores produções de trigo foram alcançadas, progressivamente após milho. Isto necessita evidentemente ser melhor estudado, pois amostragens de raízes de plantas de trigo coletadas nas parcelas onde antes havia soja anteriormente mostraram em 1978 maior incidência de doenças radiculares do que naquelas coletadas após milho e sorgo (J. Diehl, observações 1978).

A diversificação cultural, quer seja no inverno ou no verão, ou ainda em ambas as estações, permitiu alcançar maiores rendimentos de trigo em 1978, em comparação com as chamadas "monoculturas"-

+ 4 o/o quando se diversifica o cultivo de verão, sendo o trigo contínuo;

+ 8 o/o quando se diversificam os cultivos de inverno e de verão.

Nos Quadros 9 e 10 são mostrados os dados de rendimentos obtidos com a cevada (cv.VOLLA) segundo as mesmas rotações usadas para o trigo. Em comparação com os rendimentos médios do trigo, nota-se uma tendência a uma redução dos rendimentos da cevada quando cultivada ano após ano:

Rendimentos médios em:	1975	1976	1977	1978
(kg/ha)				
Trigo contínuo	1737	2758	956	2590
Cevada contínua	3260	3330	703	1961
Cevada o/o do trigo	188o/o	121o/o	74o/o	76o/o

Esta tendência, já encontrada na literatura Sul-americana (BOERGER, 1917-1926, Uruguay) assim como também na europeia, confirma a necessidade de seguir com a cevada as mesmas recomendações de rotação de áreas que estão sendo preconizadas para o trigo. Durante os três anos 1976-1978, houve sempre uma tendência a rendimentos melhores da cevada quando alternada com o trigo no inverno. Como já observado com trigo, mas com menor amplitude, o milho revela-se um bom precedente quando associado à cevada em rotações contínuas tipo "monoculturas". A diversificação cultural no inverno (alternando-se Trigo-Cevada) permitiu aumentar em 10 o/o os rendimentos médios da cevada no período estudado, e somente em 3 o/o quando se diversificam ambos os cultivos de inverno e de verão.

Obviamente, as tendências aqui resumidas necessitam ser confirmadas no futuro, pois qualquer experimento de rotação de cultivos significa, por definição, estudos a longo prazo.

Baseados nessa nova situação foram programados novos experimentos de rotação de culturas, visando estudar novos sistemas de produção, introduzindo culturas alternativas durante o inverno. As opções estudadas são atualmente as seguintes:

- I : Trigo-soja
- II : Trigo-soja-colza-soja-cevada-soja-tremoço-milho
- III : Trigo-soja-trevo-trevo-milho
- IV : Trigo-soja-colza-soja-linho-soja-tremoço-milho
- V : Trigo-soja-tremoço-soja-colza-soja-trigo-soja-aveia-soja-linho-soja.

VI. RECOMENDAÇÕES DA CSBT.

VI. 1. Controle de Doenças do Sistema Radicular.

O plantio contínuo de cereais como o trigo, cevada, centeio e aveia em uma mesma área pode ser responsável pelo grande aumento na incidência de doenças e pragas destas culturas.

Podridões de raízes ocorrem na quase totalidade das lavouras do estado do Rio Grande do Sul, ocasionando, na maior parte delas danos severos à cultura do trigo. Os principais organismos associados a estas doenças são Helminthosporium (Cochliobolus sativus), causador da podridão comum de raízes, e Gaeumannomyces graminis var. tritici (Ophiobolus graminis), causador do mal-do-pé. A podridão comum ocorre de maneira generalizada na lavoura, podendo causar a morte de plântulas ou reduzir o número de perfilhos, o peso do hectolitro e, em consequência, a produtividade da cultura. O mal-do-pé é mais conhecido pelas manchas ou reboleiras de plantas mortas que causa na lavoura. Apesar de ocorrer de forma mais localizada que a podridão comum, pode, também, causar lesões severas nas raízes, mesmo fora das manchas, onde os sintomas na parte aérea são menos visíveis. Infecções severas em certas lavouras de trigo podem causar a destruição total da cultura. Esta doença pode ser agravada com a elevação do pH do solo, causada principalmente pela aplicação de altas doses de calcário e/ou má distribuição e incorporação.

O sistema radicular das plantas, de uma maneira geral, quando infectado pelos fungos acima citados, apresenta uma redução acentuada na sua capacidade de absorção de água e nutrientes. Isto ocasiona o desenvolvimento de plantas com pouco vigor e, consequentemente, bastante suscetíveis ao acamamento e ao ataque de outras doenças.

Não existem, até o momento, cultivares resistentes à podridão comum e ao mal-do-pé e o uso de fungicidas não é eficiente para o seu controle.

Considera-se indispensável o uso da rotação de culturas ou do pousio de inverno para que se consiga uma redução considerável a nível de podridões de raízes, bem como de outras doenças e pragas do trigo.

Pesquisas realizadas nos últimos três anos demonstraram que, em geral, três anos de rotação ou pousio de inverno são necessários para um controle eficiente da podridão comum. Para o mal-do-pé, pode-se obter o mesmo controle com dois anos de pousio ou rotação.

Devido à ocorrência generalizada da podridão de raízes nas lavouras de trigo, recomenda-se o seguinte:

1. A realização do pousio de inverno ou da rotação das lavouras com culturas não suscetíveis à podridão comum e ao mal-do-pé, de modo que o trigo seja cultivado em áreas não ocupadas por este cereal, centeio ou aveia por um período de no mínimo três anos.

Algumas opções para a rotação de inverno são a colza, linho e tremoço. O cultivo da aveia, apesar de ser um excelente meio de controle do mal-do-pé, não é indicado para a rotação com trigo por ser infectada por Helminthosporium sativum, podendo aumentar o nível de inóculo deste fungo no solo.

2. Reduzir ou evitar a presença de gramíneas invasoras durante o período de rotação ou pousio, pois as mesmas, em geral, são suscetíveis a Helminthosporium e a Ophiobolus, podendo, assim, perpetuá-los na lavoura de ano para ano.

Observação importante: Há necessidade de que o aspecto rotação seja continuamente observado pelo agricultor, para evitar a reinfestação da lavoura.

Quadro 7. Dados de rendimentos médios, em kg/ha, das cultivares de trigo IAS 54* e CNT 10**, em rotações com soja, milho e sorgo, sendo o trigo cultivado cada ano ou após pousio de inverno - Ensaios A e B - CNPT - Passo Fundo, RS, 1978 -(Fonte : BOUGLE & PEREIRA)

Tipos de rotação		ANOS			Médias
Rotações B		1976*	1977**	1978**	
Trigo-Soja		2896 (100)	879 (100)	2630 (100)	2135 (100)
Trigo-Milho		2813 (97)	1047 (119)	2780 (106)	2171 (102)
Trigo-Sorgo		2566 (89)	978 (111)	2310 (88)	1953 (91)
Médias		2758 (100)	968 (100)	2573 (100)	2086 (100)
Rotações A					
Trigo-Soja	Pousio-Soja	2698 (100)	1009 (100)	2950 (100)	2219 (100)
Trigo-Milho	Pousio-Milho	2490 (92)	972 (96)	3237 (110)	2233 (101)
Trigo-Sorgo	Pousio-Sorgo	2390 (89)	937 (93)	3184 (108)	2170 (98)
Médias		2526 (92)	973 (101)	3124 (121)	2207 (106)

Quadro 8. Dados de rendimentos médios, em kg/ha, das cultivares de trigo IAS 54* e CNT 10**, em rotações com soja, milho e sorgo (verão), sendo o trigo cultivado após trigo ou cevada (cv. VOLLA). Ensaio B - CNPT. Passo Fundo, RS - 1978. (Fonte : BOUGLE & PEREIRA)

Tipos de rotação		ANOS			Médias
		1976*	1977**	1978**	
Cultivo de inverno contínuo ou não					(3 anos)
Trigo sobre Trigo		2758 (100)	956 (100)	2590 (100)	2101 (100)
Trigo/Cevada alternados		2702 (98)	940 (98)	2746 (106)	2129 (101)
Rotações contínuas ("monoculturas")					(3 anos)
Trigo-Soja		2896 (100)	879 (100)	2630 (100)	2135 (100)
Trigo-Milho		2813 (97)	1047 (119)	2780 (106)	2213 (104)
Trigo-Sorgo		2566 (89)	978 (111)	2310 (88)	1951 (91)
Médias		2758	968	2573	2086
Trigo cada inverno, cultivos de verão alternados					(2 anos)
Trigo-Soja e Milho	-		944 (100)	2673 (100)	1809 (100)
Trigo-Soja e Sorgo	-		921 (98)	2488 (93)	1705 (94)
Trigo-Milho e Sorgo	-		983 (104)	2635 (99)	1809 (100)
Médias		-	949	2599	1774

Quadro 9. Dados de rendimentos médios, em kg/ha, da cultivar de cevada "VOLLA", em rotação com soja, milho e sorgo, sendo a cevada cultivada após trigo ou cevada.

Ensaio B - CNPT. Passo Fundo, RS, 1978 - (Fonte: BOUGLE & PEREIRA).

Tipos de rotações	ANOS			
	1976	1977	1978	Médias
Cultivo de inverno contínuo ou não				(3 anos)
Cevada sobre Cevada	3330 (100)	703 (100)	1961 (100)	1998 (100)
Cevada/Trigo alternados	3760 (113)	731 (104)	2034 (104)	2175 (109)
Rotações contínuas ("monoculturas")				(3 anos)
Cevada - Soja	3491 (100)	752 (100)	1916 (100)	2053 (100)
Cevada - Milho	3208 (92)	771 (103)	1992 (104)	1990 (97)
Cevada - Sorgo	3292 (94)	470 (63)	1937 (101)	1900 (93)
Médias	3330	664	1948	1981

Quadro 10. Dados de rendimentos médios, em kg/ha, da cultivar de cevada "VOLLA", em rotação com soja, milho e sorgo, sendo a cevada cultivada após trigo ou cevada.

Ensaio B - CNPT. Passo Fundo, RS, 1978 - (Fonte: BOUGLE & PEREIRA)

Tipos de rotações	ANOS			
	1976	1977	1978	Médias
Cevada cada inverno, cultivos de verão alternados				(2 anos)
Cevada - Soja e Milho	-	737 (100)	1909 (100)	1323 (100)
Cevada - Soja e Sorgo	-	708 (96)	2026 (106)	1367 (103)
Cevada - Milho e Sorgo	-	722 (98)	1969 (103)	1346 (102)
Médias		722	1968	1345
Cevada/Trigo alternados, com cultivo de verão contínuo				(3 anos)
Cevada e Trigo - Soja	4187 (100)	674 (100)	2055 (100)	2305 (100)
Cevada e Trigo - Milho	3617 (86)	715 (106)	2074 (101)	2135 (93)
Cevada e Trigo - Sorgo	3477 (83)	749 (111)	2007 (98)	2078 (90)
Médias	3760	713	2045	2173
Rotações "diversificadas"				(2 anos)
Cevada e Trigo - Soja e Milho	-	745 (100)	2029 (100)	1387 (100)
Cevada e Trigo - Soja e Sorgo	-	765 (103)	1987 (98)	1376 (99)
Cevada e Trigo - Milho e Sorgo	-	711 (95)	2070 (102)	1391 (100)
Médias		740	2029	1385
Média geral por ano	3545	717	1998	

LITERATURA CONSULTADA

- BANCO DO BRASIL, Brasília, DF. Trigo nacional: uma abordagem de suas frustrações. s.l., 1976. 99p.
- BOUGLE, B.R. Rotação de culturas. Passo Fundo, RS. CNPT-EMBRAPA. Mimeografado.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, Passo Fundo, RS. Trigo, manual para orientação do produtor. Passo Fundo, RS. s.d. 18p.
- KALCKMANN, R.E. & PEREIRA, H. Ensaio de trigo em Ponta Grossa e o estudo de seu solo. Anais do V Congress. Bras. de Sc. do Solo. 1955.
- KALCKMANN, R.E. Técnicas de Experimentação Agrícola. Sia. Rio de Janeiro. 1958.
- KALCKMANN, R.E. & OLIVEIRA, M.A. de. Resolverá a genética o atual impasse da triticultura brasileira. Pelotas, RS. IAS, 1962. 11p. (IAS. Comunicado, 21).
- KALCKMANN, R.E. Práticas agronômicas na cultura do trigo no Brasil. s.l. EIGRA, 1970. 93p. (Estudos Técnicos, 41).
- OLIVEIRA, M.A. de. Subsídios ao planejamento das atividades tritícolas com vistas à auto-suficiência. Pelotas, IPEAS, 1963. 19p. (IPEAS. Circular, 22).
- PATELLA, J.F. & KALCKMANN, R.E. Resultados da rotação na cultura do trigo. Suplemento Rural do Correio do Povo. Porto Alegre, RS. 23.05.1963.
- PATELLA, J.F. Quinze anos de rotação com a cultura do trigo. AGROS, v.13-1. p.13-27. 1976.
- PEREIRA, L. & BOUGLE, B.R. 1976b. Informe sobre o comportamento dos cultivos de verão soja, milho e sorgo em ensaios de rotação. In: REUNIÃO CONJUNTA DE PESQUISA DE SOJA, 4, Santa Maria, 1976. Resultados de Pesquisa em soja obtidos no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo em 1975/1976. Passo Fundo, RS. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. p.6-17.
- PEREIRA, L. & BOUGLE, B.R. 1976a. Informe sobre o comportamento dos cultivos de inverno trigo e cevada em ensaios de rotação. In: REUNIÃO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 8, Ponta Grossa, PR. 1976. Solos e técnicas culturais. Passo Fundo, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. v.2, f.76-83.
- PEREIRA, L.R.; BOUGLE, B.R. & PORTELLA, J.A. Rotação de cultivos - Trigo e Cevada 1976. In: REUNIÃO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 9, Londrina PR, 1977. Solos e técnicas Culturais. Passo Fundo, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. v.2. f.62-71.
- PEREIRA, L.R.; BOUGLE, B.R. & PORTELLA, J.A. Sistema de Produção Trigo-Soja- Resultados trigo 1976. In: REUNIÃO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 9. Londrina, PR, 1977. Solos e técnicas culturais. Passo Fundo, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. v.2. f.73-85.

URUGUAY



2.3. ROTACIONES Y USO DEL SUELO EN URUGUAY

ROBERTO M. DIAZ ROSSELLO *

INTRODUCCION

La producción de trigo se realiza en una región caracterizada por un tipo de explotación agropecuaria mixta donde en un mismo establecimiento se produce ganado de carne y cultivos extensivos. Sin embargo la producción de cultivos extensivos y principalmente trigo que es el de mayor área sembrada, recién en los últimos años ha comenzado a realizarse en rotación con pasturas perennes implantadas.

Factores estructurales como tamaño de los establecimientos y tenencia de la tierra aunados a la carencia de una tecnología que permitiera implantar las praderas a bajo costo han determinado que el cultivo fuera sembrado en chacras sometidas a una agricultura continua.

Es así que la mayoría de los suelos han disminuido su productividad de modo alarmante, pues el uso agrícola del suelo fue intenso desde fines del siglo pasado en suelos con riesgo de erosión alto. Por consiguiente, los productores encontraron en la rotación de pasturas con leguminosas el camino para restaurar la productividad de los suelos y por ende mejorar la rentabilidad no solo del trigo sino de todo el sistema de producción.

II. RESUMEN DE LOS PRINCIPALES RESULTADOS EXPERIMENTALES

A. SIETE SISTEMAS DE ROTACION AGRICOLA—GANADEROS

El efecto que tienen sistemas de rotación contrastantes en cuanto a intensidad de uso del suelo sobre la productividad de los cultivos ha sido estudiado a través de un experimento de larga duración iniciado en 1963 sobre un Brunosol eútrico a sub-eútrico típico que tenía un uso agrícola previo de alrededor de 60 años (4).

Este experimento consiste de 7 sistemas de rotación (Cuadros 1a y 1b) con tres repeticiones.

La característica del suelo más afectada por el manejo sin lugar a dudas es la materia orgánica, la cual se puede considerar un índice de la productividad potencial por constituirse el reservorio de la nutrición nitrogenada de los cultivos y por afectar marcadamente las propiedades físicas del suelo.

En la Figura 1 vemos como el sistema 1, de rotación con agricultura continua es el que en un promedio de diez años presenta la menor concentración de materia orgánica. La fertilización de los cultivos en agricultura continua (sistema 2) aumenta el contenido de este elemento por la mayor producción de materia seca de los cultivos. La presencia de rastrojos de trigo con trébol rojo (sistema 7) conduciría a un mayor porcentaje. El sistema de rotación 6, que incluye pasturas con gramíneas muestra una ligera ventaja que aquel con gramíneas y leguminosas anuales quizás debido a una mejor estabilidad de la materia orgánica aportada por las gramíneas. Naturalmente, los sistemas con pasturas permanentes 3 y 5, son los de máxima concentración, presentando aproximadamente un 0.75 o/o más que el sistema de agricultura continua sin fertilizar.

Los efectos del contenido de materia orgánica sobre la condición física del suelo ponderados a través de la densidad aparente se manifiestan en cambios muy importantes de este parámetro (Figura 2).

* Ing. Agr. M.Sc. Jefe del Proyecto Suelos. Estación Experimental La Estanzuela, Colonia, Uruguay.

Cuadro 1 a: Esquema descriptivo de la secuencia de los siete sistemas de rotación iniciados en 1963.

Sistemas

1	S	L	T	G	T	S	L	T	G	T
2	S	L	T	G	T	S	L	T	G	T
3	ALFALFA					S	L	T	G	T
4	RG TR	T	RG TR	G	T	S	RG TR	T	RG TR	G
5	PRADERA CONVENCIONAL					S	L	T	G	T
6	RG	G	T	S	SG	T	RG	G	T	S
7	S	L	T/TR	G	T/TR	S	L	T/TR	G	T/TR

RG: Raigrás; SG: Sudangrás; TR: Trébol rojo; T: trigo; L: lino; S: sorgo; G: girasol.

Cuadro 1 b: Principales características de los sistemas de rotación del experimento iniciado en 1963.

Sistemas	Ciclo de la Rotación (Años)	Tiempo Cultivos Agrícolas (o/o)	Tiempo Cultivos Forrajeros (o/o)	Tiempo Rastrojo o Tierra trabajada (o/o)	OBSERVACIONES
1	5	45	0	55	Rotación continua de cultivos sin fertilizar.
2	5	45	0	55	Rotación continua de cultivos con fertilización.
3	10	25	50	25	Rotación con alfalfa cosechada para heno.
4	5	40	30	30	Rotación corta con pasturas anuales de leguminosas y gramíneas.
5	10	25	50	25	Rotación con pradera bajo pastoreo.
6	5	40	30	30	Rotación corta con gramíneas anuales fertilizadas con nitrógeno.
7	5	45	30	25	Rotación continua de cultivos fertilizados con los trigos asociados con trébol rojo.

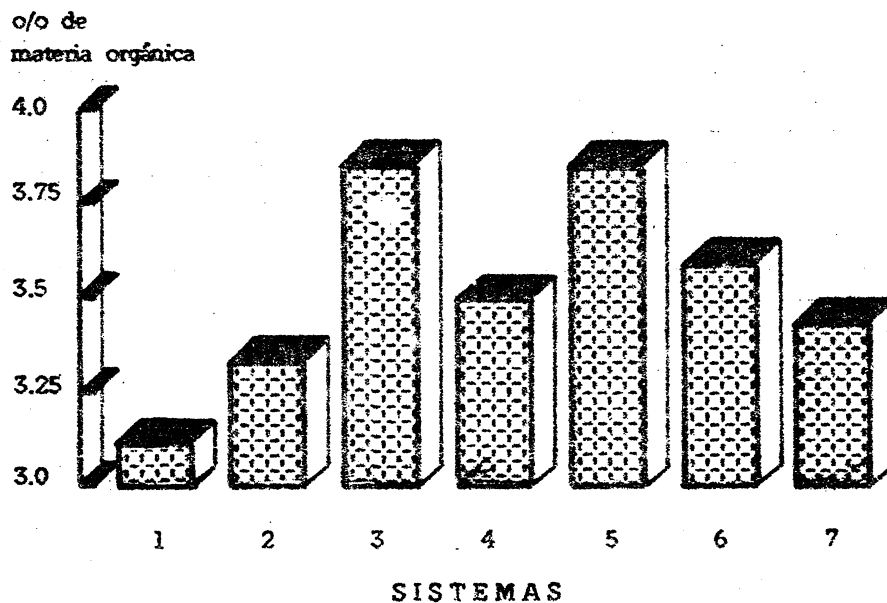


Figura 1: Contenido de materia orgánica promedio de 10 años (1969. - 1979) en los siete sistemas de rotación de "La Estanzuela".

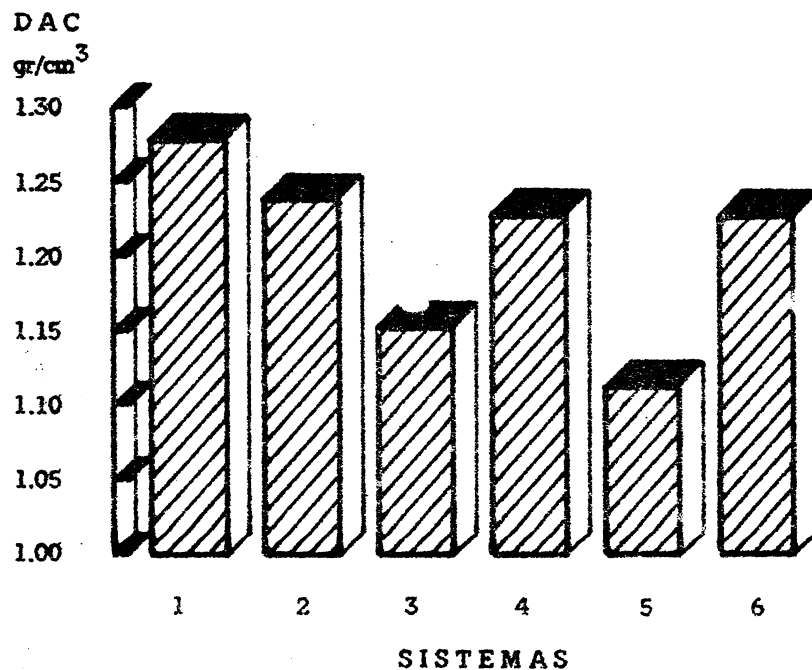


Figura 2: Valores de densidad aparente del suelo bajo diferentes sistemas de rotación, obtenidos en marzo de 1969 (Labella y Pérez Sanabria; Comn.pers.).

En estos suelos valores altos de densidad aparente indican que el riesgo de encostramiento es grande ya que contienen cantidades importantes de limo.

Se observa que los sistemas con menor proporción de cultivos agrícolas y tierra en rastrojo o trabajada, que a su vez poseen el mayor porcentaje de tiempo en pasturas (sistemas 3 y 5), son los que presentan los valores de densidad aparente más bajos, que indican un mejor estado de la estructura. En los sistemas 1 y 2, donde no hay pasturas y se dan las mayores proporciones de cultivos agrícolas y tierra trabajada, ocurre lo contrario. En este caso, debe destacarse que cuando los cultivos crecieron más por efecto del uso de fertilizantes, y por lo tanto dejaron un rastrojo más abundante, los valores de densidad aparente en ambas evaluaciones, indican que la estructura está mejor.

En los sistemas que incluyen pasturas anuales de gramíneas (sistema 6) o de una gramínea y una leguminosa (sistema 4), los valores de densidad aparente son intermedios a los de los dos grupos de sistemas discutidos antes.

Resulta difícil analizar el comportamiento de producción de trigo en forma aislada de los demás cultivos en estos sistemas de rotaciones pues las secuencias de cultivos que integran la rotación incluyen además lino, girasol y sorgo.

Al analizar la producción acumulada de grano y forraje desde la instalación del experimento, hasta el año 1979 se observó que los rendimientos totales de grano fueron similares entre sistemas (Figura 3). Sin embargo, es importante destacar que los sistemas que incluyen pasturas permanentes (3 y 5) lograron esa misma producción acumulada de grano, en la mitad de años, ya que en estas rotaciones intervienen cinco años de pasturas y cinco años de cultivos (1).

El único sistema que presenta rendimientos sensiblemente inferiores es el de cultivos continuos sin fertilizar (sistema 1).

En los sistemas que incluyen pasturas la producción total de forraje varió entre 32 y 42 tt de Materia Seca por hectárea en el período evaluado.

Cabe destacar que, en la mayoría de los casos, esa producción de forraje se logró sin detrimento en la producción total de grano.

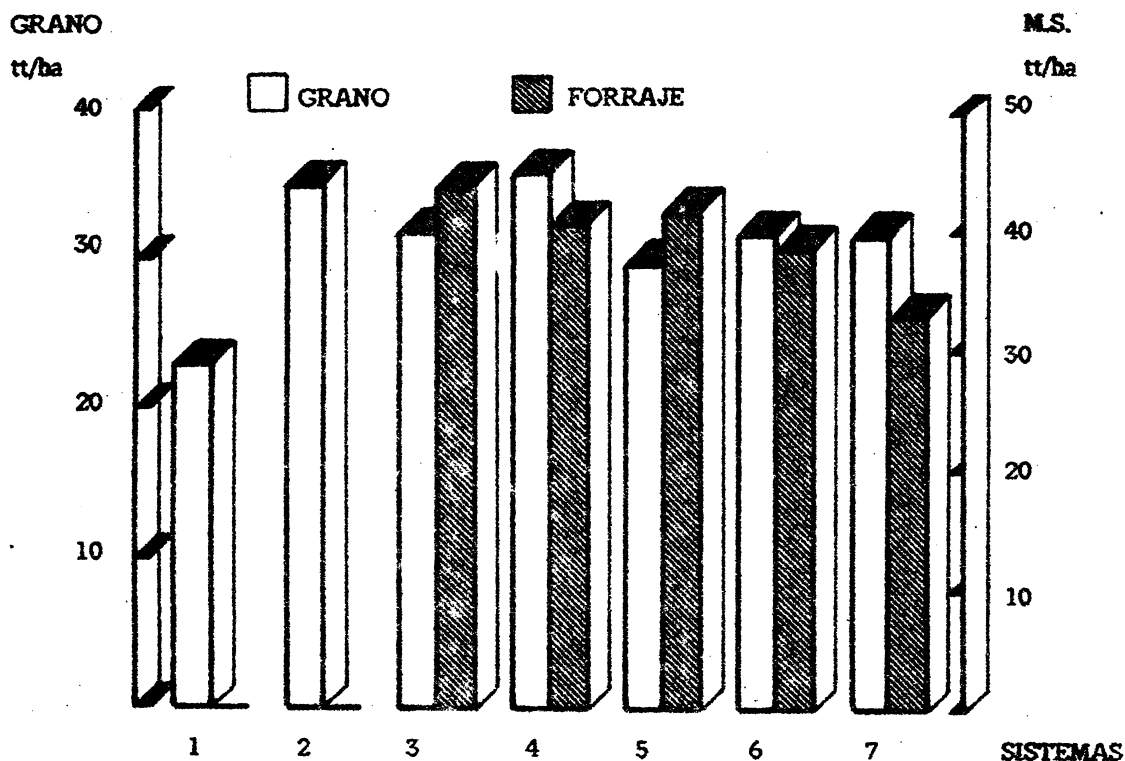


Figura 3: Producción acumulada de grano y forraje (1963 - 1979).

Como era de esperar, el consumo de fertilizantes nitrogenados fue apreciablemente menor en los sistemas que incluyen praderas permanentes.

La Figura 4, muestra que dichos sistemas (3 y 5) utilizaron entre un 40 y un 60 o/o menos de fertilizantes nitrogenados que el resto de las rotaciones, debido a que, por un lado, la mitad del tiempo el suelo estuvo bajo praderas permanentes y por otro lado, la fijación de nitrógeno de dichas pasturas hizo que los cultivos siguientes necesiten una fertilización nitrogenada menor.

Por otra parte, las diferencias en el consumo de fertilizantes fosfatados de las diferentes rotaciones, fueron apreciablemente menores.

La Figura 4, muestra que todos los sistemas consumieron entre 42 y 54 kg de P_2O_5 por ha-año, siendo el 3 y el 5 los que presentaron los valores más altos. Sin embargo, es importante señalar que ese mayor consumo de fertilizante fosfatado se tradujo en un ahorro más proporcional en el consumo de fertilizante nitrogenado, debido a que la cantidad de nitrógeno fijado por las leguminosas, está estrechamente relacionado con el nivel de producción de la pastura, y éste a su vez depende en gran medida de la disponibilidad de fósforo en el suelo.

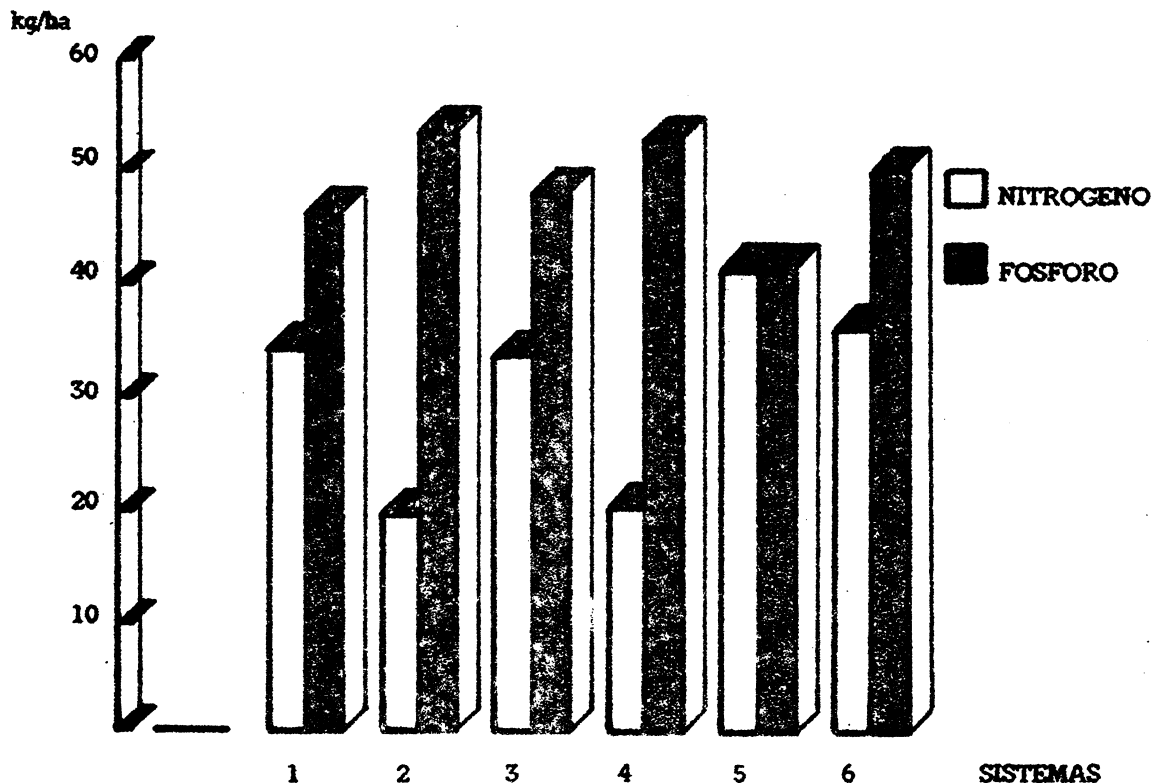


Figura 4: Consumo anual de nitrógeno y fósforo (Promedio de 16 años).

La producción de trigo tiene en general el mismo comportamiento que la producción acumulada de grano (Figura 5). Aunque las diferencias absolutas de rendimiento de trigo parecen más marcadas.

Un análisis económico en base a los registros que se llevan en los sistemas de rotación sobre operaciones de laboreo, fertilizantes, semillas, agroquímicos, etc. permite calcular los márgenes brutos por sistema Cuadro 1.

TRIGO

kg/ha

2.000

1.000

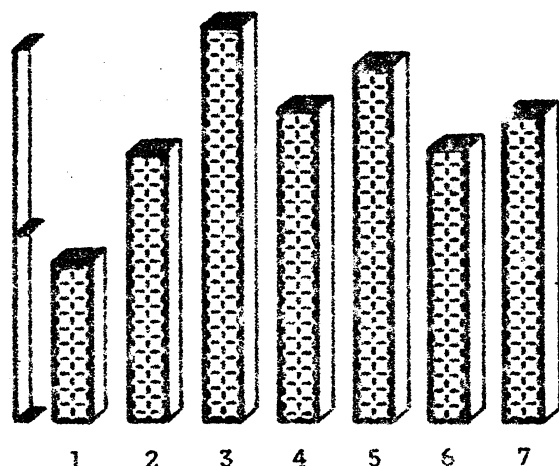


Figura 5: Rendimiento de trigo (kg/ha) según sistemas de rotación.

Cuadro 1: Costos de laboreo, nitrógeno, fósforo y otros insumos, margen bruto, e ingreso bruto, según sistema de rotación en producción de trigo (\bar{x} de 1963 a 1979 expresados en N\$ de 1979).

SISTEMA	INSUMOS					MARGEN BRUTO
	INGRESO BRUTO	LABOREO	N	P ₂ O ₅	OTROS	
1	1.140	447	—	—	246	447
2	1.548	440	298	241	246	323
3	2.286	398	219	157	246	1.266
4	2.040	390	258	194	271	927
5	1.094	398	21	157	246	1.07
6	1.565	398	353	194	256	364
7	1.729	395	378	253	248	455

B. EFECTO DE LOS AÑOS DE USO AGRICOLA DEL SUELO EN UNA ROTACION CON PASTURAS.

Con el propósito de caracterizar la disminución de la disponibilidad de nitrógeno y el deterioro de las propiedades físicas del suelo, en el ciclo agrícola luego de arar una pradera se inició un experimento en 1973 con un diseño en parcelas subdivididas donde las parcelas grandes eran cuatro distintos años de roturación de la pradera y se evaluaron en parcelas chicas ocho secuencias de cultivos diferentes (4). De este modo al llegar a 1976 se podía tener un mismo cultivo sembrado sobre parcelas que tenían 4, 3, 2 y 1 año de uso agrícola (edad de la chacra) y por lo tanto se aislaba esta variable del efecto año. Para estudiar separadamente el efecto residual de nitrógeno de la pradera respecto a otros factores, a partir de 1976 se aplicaron cuatro niveles de nitrógeno en las subparcelas estudiando la respuesta a este nutriente en cada edad de chacra y en cada cultivo.

En la Figura 6, se presentan los rendimientos promedio de trigo para las cuatro edades de la chacra sin agregar nitrógeno, por consiguiente las variaciones en los mismos en un alto grado responden al suministro de nitrógeno por la materia orgánica del suelo.

La disminución en los rendimientos entre las edades 1 y 2 fue menor que entre las edades 2 y 3, lo que puede deberse a que la incidencia de vuelco factores sanitarios impidió que los rendimientos de trigo en las siembras inmediatas a la pastura expresen todo el potencial que el nitrógeno disponible permitía. De no haber influido el vuelco, los rendimientos de trigo quizás hubieran alcanzado valores de cuatro a cinco mil kilos por hectárea y la disminución más grande habría sido entre chacras de uno y dos años, como era lógico esperar.

Otro aspecto a resaltar de estos resultados es que fueron obtenidos en 1976, año que climáticamente determinó una eficiencia muy baja en la utilización del nitrógeno debido a una primavera muy lluviosa, por lo que en un año normal la disminución en la disponibilidad de nitrógeno con el aumento de la edad de la chacra, quizás no sea tan marcada.

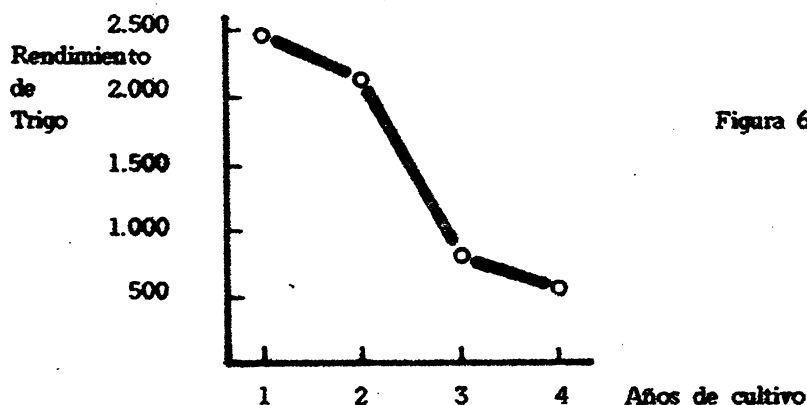


Figura 6: Disminución de los rendimientos de trigo debido al incremento de los años de cultivo.

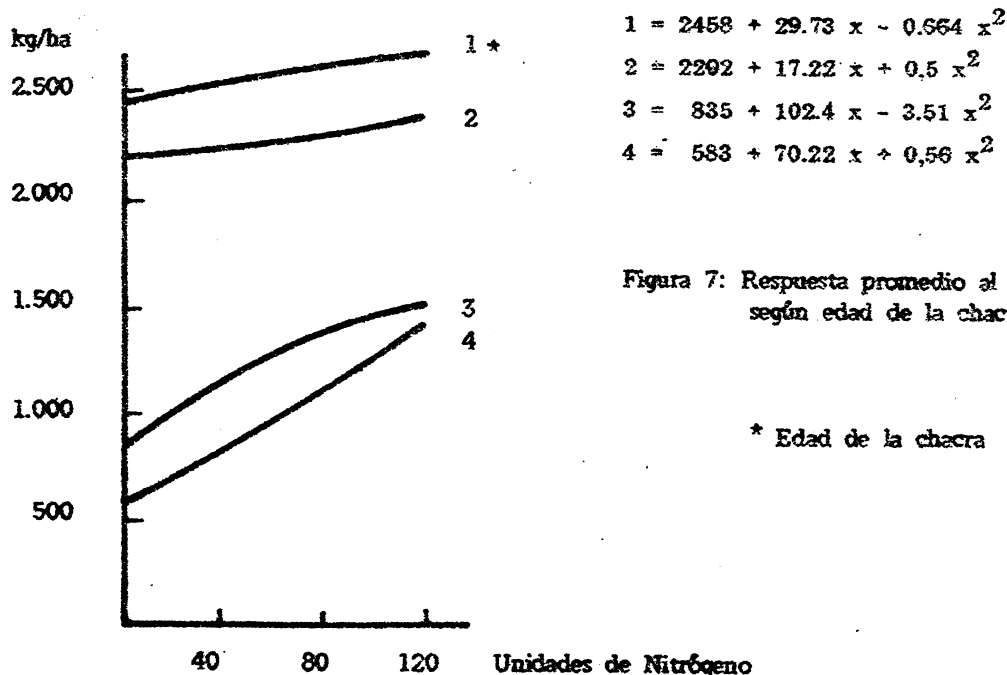
La disminución de los rendimientos que se observa al aumentar la edad de la chacra obedece a varios factores que conviene describir más detalladamente. Es claro, que hay dos grandes factores controlando esa disminución; por un lado la caída en la disponibilidad de nitrógeno, y por otro, el deterioro de las propiedades físicas, pero ambos factores no disminuyen en forma constante al aumentar la edad de la chacra sino que la disminución es mucho mayor, por ejemplo, al pasar de edad 1 a edad 2, que al hacerlo de edad 3 a edad 4. Por otra parte, el cambio en rendimientos entre edad 1 y 2, sería pequeña porque estaríamos en niveles de nitrógeno disponible altos o en condiciones físicas del suelo buenas, en cambio la respuesta en rendimientos al pasar de edad 3 a 4 sería alta por estar en disponibilidades de nitrógeno bajas y en condiciones físicas del suelo pobres. Por consiguiente, la caída en rendimientos es consecuencia de la acción combinada de la respuesta a los factores señalados y del cambio de los mismos con la edad de la chacra.

La diferente respuesta de los cultivos a la aplicación de nitrógeno, que no existe prácticamente de inmediato a la roturación y se hace evidente cuando avanza la edad de la chacra, tal como se observa en la Figura 7, sirve para avalar el concepto ya manejado de la residualidad de nitrógeno dejado por las pasturas desaparece al avanzar el ciclo de cultivos arados. Muestra también como la lixiviación puede haber sido un factor importante al reducir la eficiencia del nitrógeno agregado ya que la respuesta se prolonga hasta valores excepcionalmente altos.

De cualquier manera, puede afirmarse que la caída en los rendimientos provocada por una disminución del nitrógeno disponible al aumentar la edad de la chacra es más abrupta y anticipada de lo que en general se tiende a suponer.

Esta conclusión conduce directamente a valorar las ventajas de rotaciones de corta duración del ciclo agrícola en aquellos suelos degradados por muchos años de agricultura si es que se pretende hacer un eficiente uso del nitrógeno aportado por las leguminosas.

Al elegir uno de los tres cultivos citados al principio, habrá que poner atención a la elección de variedades resistentes a vuelo y al control de larvas de coleópteros (isocas), cuyas poblaciones aumentan en los ciclos de pasturas.



La evaluación de las propiedades físicas en el ciclo agrícola de este experimento mostró que todas las propiedades empeoraban significativamente con la edad de la chacra. (Cuadro 2).

Luego del cuarto cultivo, el deterioro es significativo en todas las propiedades. Esto estaría indicando el límite del ciclo de cultivos arados en la rotación para este suelo, en lo referente a propiedades físicas(5).

Cuadro 2: Evolución de algunas propiedades físicas del horizonte A de un Grumosol subeútrico típico con el número de cultivos sucesivos.

Propiedades físicas	Número de cultivos sucesivos				
	1	2	3	4	5
Densidad aparente	1.099 A*	1.12 AB	1.144 AB	1.181 BC	1.200 C
Macroporosidad	22.91 A	21.35 AB	19.94 ABC	19.06 BC	17.21 C
Resistencia a la penetración	13.3 A	15.5 A	17.4 A	23.3 B	34 C

* Dentro de filas, los valores con igual letra no difieren significativamente al 5 o/o, según test de Duncan.

Los resultados sobre secuencia de cultivos de este experimento serán discutidos más adelante.

C. EFECTO DEL TIPO DE PASTURA Y SU DURACION EN LA DISPONIBILIDAD DE NITROGENO Y LA CONDICION FISICA DEL SUELO.

En 1972 en forma paralela a este experimento de estudio del deterioro de las condiciones físico-químicas del suelo luego de arar una pradera se instala un experimento que intenta analizar el efecto de dos variables de la pastura; el tipo de pastura, y su duración, sobre la restauración de las condiciones de fertilidad de una chacra sometida a muchos años de agricultura continua (2).

La metodología empleada con este objetivo fue similar a la descripta para el experimento anterior, ya que se intenta eliminar el efecto año de modo que las pasturas que duran 2, 3 y 4 años todas llegan al mismo año para ser aradas y plantar trigo y estudiar la residualidad de nitrógeno usando como "tester" este cultivo. Además, como las pasturas pueden tener problemas de implantación por variaciones climáticas entre años el experimento está compuesto de tres ensayos idénticos, iniciados en 1972, 1973 y 1974. Cada uno es un factorial con tres repeticiones, siendo los tratamientos diferentes pasturas (festuca, festuca-trébol blanco, festuca-alfalfa, festuca-trébol rojo) por tres tiempos de duración (2, 3 y 4 años), más una parcela en agricultura permanente sin fertilización. Al ararse las pasturas (todas al mismo tiempo), se plantó sobre ellas trigo a cuatro niveles de agregado de nitrógeno, subdividiendo las parcelas.

El suelo en este experimento varía entre un Brunosol eútrico típico y un Brunosol subeútrico típico, de horizonte A Franco arcillo limoso, con muchos años de uso agrícola continuo al inicio del ensayo (3,3 o/o de materia orgánica y $1,36 \text{ gr/m}^3$ de densidad aparente).

El factor que más afectó la residualidad de nitrógeno expresada en los kilos de N como NO_3 en los primeros 10 cm con que se llega a la siembra de trigo fue el régimen de lluvias presembrado. En la Figura 8 se observan las concentraciones de N como NO_3 al momento de la siembra en parcelas de trigo de distinta edad luego de arar las pasturas es decir que habían tenido de 1 a 4 cultivos de trigo previamente y se observa que la mayor variación ocurre entre años. El suministro de N por siembra por el suelo seguramente es diferente según sea la edad de la chacra y esta variable afectará los rendimientos de trigo más allá de las variaciones en la disponibilidad de nitrógeno a la siembra.

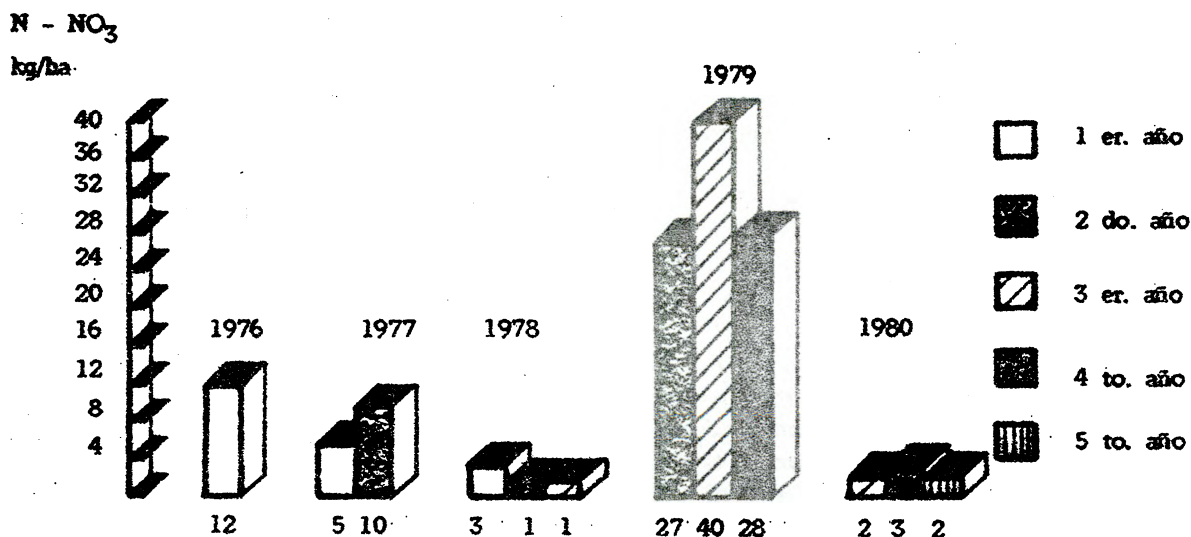


Figura 8: Efecto del año y la edad de la chacra sobre el nivel de N- NO_3 en el momento de siembra del trigo (kg N/ha) en las subparcelas sin fertilización nitrogenada (0 - 20 cm).

La disponibilidad de N como NO_3^- a la siembra es afectada por el período de años que dura la pastura. Para comprender este efecto hay que tener presente como evolucionaron en general las composiciones botánicas de las distintas pasturas con leguminosas según fuera su edad de 2, 3 ó 4 años.

Al segundo año normalmente tuvieron la máxima productividad y el más alto porcentaje de leguminosas y a medida que envejecían las pasturas hacia el cuarto año la producción disminuía y el porcentaje de gramíneas y principalmente gramilla (*Cynodon dactylon*) aumentaba.

En la Figura 9, se observa como en términos relativos en el primer año de trigo luego de arar pasturas de 2, 3 y 4 años la que presenta la mayor disponibilidad de N es la de segundo año presumiblemente como consecuencia de la masiva incorporación de residuos de baja relación C/N, muy mineralizables mientras que la pastura de cuarto año que incorporó el N a los tejidos de las gramíneas de más alta relación C/N mineraliza cantidades relativas de N menores.

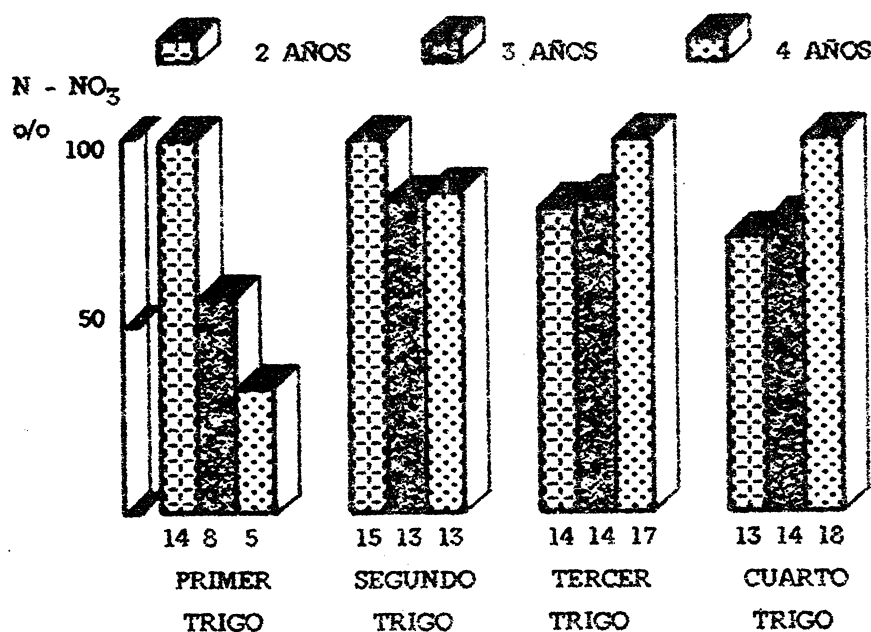


Figura 9: Disponibilidad relativa de $\text{N} - \text{NO}_3$ en los primeros 20 cm según edad de la pastura y edad de la chacra.

Estas relaciones parecen revertirse a medida que la chacra se hace más vieja y quizás cobra importancia en la persistencia de la residualidad de N que la pastura que duró cuatro años haya incorporado mayores cantidades de materia orgánica al suelo y es por eso que en parcelas de cuarto año de trigo vemos una residualidad relativa de N superior de las pasturas que duraron cuatro años respecto a las de dos años.

Cuando se analiza el efecto del tipo de pasturas, en la producción de trigos sembrados luego de las mismas (Figura 10) se ve como los rendimientos relativos manifiestan diferencias importantes en el primer año de cultivo, las cuales tienden a desaparecer al aumentar los años de cultivo. Los mayores rendimientos se obtuvieron luego de pasturas con leguminosas perennes, especialmente alfalfa. En cambio pasturas de ciclo bi-anual como el trébol rojo presentaron efectos menores.

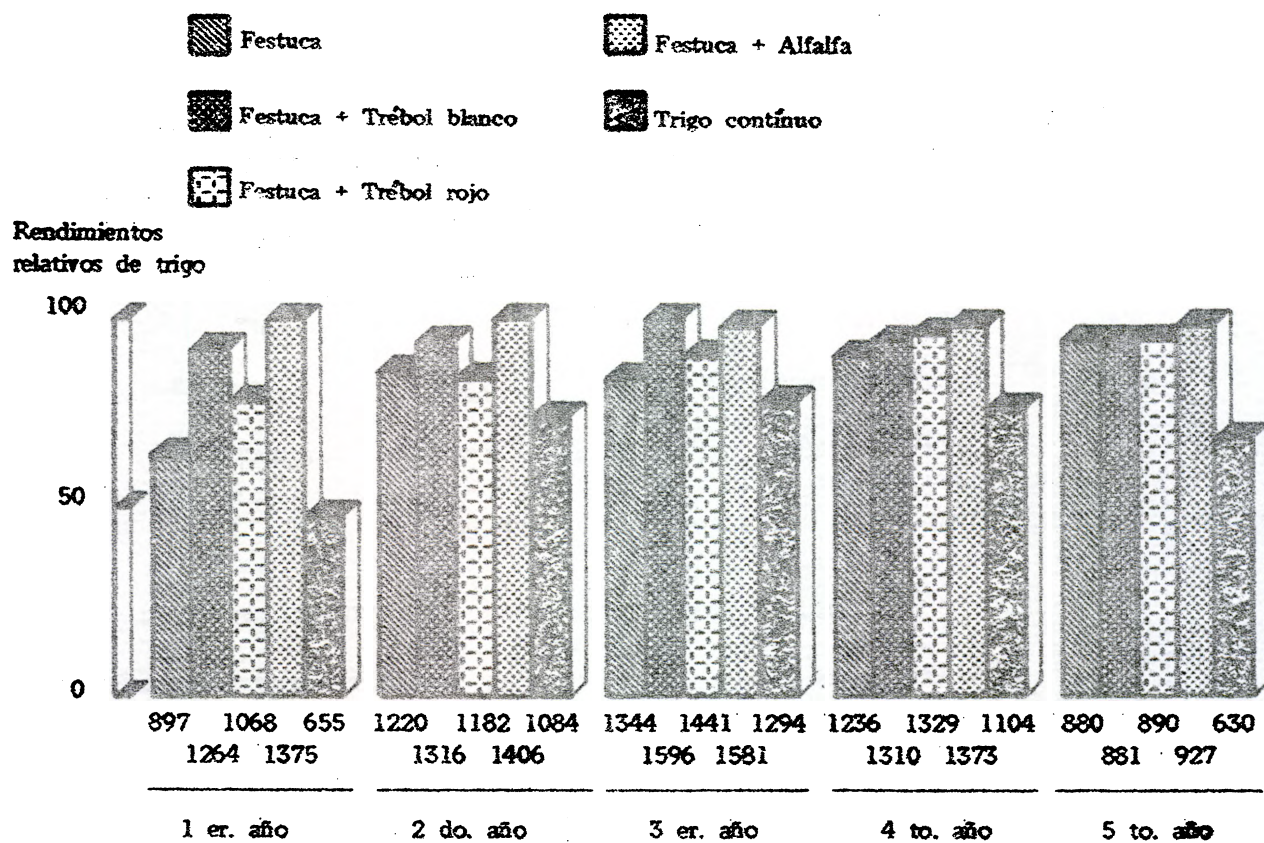


Figura 10: Rendimientos de trigo sin fertilizar luego de pasturas de distinto tipo (promedio de las tres edades) y trigo continuo expresados como porcentaje del rendimiento luego de Festuca/Alfalfa.

La residualidad de nitrógeno no es el único factor que afecta la productividad de los cultivos que siguen a pasturas de distinto tipo y edad en este experimento, también se ha podido evaluar el efecto que tienen sobre las propiedades físicas del suelo estas variables. Así vemos (Cuadro 3) que la densidad aparente, la macroporosidad y la resistencia a la penetración del suelo evaluadas al final del ciclo del primer trigo plantado luego de arar las pasturas son mejores cuando el periodo bajo pasturas duró más años (7).

Cuadro 3: Evolución de algunas propiedades físicas del horizonte A con diferente duración del ciclo de pasturas de la rotación.

Propiedad Física	Años de Duración de la Pastura		
	2	3	4
DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)	1.36	1.32	1.28
MACROPOROSIDAD (o/o)	11.63	13.39	18.32
RESISTENCIA A LA PENETRACION (número de golpes)	59.5	54.5	48.0

Si bien entre especies o "tipo" de pasturas aparecieron algunas diferencias significativas éstas no tuvieron mayor consistencia. Sin embargo, es interesante observar que los mejores valores tendían a asociarse con la mayor producción de materia seca durante todo su ciclo, en particular la materia seca producida por la gramínea (Cuadro 4). Por lo que aparece como muy importante junto con la duración, la productividad de la pas-

tura, especialmente de las gramíneas que la componen (7).

Cuadro 4: Coeficientes de correlación simple entre las propiedades físicas medidas y la materia seca total producida por la pastura (MST) o la materia seca producida por la gramínea (MSG).

PROPIEDAD FISICA	M. S. T	M. S. G
DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)	- 0.42**	- 0.48**
MACROPOROSIDAD (o/o)	0.50***	0.76***
PENETRABILIDAD (Nº de golpes)	- 0.28	- 0.53***

Significancia estadística. * 10 o/o; ** 5 o/o; *** 1 o/o

D. EFECTOS DEL CULTIVO PREDECESOR SOBRE RENDIMIENTO DE TRIGO

En el experimento de evaluación del efecto de la edad de la chacra se evaluó también los efectos residuales del rastrojo sobre el cultivo siguiente a través de ocho secuencias diferentes. De este modo se pudo cuantificar el efecto residual de los rastrojos de girasol y sorgo sobre los rendimientos de trigo y sobre la respuesta a la fertilización nitrogenada de este cultivo. (Figura 11).

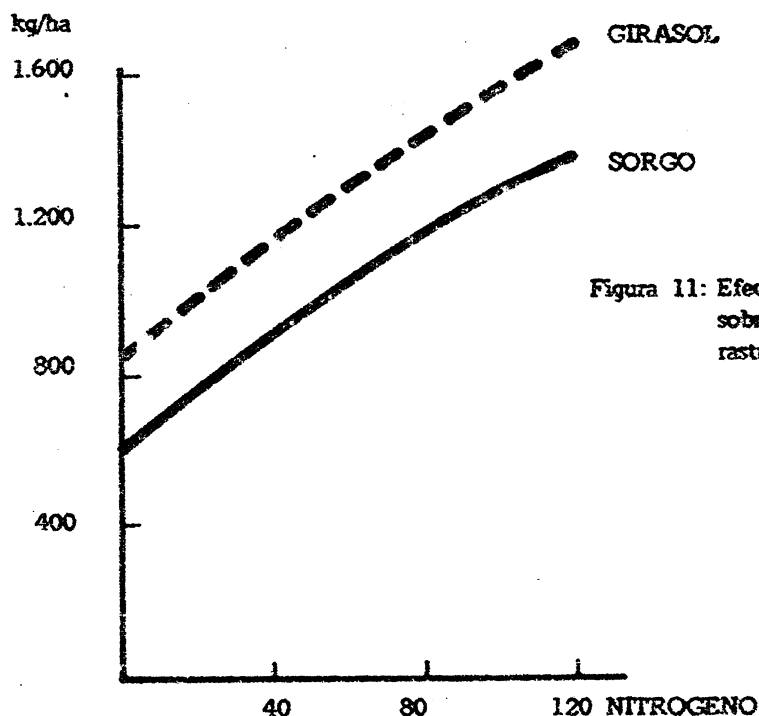


Figura 11: Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los rendimientos de trigo en rastrojos de girasol y sorgo.

En promedio los trigos luego de sorgo rindieron un 28 o/o menos que luego de girasol y al aumentar la disponibilidad de nitrógeno mediante fertilización los rendimientos de trigo luego de sorgo continuaron siendo igualmente inferiores que luego de girasol por lo que se podría concluir que a los niveles estudiados la fertilización nitrogenada no corregiría este problema ya que esta interacción no fue significativa.

Por otra parte al evaluar en otro experimento el efecto de los residuos de cuatro cultivos de verano; Maíz, Sorgo, Girasol y Soja sobre la germinación y vigor de plántulas de trigo a través de un test de alelopatía (Cuadro 5) se pudo verificar un fuerte efecto relativo del rastrojo de sorgo inhibiendo tanto la germinación como el vigor de las plántulas.

Cuadro 5: Efecto de tres componentes; tallo, hoja y raíz de rastrojos de maíz, girasol, soja y sorgo sobre el porcentaje de germinación y el largo de radículas o vigor de plántulas.

	MAIZ	GIRASOL	SOJA	SORGO	TEST
Germinación (o/o)	100	70	94	0	98
TALLO					
Largo Radicular (mm)	9,15	8,2	14,2	0	23,32
Germinación (o/o)	86	86	92	0	—
HOJA					
Largo Radicular (mm)	9,8	8,6	14,3	0	—
Germinación (o/o)	64	84	70	42	—
RAIZ					
Largo Radicular (mm)	16	5,3	5,9	7,5	—

(W.Baethgen; E.Trignanes, C.Uriarte; Comn.pers.)

E. SIEMBRAS ASOCIADAS Y SU ROL EN ROTACIONES

Los cultivos asociados son quizás uno de los mejores ejemplos en materia de maximizar el uso del suelo en una rotación con pasturas perennes y como consecuencia maximizar también su producción por unidad de superficie y por año.

Diversos factores agronómicos y económicos han provocado una acelerada difusión de la siembra asociada de trigos con pasturas perennes, de los cuales los más relevantes desde el punto de vista del productor, son la reducción de costos en la instalación de la pradera y el cultivo, por una preparación de suelos, fertilización y control de malezas simultánea (3).

El establecimiento conjunto de una pastura y un cultivo plantea, de hecho, una situación de competencia que teóricamente haría mermar los rendimientos individuales de ambos en relación a su producción en siembras convencionales. Sin embargo, las siembras asociadas se presentan como una alternativa más eficiente que las siembras convencionales, al acelerar el ciclo de la rotación reduciendo en un año el pasaje de cultivo a pastura y maximizando la producción por hectárea y por año (6).

En el Cuadro 6, se evidencia el incremento de producción para un mismo ciclo de rotación de trigo y una pastura de festuca y trébol blanco, cuando se pasa de una siembra independiente (cuatro años) a una siembra asociada donde el ciclo se cumple en tres años. (8).

Cuadro 6: Productividad en el ciclo de la rotación de una siembra asociada de trigo con festuca y trébol blanco.

	TRIGO kg/ha	PRADERA Ton/ha Materia Verde	DURACION de la ROTACION (Años)	TRIGO kg/ha/año	PRADERA Ton/ha/año Materia Verde
ASOCIADO	2040	80.0	3	680	26.7
NO ASOCIADO	2450	93.5	4	612	23.4

III. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BAETHGEN, W.; DIAZ, R.M.; BOZZANO, A. Resultados Físicos y Económicos de Rotaciones de Pasturas y Cultivos. Miscelánea N° 24. EELE/CIAAB, Uruguay. 1980.
2. CALDEYRO, M.; MARTINO, D. Residualidad de Nitrógeno luego de Pasturas de distinto tipo y edad. Tesis. Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay. 1982.
3. DIAZ, R.M. Siembras Asociadas y su rol en Rotaciones. Miscelánea N° 19. EELE/CIAAB. Uruguay, 1980.
4. DIAZ, R.M.; GARCIA, F.; BOZZANO, A. Dinámica de la Disponibilidad de Nitrógeno y las Propiedades Físicas del Suelo en Rotaciones de Pasturas y Cultivos. Miscelánea N° 24. EELE/CIAAB. Uruguay 1980.
5. GARCIA, F.; BELOQUI, C. Efecto de la Edad de la Chacra y el Manejo Anterior Sobre Algunas Propiedades Físicas del Suelo. Universidad de la República. Facultad de Agronomía, 1a. Reunión Técnica, II. 126-130. Uruguay. 1978.
6. GONZALEZ, C.; ALVAREZ, E.; DIAZ, R.M. Competencia en Doce Siembras Asociadas de Cultivos y Pasturas. Miscelánea N° 45. EELE/CIAAB, Uruguay, 1982.
7. ROBERT, M.; ROMERO, M. Evaluación del Efecto de Diferentes Pasturas y su Duración en las Propiedades Físicas de Suelo y el Primer Cultivo Posterior. Tesis. Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay, 1978.
8. SYMONDS, R. Proyecto Regional en la Zona Litoral. En Producción de Pasturas II. pp. 28-34. La Estanzuela, Uruguay, 1971.

TEMA III

LABOREO

ARGENTINA



1.1. AGRICULTURA EN REGIONES SEMIARIDAS (1)

ADOLFO E. GLAVE *

INTRODUCCION

El desarrollo de la agricultura en regiones semiáridas, presenta situaciones de manejo muy diferentes a zonas de mayores precipitaciones o llamadas húmedas, por lo que se deben emplear técnicas y equipos de preparación de suelos completamente diferentes a los conocidos, para obtener resultados satisfactorios.

La presente información describe someramente algunas de las prácticas o metodología a utilizar, para lograr los mejores resultados económicos.

La agricultura de regiones semiáridas, se suele llamar también, agricultura de secano, debido al solo aprovechamiento de las precipitaciones pluviales. Ante todo es un sistema extensivo y por regla general, no se logra más de una cosecha al año. Los resultados de rendimiento logrados en la agricultura de secano, nunca alcanzaron niveles elevados, salvo en los últimos años, se ha revertido esta situación, debido a la adopción de nuevas técnicas de uso conservacionistas.

En la agricultura de secano, se suele encontrar diversos sistemas de producción, desde los llamados monocultivos o monocultura, a la diversificación de los cultivos a través de las rotaciones.

Se define al primer sistema de monocultura (sinónimo de monocultivo) a la repetición del cultivo predominante o de una sola especie por un número elevado de años. En nuestra región semiárida pampeana, todavía es uno de los sistemas que se observa y que predomina en determinadas regiones, como es la llamada monocultura triguera.

Esta forma de trabajar los suelos y repetir los cultivos, es llamada también la agricultura tradicional no restitutiva o agricultura de cenizas. La misma trae como consecuencia efectos negativos bastante conocidos por todos como la exportación de elementos nutritivos, acidificación del suelo, degradación de su estructura (física) por erosión, compactación, carencia de materia orgánica, cambios en la constitución química del suelo, etc. y por último escasa y variable producción (Ver Figura 1).

En contraposición con esta práctica, se ha encontrado la forma de evitar estos problemas por medio de los sistemas de rotaciones, que no es más que una secuencia alternativa de cultivos anuales con ciclos pastoriles. Este sistema es considerado altamente positivo, porque presenta la ventaja, sobre el primer sistema, de restituir la fertilidad exportada, por la alternativa de cultivos con leguminosas y gramíneas (Ver Figura 2).

El sistema evita la degradación del suelo por erosión y compactación, factor este último de suma importancia por la acumulación de materia orgánica.

En síntesis, restablece el equilibrio natural del suelo y del ambiente ecológico que rodea al suelo. (Ejemplos de esquemas de rotaciones, ver Cuadro 1).

* Técnico especialista en conservación y manejos de suelos. Director de la Estación Experimental Agropecuaria Bordenave.

(1) Reproducción del Informe Técnico N° 29. (INTA) E E A Bordenave

Ultimamente se genera un nuevo sistema dentro de la agricultura de secano llamada agricultura permanente o al menos continuada durante periodos prolongados con el mismo cultivo. Este sistema se diferencia de la monocultura por ser un sistema puramente conservacionista y productivo (Ver Figura 3).

Mediante la programación de prácticas de manejo de suelos y siembra de cultivo, se llega a un nivel de producción que através del tiempo se mantiene y acrecienta sin mayores variables.

Este sistema mejora sustancialmente la estructura del suelo y las propiedades físicas y químicas del mismo. La falta de pisoteo y extracción por parte de la ganadería, hace que disminuya la degradación del suelo por erosión y compactación. Técnicamente a mi juicio, representa la única posibilidad de permitir que el suelo esté disponible para alargar el ciclo arable, sin el consiguiente deterioro de la estructura del suelo y fertilidad. Este sistema, aún no ha sido empleado por la mayor parte de los productores, posiblemente por la falta de elementos disponibles como herramientas especiales, uso de fertilizantes, pesticidas, nuevas variedades y asesoramiento técnico.

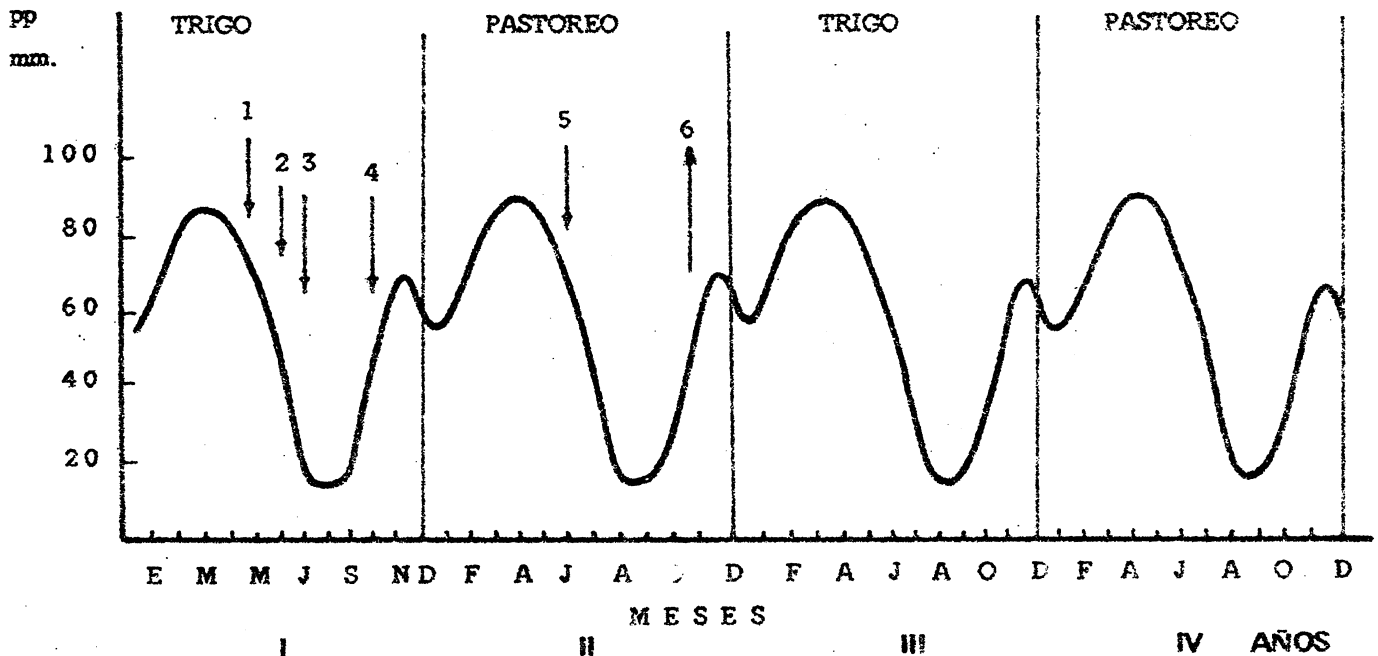


Figura 1: Representación gráfica de las precipitaciones y aprovechamiento del suelo a través del tiempo.

I. PRIMER AÑO

Siembra de Trigo

1. Arada desnuda (reja, arado rastra, arado de discos)
2. Rastreo = rastra de discos - dientes.
3. Siembra = tandem de máquinas desterronadoras y compactadoras. Sembradora a discos convencional.
4. Control de malezas = Aplicación de herbicida según el desarrollo y densidad de la maleza.
5. Resultados = Inseguros y bajos.

II. SEGUNDO AÑO.

1. Pastoreo del rastrojo con animales vacunos (bajo rendimiento del guacho).
2. Enmalezamiento

III. TRIGO. Idem al primero

IV. PASTOREO. Idem al segundo

V. TRIGO. Idem al primero y tercero.

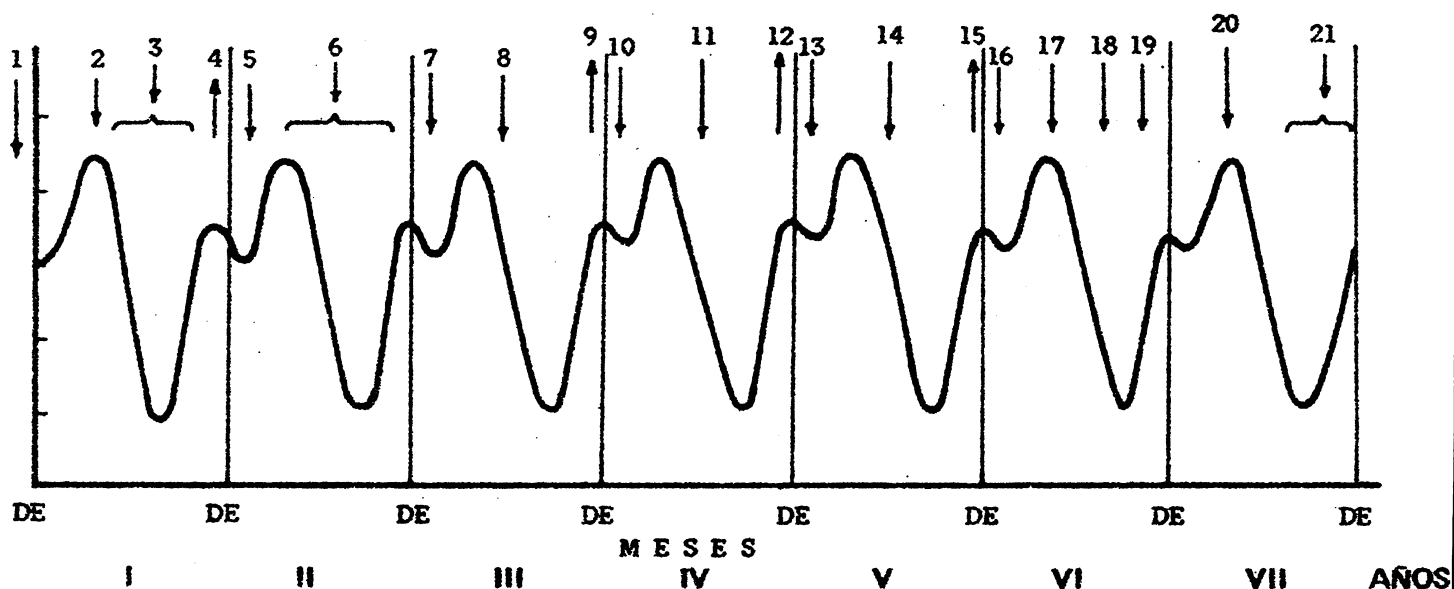
p
mm.

Figura 2: Representación gráfica de precipitaciones y programa de rotaciones a través del tiempo.

I. PRIMER AÑO.

Siembra de Avena + Vicia

1. Barbecho primaveral
2. Siembra de la mezcla
3. Pastoreo
4. Cosecha

II. SEGUNDO AÑO.

Pastoreo + Vicia

5. Rastrojo
6. Pastoreo guacho

III. TERCER AÑO.

Siembra de trigo

7. Barbecho
8. Siembra
9. Cosecha

IV. CUARTO AÑO.

Siembra de trigo

10. Barbecho cubierto
11. Siembra
12. Cosecha

V. QUINTO AÑO.

Siembra de trigo

13. Barbecho cubierto
14. Siembra
15. Cosecha

VI. SEXTO AÑO.

Siembra de Avena + Vicia

16. Barbecho corto
17. Siembra
18. Pastoreo
19. Barbecho primaveral

VII. SEPTIMO AÑO

Siembra pastura

20. Siembra
21. Pastoreo

VIII - IX - X - XI
Aprovech. pastura

Cuadro 1: Esquemas de rotaciones a través de 10 años.

	I	II	III	IV	V
1º Año	AV	AV	AV	P	P
2º Año	AV	AVM	AV	P	P
3º Año	T	T	T	P	P
4º Año	T	T	T	P	P
5º Año	AV	AV	T	P	P
6º Año	AV	AVM	AV	T	G
7º Año	T	T	AVM	T	AV
8º Año	T	T	T	T	AV
9º Año	AV	AV	T	AV	T
10º Año	AV	AVM	T	AV	T

REFERENCIAS:

AV = Avena + Vicia

P = Pastura (mezcla de especies)

T = Trigo

G = Girasol

AVM = Avena + Vicia + Maiz

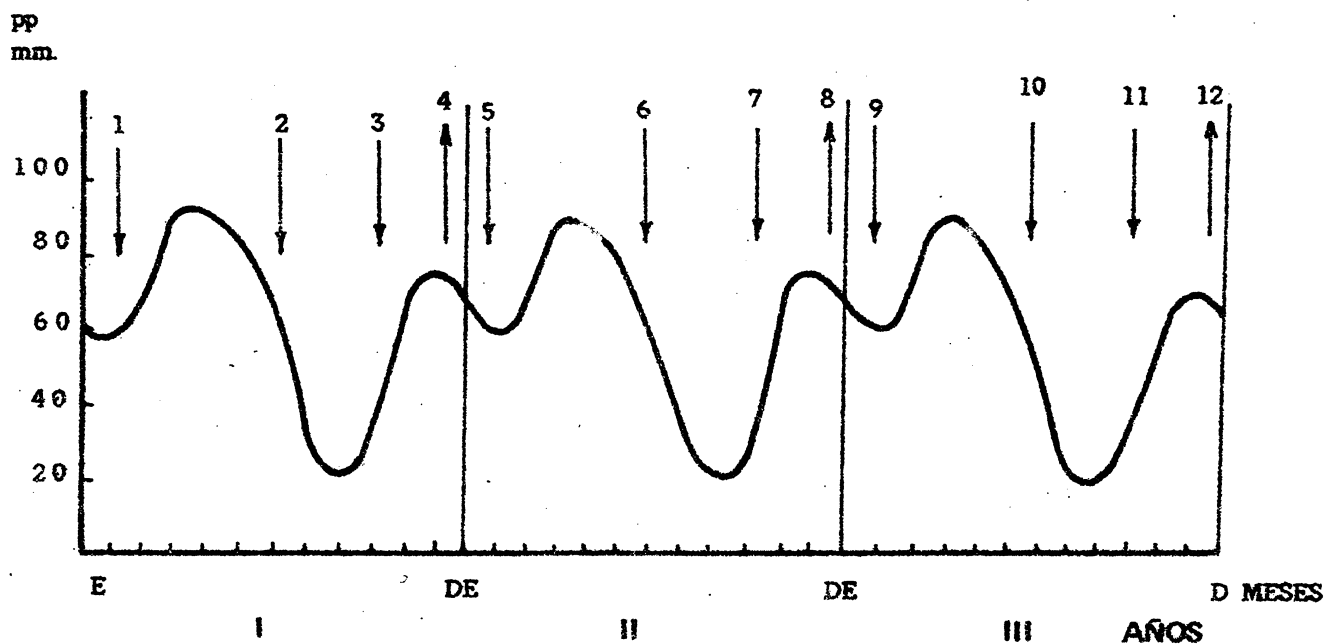


Figura 3: Agricultura permanente.

I. PRIMER AÑO.**Siembra de trigo**

1. Barbecho desnudo
2. Siembra
3. Aplicación herbicida
4. Cosecha

II. SEGUNDO AÑO.**Siembra de trigo**

5. Barbecho cubierto
6. Siembra
7. Aplicación herbicida
8. Cosecha

III. TERCER AÑO.**Siembra de trigo**

9. Barbecho cubierto
10. Fertilización
11. Siembra
12. Aplicación herbicida
13. Fertilización
14. Cosecha

Este sistema permite, por medio del manejo de los residuos de cosecha, la posibilidad de una mayor acumulación y conservación del recurso agua en el suelo. De este modo las siembras continuadas pueden abastecerse de agua y elementos químicos, normales durante el crecimiento y desarrollo del cultivo.

Los objetos básicos, que se pueden lograr a través de la labranza conservacionista, se resumen en los siguientes aspectos:

- Máxima acumulación de agua en el suelo
- Máxima disponibilidad de nutrientes para las plantas
- Máxima prevención de la erosión por viento y agua
- Máxima y efectiva economía en la energía consumida

Se define como labranza conservacionista a toda labor de remoción del suelo, bajo una cubierta protectora de residuos de rastrojo y que se realiza con suficiente anticipación a las siembras. Las siembras a su vez deben realizarse a través de cierta cobertura y con la formación de surcos protectores en prevención de los peligros de erosión.

Como condición indispensable, el suelo deberá acondicionarse de tal manera que se mantenga libre de vegetación viva y que la superficie del suelo, permanezca cubierta el mayor tiempo posible, mientras dure el barbecho y hasta los primeros estados de implantación del cultivo.

Para lograr la máxima efectividad de la labranza conservacionista bajo cubierta de rastrojo, se deben tener en cuenta cinco aspectos fundamentales:

- A. Época y preparación de la labranza bajo cubierta de rastrojo.
- B. Mantenimiento del rastrojo sobre la superficie del terreno, para incrementar la captación de agua de lluvia y evitar los problemas de erosión por agua y viento.
- C. Provocación de aspereza y tamaño de agregados, para aumentar la permeabilidad, aereación e infiltración del agua de lluvia.
- D. Programación de labores de repaso, para eliminar malezas y plantas espontáneas.
Elección de la maquinaria.
- E. Preparación de la cama de siembra y aprovechamiento del agua acumulada.
Elección de la maquinaria.

A. Época de preparación de la labranza bajo cubierta.

Tomando en consideración el primer aspecto, época y preparación de la labranza conservacionista bajo cubierta de rastrojo, ésta deberá realizarse antes de un período de máxima concentración de lluvias y después del levantamiento de la cosecha.

En la región semiárida pampeana esta concentración se produce desde mediados de febrero a mediados de abril, con su pico máximo en el mes de marzo. (Ver Figura 4). Señalados estos dos motivos, la iniciación de la labranza, se realizará en el mes de enero (Ver Figura 5).

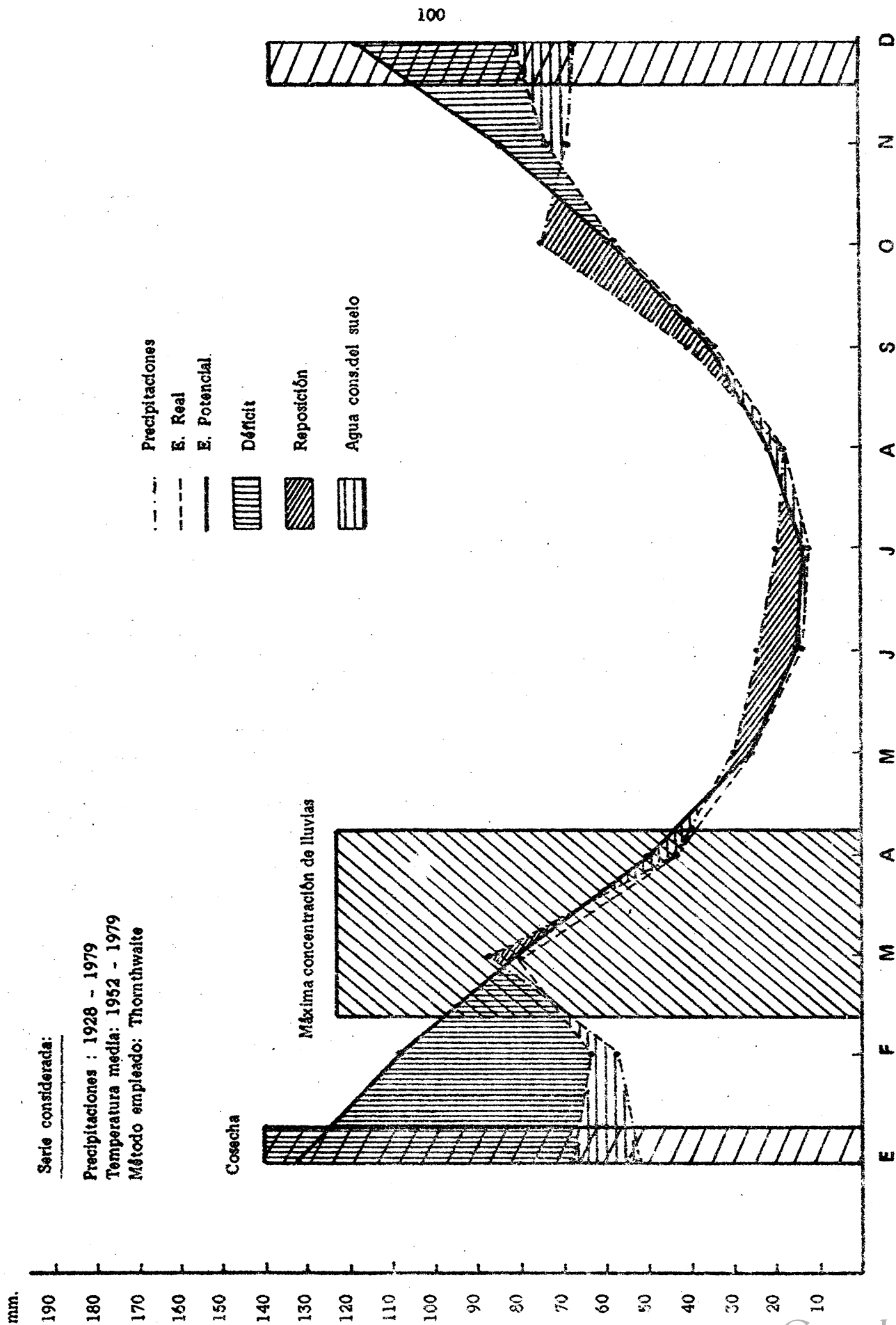


Figura 4: Balance Hídrico Medio. E.E.A. Bordenave.

B. Cobertura.

En la labranza conservacionista se procurará mantener una buena protección de la superficie del suelo, por medio de residuos de cosecha.

Para ello se establecerá la cantidad, clase y grado de humedad de los residuos. Se tendrá en cuenta la elección del implemento para realizar la labranza, las condiciones climáticas en el momento de la tarea, como grado de nubosidad, velocidad del viento, estado y difusión de la maleza.

Cabe señalar, como factor importante, la habilidad y predisposición que el agricultor posea para llevar a cabo un programa de laboreo bajo cubierta de rastrojo.

Al considerar la cantidad y clase de residuos, éste variará de acuerdo al tipo de rastrojo y densidad del mismo. Por ejemplo, en nuestra región los residuos verdes como leguminosas o malezas verdes, se descomponen con mayor velocidad que los que provienen de la paja de los cereales. Estos últimos se descomponen con menor rapidez, permitiendo mantener por más tiempo la superficie cubierta del suelo.

Escala de tiempo
ocupado o/o

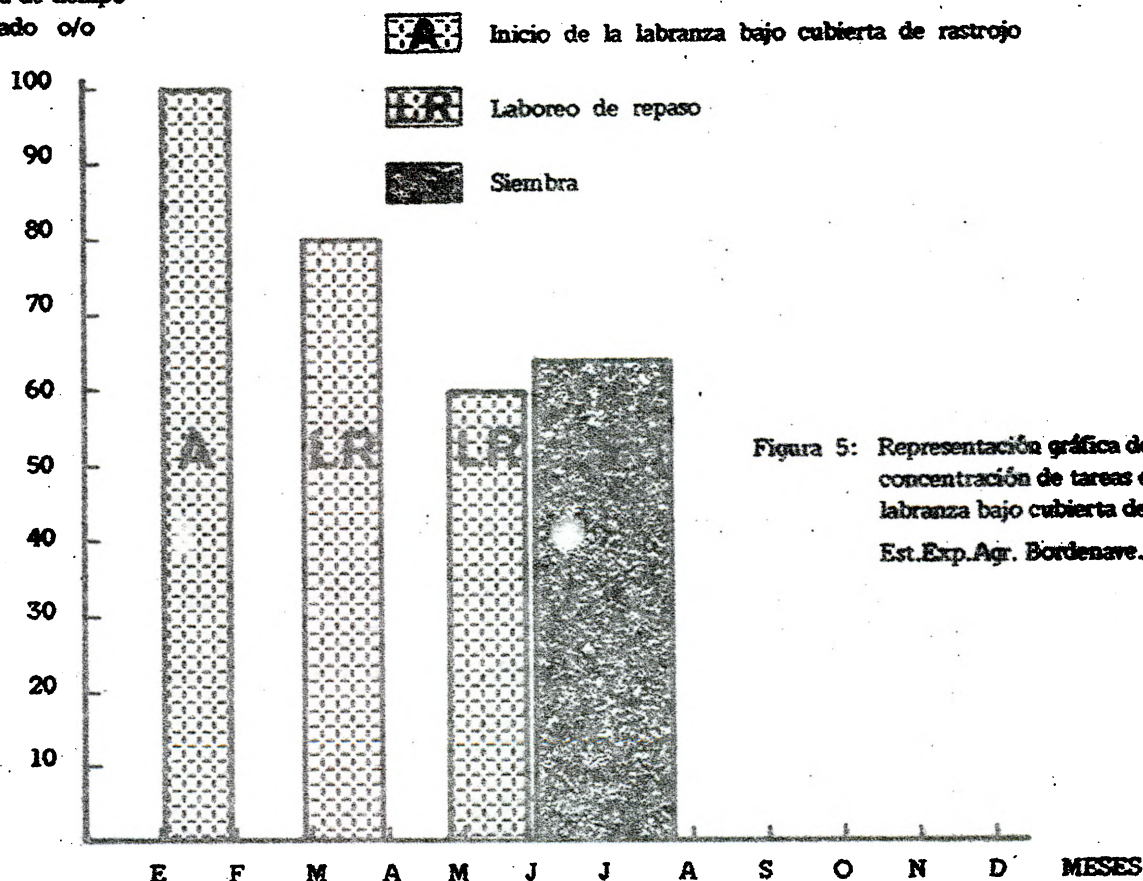


Figura 5: Representación gráfica de máxima concentración de tareas en la labranza bajo cubierta de rastrojo.
Est. Exp. Agr. Bordenave.

Cuadro 2: Balance hídrico medio E.E.A. Bordenave.

Método utilizado: Thornthwaite.

Precipitaciones: 1928 - 1979

Temperatura media: 1952 - 1979

DATOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AÑO
Temp. media	23.3	22.7	19.4	14.9	11.1	7.9	7.4	8.9	11.9	14.8	18.5	21.8	15.2
I: índice calórico	10.28	9.88	7.79	5.22	3.34	2.0	1.81	2.39	3.72	5.17	7.25	9.29	68.14
E.P. diaria s/a	3.7	3.6	2.7	1.9	1.1	0.7	0.6	0.8	1.3	1.8	2.5	3.3	
E.P.M.A.	139	113	87	53	29	17	15	22	39	62	89	126	791
Precipitaciones	56	60	91	47	33	27	21	19	41	79	72	71	617
P - EP	-83	-53	4	-6	4	10	6	-3	2	17	-17	-55	-174
Σ - (P - EP)		-208	+4	-6			+20	-3		+19			
Almacenaje	30	23	27	27	31	41	47	47	49	66	61	46	
Δ Almacén	-16	-7	+4	0	+4	+10	+6	0	+2	+17	-5	-15	
E.P. Real	72	67	87	47	29	17	15	15	39	62	77	86	617
Exceso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déficit	67	46	0	6	0	0	0	0	0	0	12	40	174

Los extremadamente densos o demasiado largos, no se descomponen fácilmente cuasando trastornos a la maquinaria cuando se labran estos suelos.

Los provenientes de variedades de ciclo largo, son propensos a provocar problemas de manejo, en cambio los rastrojos de variedades de ciclo corto o primaverales, son menos densos y de caña corta, siendo fácilmente manejables.

Se considera que los mejores residuos son los provenientes del trigo, a una densidad de aproximadamente 2.500 a 3.000 kg/ha y de un tamaño que oscila entre 30 y 40 cm de longitud.

Al considerar la cantidad de paja, se recomienda, en líneas generales, las siguientes proporciones, según textura del suelo:

Textura	Cantidad de residuos kg/ha
Arenosos	de 2.000 a 4.000
Limosos	1.500 a 3.000
Limo-arcillosos	1.000 a 2.500
Arcillosos	800 a 2.000

En las Estaciones Experimentales de Akron (Colorado) y North Platte, Nebraska fue estudiada la cantidad de residuos para el barbecho cubierto, llegándose a la conclusión que tiene influencia en el incremento a partir de los 3.300 kg/ha a los 6.700 kg/ha. El incremento se estableció en 10 mm. por cada 454 kg/ha de residuos agregados al suelo. Una espesa capa de residuos, concluyen los técnicos resultaría más beneficioso porque reduciría la evaporación del suelo a través de la paja a la atmósfera.

"En la Estación Experimental de Alliance - Nebraska, el profesor Charles Fenster, en sus trabajos bajo cubierta de rastrojo, determinó que las pérdidas de suelo por voladura fue reducida en un 86 o/o con cobertura y por escurrimiento el 95 o/o".

"El resultado de 7 estaciones experimentales en las grandes planicies de Estados Unidos, durante 38 años de ensayos, el agua acumulada en el barbecho cubierto comparado con el barbecho desnudo, fue de 27 mm. más en el cubierto".

Factores climáticos

Los factores climáticos, juegan un rol muy importante en la preparación del suelo bajo cubierta de rastrojo, cuya incidencia puede beneficiar o provocar inconvenientes en el laboreo del terreno.

Conviene trabajar los suelos con un bajo grado de humedad con el objeto de eliminar rápidamente la maleza. Si el grado de humedad es muy elevado, se producen inconvenientes en los equipos mecánicos como atascamiento o empachos o dificultades para cortar la paja.

Se debe preferir trabajar los suelos durante el día, aprovechando la mayor luminosidad posible para que en poco tiempo (menos de 30') la maleza entre en punto de marchitez permanente. Se recomienda no trabajar los suelos en días nublados con probabilidad de lluvia o de noche.

Posición de los residuos

En la posición de los residuos durante el tiempo que dure el barbecho, juega un papel importante el "anclaje" de los mismos. La paja debe quedar semienterrada después de cada operación de labranza, caso contrario en determinadas regiones es fácilmente arrastrada por el viento o por las aguas de lluvia. La posición de los residuos, tiene importancia en la evaporación y pérdida de agua. Los residuos parados tienen mayor efectividad de captación de agua que los echados o recostados y de menor pérdida por evaporación.

Esto se debe a que los residuos parados reducen la velocidad del viento sobre la superficie del suelo y decrece la turbulencia que transfiere vapor a la atmósfera.

"Otra cualidad que presentan los residuos, es la de reflejar la radiación solar. En la Estación Experimental de Archer Wy, se determinó la influencia de la radiación solar sobre un suelo desnudo. Este reflejó el 50,5 o/o, mientras que un suelo cubierto el 59,5 o/o. El 9 o/o más de reflexión, redujo la evaporación potencial del suelo en 0,6 mm por día, durante 26 días selectos desde comienzos de junio a fines de agosto (hemisferio norte)".

Elección del implemento para realizar la labranza conservacionista

Los equipos de labranza deben reunir determinadas características, tales como: poseer eficiencia para incorporar y reducir vegetales muertos, provocar una adecuada rugosidad en el suelo y evitar en lo posible pérdidas de humedad.

En el Cuadro 3 se recomiendan para la labranza bajo cubierta de rastrojo, utilizar los implementos de acuerdo a la textura del suelo y a la cantidad de residuos sobre la superficie del terreno.

El manejo de los residuos no es un procedimiento exacto, varía año a año, de acuerdo al tipo de suelo, a la cantidad de rastrojo y distribución de las lluvias. Dependerá también de la especie, estado y difusión de la maleza.

Para cada situación se deberá adecuar el tipo de implemento y la oportunidad operativa.

El uso de cada uno de estos implementos y el conocimiento de la cantidad inicial de residuos, nos permite establecer el porcentaje de reducción de paja en cada operación y costo. (Ver Cuadros 4 y 5).

Cuadro 3: Elección del implemento de acuerdo a la textura y cantidad de rastreo.
Estación Experimental Agropecuaria Bordenave.

TEXTURA	CANTIDAD DE RESIDUOS KG/HA	IMPLEMENTO
ARENOSOS A FRANCO LIMOSO	Menor a 2000 hasta 4000	<ul style="list-style-type: none"> Arado cincel o cultivador don rejas pie de pato V de 35 cm. Arado pie de pato de 75 cm de reja en V. Arado de reja sin vertedera
	4000 a 6000 o mayor	<ul style="list-style-type: none"> Arado rastra Arado barbechero flexible Rastra de discos doble simple o excéntrica doble Rastra excéntrica pesada
FRANCO LIMOSOS A FRANCO ARCI- LLOSOS	Menor a 2000 hasta 4000	<ul style="list-style-type: none"> Arado rastra Arado barbechero flexible Rastra excéntrica pesada Rastra de discos doble simple o excéntrica doble.
	4000 a 6000	<ul style="list-style-type: none"> Arado rastra Rastra excéntrica pesada Rastra de discos excéntrica doble
	Mayor a 6000	<ul style="list-style-type: none"> Arado rastra pesado Rastra excéntrica pesada Arados de discos

Cuadro 4: (X) Tipos de implementos de labranza: porcentaje de reducción de paja, energía consumida y costo operativo en U\$S.

Estación Experimental Agropecuaria Bordenave.

IMPLEMENTO	XX	VELOCIDAD km/hora	TIPOS de LABRANZA	ENERGIA Requerida HP/ha/hs	CONSUMO lts/ha gasoil	COSTO en U\$S Set. 1980
Arado de reja a 17,5 cm de profundidad lab.	95	6.400	primaria (1era.labor)	57.8	18	9.90
Arado rastra con discos de 24" y 26"	60	6.400	primaria	30.8	10	5.5
Arado rastra en discos de 18" a 20" (Barbecho)	40	6.400	primaria	24.7	8	4.40
Rastra de discos doble simple	40	6.400	primaria	26.4	8	4.40
Rastra excéntrica pesada	50	6.400	primaria	35.8	11	6
Arado cincel o cultivador de campo con púas de 5 cm de ancho y 17.5 cm prof. de labranza	25	6.400	primaria	46.7	15	8.25

(X) : FUENTE: Conservation tillage for Wheat in the Great Plains. C.R.Fenster, H.I. Owens, and R.H.Follet (1977).

(XX): o/o de reducción de paja.

Cuadro 5: Porcentaje de reducción de paja para cada operación, según la elección del implemento agrícola.

IMPLEMENTO	o/o REDUCCION
Arado pie de pato de 75 cm de reja	10
Arado cultivador flexible con rejas pie de pato	25
Barra escardadora	10
Arado rastra (laboreo a 7 cm de profundidad)	30
Arado rastra (laboreo a 13 cm de profundidad)	70
Rastra de discos	40 a 50
Arado de reja	95

C. Aspereza y tamaño de los agregados:

En la labranza conservacionista, la superficie del terreno debe quedar con cierta aspereza y terronosa, con el fin de permitir la rápida infiltración del agua de lluvia y aereación del suelo.

El tamaño de los agregados o terrones debe ser aproximadamente de 10 cm de diámetro, mayores a esta dimensión crea dificultades para su división. Estas microbarreras y la cobertura dejada sobre el terreno, reduce la velocidad del viento y los hace resistentes al impacto de las gotas de lluvia. En estas condiciones los suelos no se "planchan" y pueden almacenar y conservar la humedad del suelo, durante largos períodos de tiempo.

"El impacto sobre el suelo de una gota de lluvia de 1 cm de diámetro, posee suficiente energía, como para llevar a 40 cm de altura, 40 gramos de suelo".

D. Programa de labores de repaso durante la labranza conservacionista.

Como norma en la aplicación de la labranza bajo cobertura, debe programarse el control de todo tipo de vegetación espontánea, sea maleza o plantas guachas, del cultivo antecesor.

El control por vía mecánica, debe realizarse de tal forma que en cada labranza u operación se elimine todo tipo de vegetación y quede suficiente cobertura (paja o maleza muerta) para evitar el planchado del suelo. El control de las plantas se realizará con maquinaria especial, tratando de cortar las raíces y evitando la pulverización del terreno.

El gran problema que experimenta el barbecho cubierto, durante las operaciones de repaso, es el aumento de las posibilidades de erosión por planchado y pérdidas de humedad. En años de abundantes lluvias se intensifica en número de repasos y se hace dificultoso el control de la maleza, en este caso es aconsejable la combinación de herbicida, con la labranza mecánica.

Es necesario tener presente que en cada operación de repaso, se reduce la cantidad de residuos, que en determinadas oportunidades, pueden quedar por debajo de las necesidades exigibles, para realizar un efectivo control de la erosión. debe escogerse con cuidado, la maquinaria específica para cada una de las operaciones de repaso.

La selección de los equipos de labranza, está en relación a varios factores como: cantidad de residuos, grado de descomposición de los mismos, humedad en el suelo, textura, tipo de maleza y longitud del barbecho.

Los equipos para la labranza de repaso deben tener la cualidad de eliminar todas las malezas y evitar la pulverización del suelo y evaporación de la humedad y preparar el lecho de siembra. Si bien es cierto que en cada una de estas labores de repaso, se producen sensibles pérdidas de humedad en la capa superficial del suelo, ésta siempre es menor que la consumida por la maleza o vegetación espontánea.

Generalmente, en nuestra región semiárida las labores de repaso comienzan a partir del mes de marzo (Ver Figura 5) debiéndose repetir todas las veces que haya indicios de vegetación. Caso contrario no es necesario realizar labores de mantenimiento, salvo casos como planchado o suelos muy pesados, tipo arcilloso.

En líneas generales se definen para la región dos a tres labores de repaso. Pero se debe tener presente para cada caso en particular, que éstas dependerán de ciertos factores ecológicos como: cantidad y frecuencia de lluvias, tipo de vegetación, textura del suelo, temperatura ambiente, implemento a utilizar, etc.

Se conocen hasta el presente, varios modelos de herramientas específicas para labores de repaso: como el arado cincel o arado cultivador, barra escurridora, arados pie de pato y cultivadores de campo o vibrocultivadores (Ver Cuadros: 6; 7 y 8).

Cuadro 6: Tipos de implementos de labranza para repaso: porcentaje de reducción de paja, energía consumida y costo operativo en U\$S (XX)

IMPLEMENTO	o/o de reducción de paja	X	Tipo de labranza	Energía Requerida HP/HA/HS	Consumo lts./HA Gas-Oil	Costo en U\$S Setiembre 1980
Arado cincel con púas y rejas de 30 a 45 cm	15	7	Secundaria	29	9	4.90
Barra escardadora con púas	15	8 a 9	Secundaria	21	7	3.80
Barra escardadora sin púas	5 a 10	8 a 9	Secundaria	17	5	2.70
Arados pie de pato de 75 cm de reja	10	8 a 9	Secundaria	31,3	10	5.50
Cultivador de campo o vibro-cultivador de 30 cm de púa y a 10 cm de profundidad	20	8	Secundaria	18	6	3.30
Azada rotativa	20	8 a 9	Secundaria	9,8	3	1.6

(X) Velocidad km/hora

(XX) FUENTE: Conservation tillage for Wheat in the Great Plains. C.R.Fenster, H.L.Owens and R.H.Follet. (1977).

Cuadro 7: Labranza bajo cubierta de rastrojo, programa de repaso y secuencia de labranza: Tipos de implementos. Estación Experimental Agropecuaria Bordenave. (Ejemplo: 1)

		<u>LABORES DE REPASO</u>				<u>SIEMBRA</u>		
		INICIO DEL BARBECHO	1	2	3	4		
TIPOS DE IMPLEMENTOS	A	Arado rastra con discos de 24" a 26"	Cincel	Cincel	Barra	Barra	x	Surco Profundo
	B	Arado rastra o barbecho con discos de 18" a 20"	Cincel	Barra	Barra	Barra	x	Surco Profundo
	C	Arado cincel o cultivador de campo con rejas en V de 35 cm	Cincel	Barra	Barra	Barra	x	Surco Profundo
	D	Rastra de discos Excéntrica doble	Cincel	Cincel	Barra	Barra	x	Surco Profundo
	E	Rastra Excéntrica pesada	Cincel	Cincel	Barra	Barra	x	Surco Profundo
	F	Rastra de discos doble simple	Cincel	Cincel	Barra	Barra	x	Surco Profundo
	G	Arado pie de pato de 75 a 1 m con reja en V	Cincel	Cincel	Barra	Barra	x	Surco Profundo
	H	Arado de reja sin vertedera	Cincel	Cincel	Barra	Barra	x	Surco Profundo
	I	Arados de discos	Cincel	Cincel	Barra	Barra	x	Surco Profundo

(x): Barra escardadora sin púas.

Cuadro 8: Programa de repaso.

Estación Experimental Agropecuaria Bordenave.

(Ejemplo: 2)

		Labores de repaso				
Inicio del barbecho		1	2	3	4*	Siembra
TIPOS DE IMPLEMENTOS	A	A	C	Ba	Bax	Siembra
	B	A	Ba	Bax	Bax	Siembra
	C	C	Ba	Bax	Bax	Siembra
	D	C	Ba	Bax	Bax	Siembra
	E	C	C	Ba	Bax	Siembra
	F	C	Ba	Bax	Bax	Siembra
	G	C	Ba	Bax	Bax	Siembra
	H	C	Ba	Bax	Bax	Siembra
	I	C	Ba	Bax	Bax	Siembra

* Ba : Barra escardadora

Bax : Barra escardadora sin púas

Los siguientes ejemplos muestran al lector, cómo determinar el tipo de labranza y la secuencia de operaciones, para producir una buena cama de siembra.

Primera situación

Se tiene un suelo de textura arenosa a franco, con una densidad de paja de alrededor de 4000 kg/ha, la elección del implemento para la labranza primaria y secundaria, será la siguiente: Según se detalla en el Cuadro 3, se puede elegir para la primer labor de barbecho, el arado rastra, o arado barbechero, o rastra de discos simple o excéntrica doble o rastra excéntrica pesada.

De acuerdo al Cuadro D, si la elección ha sido arado rastra, la secuencia de implementos será la siguiente: Primera labor de repaso con arado cincel. En el caso de haber cierta maleza en el rastrojo, el equipo debe estar provisto de rejas en V de 35 cm. La profundidad de operación no será mayor a 15 cm y la velocidad 6,5 a 7 km/hora. En la segunda operación de cincel, se pasará en diagonal o sea a 45° respecto a la labor anterior y la profundidad no mayor a 18 cm y la velocidad no debe ser superior a 6,5 km/hora. La tercera operación se hará con barra escardadora provista de púas, a una profundidad de 12 cm y a 8 km/hora de velocidad.

Si fuese necesario una cuarta operación se hará con barra, se le quitarán las púas y la profundidad no será mayor a 8 cm, debiéndose pasar entre 8 y 9 km/hora de velocidad.

Segunda situación

Se tiene un suelo de textura franco-limo-arcillosa, con una densidad de paja de alrededor de 6000 kg/ha, según se detalla en el Cuadro 3, se puede elegir el arado rastra o rastra excéntrica pesada o rastra de discos excéntrica doble.

De acuerdo al Cuadro 8, si la elección ha sido rastra excéntrica doble, la secuencia de repasos, será la siguiente: primera labor de repaso con arado cincel, en el caso de no haber maleza, se utilizará el equipo sin las rejas en V, a una profundidad de 15 cm y a 6,5 km/hora de velocidad. En la segunda operación se hará con barra escardadora provista de púas, a una profundidad de 12 cm y a 8 km/hora de velocidad.

La tercera operación se hará con barra escardadora sin las púas a una profundidad de 8 cm y a una velocidad de 9 km/hora.

PRINCIPALES VENTAJAS DE LA LABRANZA CONSERVACIONISTA PARA REGIONES SEMIARIDAS.

1. Incremento de la humedad en el suelo, por
 Almacenamiento
 Conservación
2. Efectos de la temperatura en el suelo
3. Incremento del rendimiento a través de la mayor fertilidad y contenido proteico en el grano de trigo.
4. Control de la maleza.

1. a. Incremento de la humedad del suelo por almacenamiento

La finalidad del almacenamiento es la de lograr que el agua penetre rápidamente en el suelo y quede retenida a disposición de las raíces de las plantas. Para ello es necesario aumentar la velocidad de penetración del agua y favorecer la capacidad hídrica del suelo, para ser luego aprovechada por la vegetación.

Para facilitar este mecanismo se deben considerar dos situaciones bien diferentes: el estado superficial y el interno del suelo. Estos objetivos no son simples de alcanzar en la mayoría de los casos, requieren la aplicación de técnicas especiales para mejorar una u otra situación.

Se conoce la acción erosiva de la lluvia, que la ejerce el impacto de la gota sobre la superficie del suelo. Para que ello ocurra es necesario aplicar al mismo una determinada fuerza capaz de provocar el desprendimiento de las partículas del suelo. Esta fuerza la realiza la gota de lluvia al caer con velocidad y peso, sobre el relieve del terreno.

Cuando la superficie del suelo se encuentra desnuda por razones de sobrepastoreo, compactación o por el trabajo realizado por la labranza convencional el impacto de la gota de lluvia produce la desagregación y suspensión de las partículas en el agua. Como consecuencia del fenómeno, las partículas finas que quedaron en suspensión por efectos de la evaporación del agua, se depositan en el microrelieve del terreno, provocando el taponamiento y barnizado del suelo.

El deterioro físico del terreno por la falta de estabilidad estructural, disminuye en este sentido la capacidad de infiltración del agua y origina un aumento de las condiciones de erodibilidad.

Los suelos afectados se secan rápidamente y se convierten en pavimentos que comúnmente se los denomina "planchados".

En lluvias posteriores incrementan el encharcamiento del agua sobre el suelo y se agrava en mayor grado el escurrimiento superficial.

La incorporación parcial de los rastrojos al suelo y la utilización de instrumentos especiales de labranza para regiones semiáridas, reducen el planchado y aumentan la porosidad y permeabilidad del suelo.

La estabilidad estructural de la capa superficial arable, es fundamental para la resistencia del suelo a la erosión, como así también el mejoramiento de la permeabilidad del agua en el perfil. Estas cualidades dependen en gran medida de la intensidad de los laboreos del contenido de materia orgánica y de los impedimentos físicos estructurales.

Si bien el exceso de labores genera degradación, el uso correcto de las técnicas de manejo hacen posible su aplicación en regiones con problemas de escasez de agua.

La formación de capas impermeables o endurecidas o llamadas también horizontes densificados, tal el caso de los famosos "pisos de arado", generan interrupciones entre el ambiente superficial del suelo y los horizontes inferiores.

En el almacenamiento del agua pluvial, crea discontinuidad en el proceso. La alteración física en momentos lluviosos, produce sobresaturación de la capa arable y escasez de agua o desabastecimiento en profundidad.

Se ha comprobado que su remoción con elementos escarificadores, como subsoladores verticales o rotativos, predispone a una mejor captación y almacenamiento del agua pluvial. Este hecho ha significado un mejor aprovechamiento del agua por parte de los cultivos, con un mayor aumento de rendimiento.

En la Estación Experimental de Eordenave, en un promedio de 8 años el subsolado incrementó la humedad del suelo a 30 cm de profundidad entre 80 y 125 o/o y a 60 cm entre 80 y 150 o/o, siendo mayor el efecto con el uso del subsolador rotativo. Respecto al incremento de rendimiento del cultivo de trigo, el mismo fue de 2. o/o.

1. b. Conservación del agua en el suelo

Según diversos autores, el resultado de la eficiencia del almacenamiento del agua en el suelo, bajo diferentes técnicas de manejo, se reduce a cifras que oscilan entre 8 y 38 o/o del agua caída, durante el período de almacenamiento.

Estas cifras nos indican que la 3/4 parte de las lluvias que caen en las regiones semiáridas, se pierden por diversas causas. Por lo tanto la conservación del agua en el suelo, no es una tarea sencilla, sino requiere la aplicación de un complejo de técnicas capaces de evitar las pérdidas de agua por evaporación y transpiración de las plantas.

Siendo la maleza la causa de mayor pérdida de agua por transpiración, exige un control que puede efectuarse por vía mecánica o química. El control por vía mecánica establece para cada operación, determinadas normas sujetas a la oportunidad y método de acción. En este último aspecto tienen gran importancia las labores superficiales, debido a que cortan las raíces de las plantas sin provocar disturbios al suelo.

El uso correcto de la cubierta vegetal sobre la superficie del terreno, influyen positivamente sobre la reducción de la evapotranspiración como medio para conservar el agua en el suelo.

La utilización del herbicida para controlar todo tipo de vegetación espontánea, es un excelente recurso para ser utilizado en los suelos removidos por la labranza mecánica. Esta combinación posibilita mantener integralmente la cobertura vegetal sobre la superficie del terreno, sin provocar cambios en las condiciones físicas del suelo.

1er. EJEMPLO: Evolución de los rendimientos y eficiencia en el uso de agua, en una rotación barbecho-trigo.

Datos obtenidos de la Estación Experimental de Akron - Colorado.

Período de tiempo	Cambios en los sistemas de barbecho	Precipitación Promedio	Rendimiento trigo/ha	Eficiencia del uso del agua
1916-1930	Reja y dientes	430 mm.	1105	0,46 o/o
1931-1945	Arado rastra-barra escardadora	400 mm.	1282	0,55 o/o
1945-1960	Discos-cultivador y barra	420 mm.	1875	0,75 o/o
1960-1972	Bajo cubierta-control de la maleza	370 mm.	2224	1,03 o/o

La fórmula para determinar la eficiencia del agua: $Ef = \frac{\text{Rendimiento kg/ha}}{\text{Prom.prec.} \times 2 (\text{barbecho} + \text{cultivo})}$

Y la eficiencia del barbecho:

$$Eb = \frac{\text{Dif (agua final del barbecho - agua inicial)}}{\text{mm. de agua en el barbecho}} \times 100$$

Mediante el siguiente cuadro, señala Fenster, el efecto benéfico de la cubierta de rastrojo para conservar la humedad en el suelo durante el período de barbecho:

Localidades y años	Aplicación de paja	Precipitación en el	Eficiencia del barbecho
	kg/ha	barbecho	c/o
Sidney, Mont. 4 años	0	315 mm.	16
	1682		23
	3364		28
	6728		31
Colorado 5 años	1682	545 mm.	28
	3364		31
	6728		35
North Platte, neb. 7 años	0	620 mm.	26
	3364		33
	6728		37
Promedio		493 mm.	29

2. Efectos de la temperatura en el suelo

Mc. Calla, Dule y Englehorn, observaron que cubiertas vegetales pesadas, como de 19 toneladas de paja por hectárea, bajan la temperatura del suelo considerablemente hasta 2,5 centímetros de profundidad.

En Allinace, Nebraska se registró la temperatura del suelo durante tres años hasta 5 centímetros de profundidad en suelos con una cubierta de 1682 kg/ha y desnudos. Los registros máximos de la temperatura del suelo desnudo fue de 7°C, más elevado que el suelo cubierto y 11° más bajo para las temperaturas mínimas. Este efecto se observó entrado el otoño y comienzo de primavera.

Otra cualidad que tiene la paja de trigo, es la de reflejar los rayos solares en los períodos de mayor intensidad de luz, atenuando los efectos de las oscilaciones de las temperaturas. Con la cobertura se logran temperaturas más bajas en verano y altas en invierno.

3. Incremento del rendimiento a través de la mayor fertilidad y contenido proteico en el grano de trigo.

El incremento del agua almacenada en el suelo, será reflejada en los rendimientos del grano de trigo, sólo cuando haya un adecuado contenido de nitrógeno y fósforo en el mismo. Los rendimientos del trigo y contenido de proteína en el grano, declinan considerablemente a medida que se aumenta el nivel de residuos en la superficie del suelo. Con un buen nivel de nitrógeno y fósforo la proteína del grano podrá ser mantenida a un nivel del 15 o/o e incrementar los rendimientos.

Smika, Black, Greb de North Platte, Nebraska, Sidney Montana y Akron Colorado respectivamente, muestran cómo cubiertas mayores a 3500 kg/ha, reducen el contenido de nitrógeno de nitratos durante el período de barbecho, en comparación con suelos desnudos, aunque el porcentaje de humedad aumente considerablemente en los barbechos cubiertos.

Estos técnicos llegan a la conclusión, de que en el barbecho estacional, el uso del arado rastro o herramientas subsuperficiales sin el agregado de fertilizantes, reducen los rendimientos alrededor de 148 kg/ha, conparado con la labranza hecha con arado de reja. Con el agregado de nitrógeno a todos los tratamientos, los rendimientos de grano se uniformaron, pero el contenido de proteína en el trigo fue mayor con el uso del arado de reja, aún cuando no se agregó fertilizante nitrogenado.

Las experiencias llevadas a cabo en la Estación Experimental de Bordenave durante 6 años, respecto al uso de uno u otro implemento para labrar los suelos durante el barbecho, dió como resultado que

no existe diferencia significativa entre los tratamientos, pero sí en el control de la erosión.

En la misma Estación Experimental en diferentes pruebas durante 5 años dieron como resultado, que el agregado de 60 kg/ha de nitrógeno en el barbecho y al momento de la siembra, un aumento de 615 kg/ha o sea 40 o/o con respecto al no barbecho. Y tan solo 316 kg/ha o sea 25 o/o de aumento, cuando el barbecho no se fertilizó. (Cuadro 9).

Cuadro 9: Cuadro comparativo de rendimiento con aplicaciones de fertilizantes nitrogenados, a través del barbecho estacional. INTA - Bordenave.

Años	Barbecho cubierto sin nitrógeno	Barbecho cubierto con 60 kg/ha de N	Sin barbecho
1965	1246 kg/ha	1524 kg/ha	887
1966	1030 kg/ha	1313 kg/ha	1042
1967	1866 kg/ha	2657 kg/ha	1166
1968	772 kg/ha	844 kg/ha	775
1969	1381 kg/ha	1452 kg/ha	845
Promedio:	1259 kg/ha	1558 kg/ha	943

Esto demuestra que la aplicación de nitrógeno y ultimamente de fósforo en los suelos de la región, produce aumentos significativos en los rendimientos del cultivo de trigo.

En el año 1972, se realizó una prueba de barbecho cubierto en un establecimiento rural en el partido de Coronel Pringles (región sub-húmeda seca), utilizando tres variedades comerciales de trigo. El objetivo del ensayo era medir la influencia del barbecho cubierto, sobre el trigo y el contenido proteico en el grano. Si bien no hubo mayores diferencias de rendimiento por la influencia de las lluvias de primavera, la hubo con respecto al contenido proteico del grano de trigo. El aumento expresado en kilogramos por hectárea fue de 17 o/o a favor del barbecho cubierto (Cuadro 10).

Cuadro 10: Cuadro comparativo de rendimiento y o/o de proteína, en un ensayo, para evaluar la práctica del barbecho cubierto. Establecimiento La Curra, Partido de Coronel Pringles - INTA Bordenave (1972).

VARIEDAD	Barbecho cubierto	o/o proteína	kg/ha de proteína	Sin barbecho	o/o proteína	kg/ha de proteína
Klein Imp.	2246 kg/ha	17.4	425	2212	15.2	336
Vilela Sol	2058 kg/ha	19.5	402	2066	17.6	363
Bord. Puán	2308 kg/ha	18.3	422	2115	15.7	332
Promedio:	2270 kg/ha		416	2131		343

Precipitación durante el barbecho: 346 mm.

Promedio total de lluvia: 706 mm.

"Contenido proteico: Promedio de seis experimentales de las Grandes Planicies de Estados Unidos. Informan que el barbecho cubierto muestra un menor contenido de proteína que en el barbecho desnudo".

Promedio 6 experimentales:	Barbecho desnudo	Barbecho cubierto
	14.5 o/o	14.2 o/o

"También llegaron a determinar, que por cada 25 mm. de agua acumulada en el suelo, en el momento de la siembra, disminuye el contenido de proteína en 0,7 o/o".

"Investigaciones recientes indican que el agua acumulada entre 60 y 90 cm en un suelo, el nitrógeno es muy efectivo para producir grano con alto contenido proteico".

Acumulación de nitratos: Uno de los puntos críticos del barbecho cubierto es la acumulación de nitratos que decrece comparativamente con el barbecho desnudo.

"Promedio de 6 Estaciones Experimentales de las Grandes Planicies de Estados Unidos":

Nitrógeno de nitratos al final del barbecho

Desnudo	Cubierto
95 kg/ha	86 kg/ha

"Esta merma en la rotación trigo-barbecho, se debe a la descomposición de los residuos, equilibrándose con el desnudo al cabo de dos ciclos o sea trigo-barbecho, trigo-barbecho".

"Otra razón de haber una menor acumulación de nitrógeno, en el barbecho cubierto comparado con el desnudo, es la utilización de NO_3N por parte de la maleza después de la cosecha. Tomando todo el período del barbecho, la diferencia de acumulación de nitrógeno, ocurre en el período desde cosecha a otoño. Cuando se realiza un buen control de la maleza en el otoño, del barbecho cubierto, la acumulación de nitrógeno es igual o mayor al del barbecho desnudo. La aplicación de nitrógeno en el barbecho cubierto, iguala en un cierto tiempo al desnudo".

"Aproximadamente 83 a 86 kg/ha de nitrógeno es removido del suelo desde 1,80 m. de profundidad para producir 2700 kg/ha de trigo, con un aceptable contenido de humedad".

4. Control de la maleza

Una de las mayores ventajas que se observa en la labranza bajo cubierta de rastrojo, es el efectivo control de la maleza durante las labores de repaso. Un ejemplo se demuestra en la Estación Experimental de Bordenave, que mediante la rotación barbecho-trigo-barbecho, se redujo el stand de plantas por metro cuadrado de *Diploaxis tenuifolia*, en un 88,5 o/o (Cuadro 11).

Cuadro 11: Cuadro comparativo de control de *Diploaxis tenuifolia* con barbecho v/s no barbecho.

INTA. Bordenave años 1973-74.

Especie de maleza	Barbecho - trigo - barbecho	v/s no barbecho
<i>Diploaxis tenuifolia</i>	22 pl/m ²	191 pl/m ²

o/o de reducción de *Diploaxis*: 88,5

Principales desventajas de la labranza conservacionista

1. Aumento de las condiciones de aerodifusibilidad
2. Marcado aceleramiento de la destrucción de la Materia Orgánica
3. Incremento de las enfermedades fungosas y fitotoxiciad de cultivos antecesores
4. Control más difícil de determinadas especies de maleza y en algunos casos de mayor difusión
5. Son mayores los rendimientos del cultivo de trigo en años secos y sub-húmedos y menores o iguales en años húmedos.
6. Mayor costo operativo.

Breve descripción de las principales desventajas:

1. Aumento de las condiciones de aerodilidad.

El problema de la predisposición del suelo a la erosión en la labranza conservacionista, dependerá en gran medida de las condiciones ecológicas que se considere y a la cobertura.

En zonas de escasez de precipitaciones y con suelos franco arenosos a arenosos, el control de la maleza por vía mecánica, expone al suelo a correr el riesgo de erosionarse. De igual manera ocurre en zonas con abundantes lluvias y de relieve inclinado, que para controlar la maleza se incrementan el número de operaciones de labranza. Bajo estos tratamientos la superficie del terreno, se expone a un planchado y escurrimiento rápido del agua, provocando abundantes zanjas y cárcavas.

2. Marcado aceleramiento de la destrucción de la materia orgánica.

La materia orgánica incorporada al suelo, es una importante fuente de energía, que va a ser empleada por los microorganismos del suelo para su vida. Esta materia orgánica tiene suficiente energía solar (equivalente calórico), que se puede considerar que por cada porcentaje de materia orgánica contenida en una hectárea, equivale a 12,5 toneladas de antracita.

Cuando los microorganismos comienzan a transformar la materia orgánica, se producen cambios físicos y bioquímicos, reduciéndola a compuestos cada vez más simples, pero menos aprovechables por ellos, hasta la formación de humus.

A su vez los microorganismos aprovechan la energía de la materia orgánica, actuando sobre las rocas, para conseguir una mayor liberación de elementos químicos que pasan a engrosar la corriente alimenticia de los vegetales. Es decir que los microorganismos actúan sobre la fertilidad potencial o de reserva, para transformarla en fertilidad actual o real.

Los microorganismos al morir van liberando de sus cuerpos, compuestos gaseosos que disueltos en agua o en forma gaseosa, son aprovechados por los vegetales.

El CO_2 que se desprende en forma de gas o disuelto en agua, tiene vital importancia en la alimentación de los vegetales.

En suelos bien formados la relación C/N debe ser de 10 C/1N, esta relación expresa la velocidad con que los microorganismos transforman la materia orgánica.

La materia orgánica está compuesta por carbono C y N nitrógeno, elementos importantísimos para el desarrollo de los vegetales. Esto se logra con los microorganismos que al actuar sobre las sustancias cuaternarias C-H-O y N, dejan en libertad compuestos solubles y la formación de gérmenes fijadores de nitrógeno atmosférico, que abundan en el suelo.

Cuando la relación es de 15 C/1N, decimos que es una relación amplia, esto indica que algún factor ya sea físico (aereación - escasez de agua) o químico (algún elemento en estado crítico) no permite transformar la materia orgánica con suficiente velocidad, también ello nos indica que existe escasa cantidad de microorganismos.

La relación más estrecha 5 C/1N, indica que hay escaso aporte de materia orgánica al suelo, o demasiada aereación, que hace que se transforme la materia orgánica de inmediato.

La relación C/N amplia, favorece la inmovilización del N y estrecha la mineralización. Esto tiene importancia en determinadas épocas, porque puede haber lavado de NO_3 ó de NH_4 .

Por cada gramo de paja, al cabo de 1 a 2 semanas (depende de la temperatura y humedad), los microorganismos constituirán el 15 a 20 o/o de su peso total. Las bacterias NITROSOMONAS y NITROBACTER, son los encargados de oxidar el amoníaco para convertirlo en nitritos y oxidar los nitritos para transformarlos en nitratos, este último elemento aprovechable directamente por las plantas.

La remoción excesiva de los suelos a través de las labranzas, trae como consecuencia una rápida transformación de la materia orgánica y su destrucción, sobre todo en aquellos casos de escaso aporte de residuos o abundante aereación por remoción o textura del suelo.

Se determina la relación C/N, dividiendo la cantidad presente de C y N, expresado en libras o porcentaje de cada constituyente.

El ejemplo nos ilustra del siguiente modo:

- la paja de centeno contiene $\begin{cases} 49,9 \text{ libras de C : } 22,60 \text{ gramos} \\ 0,3 \text{ libras de N : } 0,130 \text{ gramos} \end{cases}$

el resultado es el siguiente: 22,60 gr. C/0,130 gr. N : 167 kg C/1 kg N.

o sea si tenemos 2.500 kg/ha de paja, la cantidad de nitrógeno será:

$$\begin{array}{rcl} 167 \text{ kg} & \dots\dots\dots & 1 \text{ kg/N} \\ 2500 \text{ kg} & \dots\dots\dots & \frac{2500 \times 1}{167} : 14,9 \text{ kg/H/ha} \end{array}$$

Otro ejemplo: Un rastrojo de trigo de 2500 kg/ha contiene alrededor de 12,5 kg de N/ha.

Un rastrojo de maíz de 3000 kg/ha contiene alrededor de 30 kg de N/ha.

3. Incremento de las enfermedades fungosas y fitotoxicidad por cultivos antecesores:

Con respecto a este punto, la información que posee la región semiárida es muy escasa y de incidencia prácticamente nula.

De acuerdo a la bibliografía se citan las siguientes enfermedades de raíz y a la cual tendremos que estudiar en un futuro próximo: "Fusarium, Aureobasidium, Helminthosporium, Alternaria, Curvularia, Pytium, Ophiabulus y nemátodos como Heterodera Avenae".

Problemas fotónicos en la labranza bajo cubierta:

Los residuos después de la cosecha contienen materiales solubles en agua que serán luego tóxicos para el cultivo de trigo. La presencia de compuestos tóxicos en el suelo es importante, cuando la semilla se pone en contacto con los residuos. Los rendimientos se reducen a veces a porcentajes elevados y esto es atribuido al colchón de rastrojo como primera instancia y a sus sustancias tóxicas.

"En Lincoln, Nebraska, se ha medido la toxicidad de los residuos después de la cosecha de maíz, trigo, avena y sorgo y el tiempo que estos residuos conservan su toxicidad en campos donde se ha cultivado trigo. En general se puede afirmar que todos los cultivos contienen en el momento de la cosecha sustancias tóxicas, que reducen la germinación, el desarrollo radicular y de la planta. La planta de sorgo es una de las que contienen mayor cantidad de sustancias tóxicas y reduce la germinación del trigo en un 75 o/o. Al cabo de 16 semanas reduce entre 37 y 75 o/o y todavía a las 28 semanas contiene sustancias tóxicas. Para el maíz se reduce la toxicidad al cabo de 8 semanas".

El trigo y la avena son los que poseen menor contenido y sólo reduce el 6 o/o la germinación. Luego de 8 a 16 semanas desaparece por completo el efecto tóxico.

También los microorganismos del suelo producen fitotoxina cuando se practica barbecho bajo cubierta. Se calcula que un 40 o/o de microorganismos producen fitotoxinas.

4. Control más difícil de determinadas especies de maleza y en algunos casos de mayor difusión.

Se puede afirmar que en suelos barbechados existen especies de maleza, que se torna dificultoso su control, como ser el caso de avena fatúa y raigrás, cuyo ciclo es similar al cultivo de trigo.

En el primer caso, la aparición de avena fatua en los barbechos ocurre por tener el suelo un buen nivel de humedad y fertilidad, predisponiendo a la semilla de avena, a germinar rápidamente a partir de abril hasta la finalización del barbecho.

En el raigrás debido a su sistema radicular en forma de cabellera, el control se realiza con grandes dificultades. En su abundante sistema radicular, el suelo HUMEDO se mantiene fuertemente adherido entre las raicillas, sirviendo de reserva y sostén a la planta.

5. Son mayores los rendimientos del cultivo de trigo en años secos y subhúmedos

y menores o iguales en años húmedos.

Resultados de rendimiento a través de 16 años de ensayos:

Años	Precipitación	Barbecho	Testigo sin barbecho	B + N (60 kg/ha)
1965	537,9	1246	887	1524
1966	658,0	-1030	1040	1313
1967	685,2	1866	1166	2657
1968	640,8	1042	775	1139
1969	673,7	1692	845	1452
1971	497,2	1006	809	
1972	666,4	1481	1079	
1973	814,1	1919	1433	
1974	536,7	1414	726	
1975	468,0	725	688	
1976	894,6	2466	1535	2295
1977	825,2	2054	1820	
1978	970,4	2196	1731	
1979	663,3	1622	843	
1980	592,4	1956	1503	
1981	560,3	-1411	1554	
		Σ 25126	18434	
16 años	Promedio :	1570 kg/ha	1152 kg/ha	
		Diferencia	418 kg/ha	36 o/o

Utilización del agua almacenada

Hecha la descripción en líneas generales sobre el extenso y complejo proceso de captar, almacenar y conservar el agua en el suelo, es preciso dedicar atención al planeamiento del futuro uso de esta humedad. Es decir que a partir de esta etapa, comienza un subperíodo de aprovechamiento del agua disponible para las plantas cultivadas. Cuatro son los aspectos a tener en cuenta para lograr un excelente cultivo, los mismos son los siguientes:

1. Fertilización
2. Fecha de siembra y densidad
3. Profundidad
4. Sistema de siembra

1. Fertilización.

En general el agregado de nitrógeno al suelo en el momento del barbecho, incrementa la acción biocrobiana y favorece la descomposición de los residuos.

La cubierta de rastrojo incorporada al suelo, tiende a reducir el nitrógeno en comparación con el suelo desnudo, en ambos casos el agregado de nitrógeno es económico para obviar dichos inconvenientes.

Los factores que se deben considerar para lograr buenos resultados son los siguientes: conocer la textura del suelo, temperatura, color, profundidad, porcentaje de materia orgánica, cantidad de residuos, humedad del suelo; precipitaciones anuales, historia del cultivo y el análisis del nivel nutricional.

La aplicación del nitrógeno se puede realizar según tres sistemas de fertilización:

- a. Gas: amonio anhidro
- b. Líquido: nitrato de amonio, urea.
- c. Sólido: nitrato de amonio, urea y fosfato de amonio.

El primero es utilizado en el barbecho en los meses de otoño, con el fin de incrementar el crecimiento y actividad microbiana. Deberá ser aplicado a 20 cm de profundidad y se recomienda alrededor de 45 kilos/hectárea.

La forma líquida, puede ser utilizada en cualquier tiempo, otoño a comienzos de la primavera, tiene la ventaja de su fácil aplicación y uniforme distribución.

La forma sólida, se aconseja usar en primavera en aquellos casos que contengan NO_3 . Para el agricultor le resulta muy fácil la aplicación y manipuleo del fertilizante. En las dos últimas formas: líquida y sólida, la cantidad aconsejada oscila alrededor de 60 kg/ha.

Fósforo: Usualmente se aplica en el otoño en forma indistinta, líquida o sólida. Generalmente el agricultor aplica el fósforo en forma de superfosfato o fosfato de amonio, a razón de 40 kg/ha de P_2O_5 . Últimamente se han obtenido sobre lomas de toscas, excelentes resultados de rendimiento de trigo, mediante el agregado de 18 kg/ha de P_2O_5 .

Aplicando ambos elementos N y P se logran los mejores resultados cuando el análisis del suelo predice las necesidades de los dos elementos, caso contrario los rendimientos del trigo no difieren entre sí.

2. Fecha de siembra y densidad.

La atención debe iniciarse por brindar a la futura siembra, óptimas condiciones de humedad y firmeza en el lecho de siembra, para una rápida germinación y establecimiento del cultivo.

La puntualidad en la fecha de siembra tiene importancia, porque una siembra tardía o fuera de época puede competir con la humedad del suelo, afectan el normal desarrollo y crecimiento del cereal.

La fecha óptima y el número adecuado de plantas por unidad de superficie, determinan excelentes posibilidades, para obtener buenos resultados.

Es conveniente adecuar la densidad a las respectivas épocas de siembra, para atenuar de esta manera los posibles daños de sequía, arrebataimiento y vuelco.

Dentro de una misma región varios factores juegan en la determinación de la cantidad de semilla a sembrar para tener la densidad óptima de espigas. El tamaño de grano, o sea el peso de 1.000 granos que en nuestras variedades oscila entre 28 y 42 gr.; la capacidad de macollaje: las de ciclo largo por lo general macollan más que las de ciclo medio o corto, la época de siembra: en las tempranas la densidad puede ser menor por cuanto el macollaje es mayor, en cambio a medida que se atrasa la siembra, es conveniente aumentar la cantidad de semilla por hectárea.

Se considera satisfactoria una población de 400-500 tallos fértiles por metro cuadrado en la cosecha. Para lograrlo se recomienda sembrar en la región húmeda y subhúmeda de 250 a 300 semillas por metro cuadrado y de 180 a 200 en las semiáridas.

Se estima que normalmente se pierde un 20 o/o de semillas y plantas por factores de diversa índole.

La densidad del cultivo se adecúa también a la productividad del suelo. En la región semiárida con lluvias escasas y suelos de menos fertilidad, la densidad debe ser menor.

El método de siembra también debe ser tenido en cuenta para resolver la cantidad de semilla.

Se detallan a continuación las densidades en las distintas épocas:

- Época temprana: 180 - 200 granos por metro cuadrado
- Época intermedia: 200 - 240 granos por metro cuadrado.
- Época tardía: 240 - 300 granos por metro cuadrado.

3. Profundidad de siembra.

La profundidad de siembra es muy importante, debido a que la semilla debe colocarse en un piso firme, húmedo y cubierto con suficiente suelo, para evitar el rápido secado. El cubrimiento de la semilla en suelos de textura media, no debe ser mayor a 4 cm, en cambio en los sueltos, la profundidad puede oscilar entre 3 a 6 cm. A mayor profundidad la semilla pierde vigor y crece con dificultad haciéndose muy susceptible a enfermedades y sensible a bajas temperaturas.

4. Sistemas de siembra.

La siembra de cultivos de cereales, principalmente del trigo, demanda cambiar sistemas tradicionales o convencionales por métodos modernos y eficientes.

Para lograr una excelente germinación, la semilla debe colocarse en condiciones óptimas de humedad y sobre un lecho firme y sin cámaras de aire. En la labranza bajo cubierta, la siembra debe realizarse con sembradoras especiales a surco profundo o a surco semi-profundo. Estas máquinas sembradoras tienen que tener la cualidad de colocar la semilla a través de un colchón de rastrojo y en un ambiente húmedo.

Tipos y sembradoras comunes para la siembra de cereales:

1. A surco semi-profundo

con discos simples de gran diámetro

con discos dobles

con ruedas compactadoras
2. A surco profundo

con zapatas anchas y angostas

con ruedas compactadoras

Las razones de seleccionar un grupo u otro de sembradoras, dependerá de la textura del suelo, de la cantidad de residuos sobre la superficie del terreno y del grado de erosión.

En suelos de textura franco a franco arcillosa, se utilizará el primer grupo (1) de sembradoras y los de textura arenosa a franco, las correspondientes al segundo grupo (2).

Las sembradoras correspondientes al segundo grupo (2) vienen provistas de zapatas o rejas abresurcos, de ancho variable 3,5 a 12,5 cm. Se prefieren las más angostas de 3,5 a 7,5 cm, por provocar al paso de la sembradora, menor turbulencia y como consecuencia menor pérdida de humedad. Las ruedas son en general de hierro o goma, huecas y angostas (5 a 15 cm).

Para suelos con mayor contenido en limo y arcilla, se utilizan las ruedas empaquetadoras dobles convexas (45° de ángulo). Con precipitaciones de relativa intensidad el empleo de este tipo de rueda no produce encostramiento en la banda de siembra, como se observa con mayor frecuencia con el uso de la rueda compactadora. Las neumáticas o de caucho macizo, tienen la ventaja a las de hierro de que el suelo, no se pega con tanta facilidad.

Las sembradoras deben reunir otras características a las descriptas, como poseer una altura de 60 cm entre el bastidor de la máquina y las zapatas.

Esta separación permite el libre desplazamiento de la paja a través de la sembradora. Entre zapatas la distancia no debe ser inferior a 40 cm y las mismas colocadas en zig zag, para evitar que la paja se en-ganche en la vertedera de la sembradora.

La distancia entre surcos de siembra varía según modelo de sembradora entre 20 a 35 cm, no lográndose diferencias de rendimiento entre estas distancias, pero sí en cuanto al control de la erosión. Se aconseja para suelos franco arenosos, la mayor separación y a la inversa, en aquellos de textura franco limo-arcillosos.

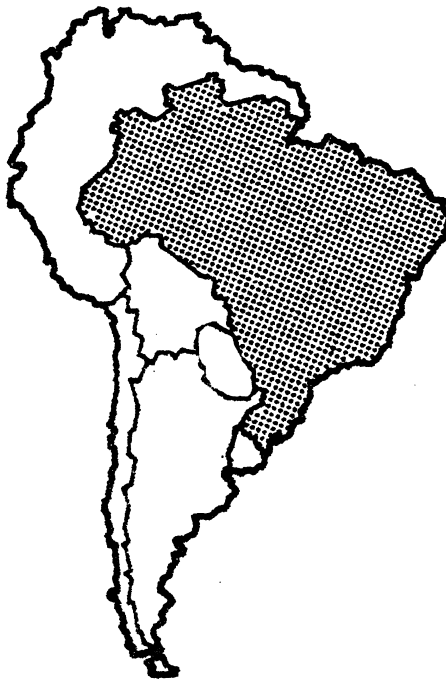
Cuando la superficie del terreno es un tanto irregular o habiendo terrazas de por medio, es necesario que la sembradora tenga flexibilidad para adaptarse al terreno. El ancho de labor más aconsejable en estos casos oscila entre 1,80 a 2,40 m de sección.

BIBLIOGRAFIA

1. Atlas climático de la República Argentina. Secretaría de Aeronáutica. Servicio Meteorológico Nacional. Buenos Aires. 1960.
2. BONNIN, J.A. Tecnología del uso del agua pluvial en el SW de España (Badajoz-Huelva). Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza. Madrid, Diciembre de 1976.
3. BUCKMAN y BRADY. Naturaleza y propiedades de los suelos. Montaner y Simón, S.A. Barcelona 1970.
4. BROWN, P.I.: Manejo de residuos herbáceos en el área de Conrad. Servicio de Investigaciones Agrícolas. U.S.D.A. Bozeman, Montana 1963.
5. CAZENAVE, J.: Agricultura sin arar: un estudio que puede producir real revolución agraria mundial. Información técnica. Revista AACREA. Noviembre 1976.
6. Campaña de difusión intensiva de tecnología en trigo. Programa regional. Etapas del cultivo. Estación Experimental Agropecuaria Bordenave. Mayo 1982.
7. D'HIRIART A.: Almacenamiento de agua en el suelo y efecto sobre la producción de centeno. INTA E.E.A. San Luis. Villa Mercedes (San Luis). 1977.
8. DULEY, F.L. and FENSTER, C.R.: Stubble mulch farming methods for fallow areas. E.C. 54-100 Univ. Nebraska, Lincoln 19 pp. 1960.
9. Enginerring Handbook, for soil Conservationists in the Corn Belt. Agriculture Handbook N°135. Soil Conservation Service. United States Department of Agric. September 1958.
10. El clima de las regiones áridas en la República Argentina. Revista de Investigaciones Agrícolas. T. XVII. N°4. Buenos Aires. 1963.
11. FENSTER C.R. Stubble mulching with various types of machinery. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 24:518-523. 1960.
12. FENSTER, C.R. and McCALLA, T.M.: Tillage practices in western Nebraska in a wheat-sorghum-fallow rotation. Bul S.B. 515. Nebraska Agr.Exp.Lincoln. 23 pp. 1971.
13. FENSTER, C.R. Soil maagment research and farmer practices in the Great Planis of North America. Scotts-bluff Exp. Stations. Univ. of Nebraska. 1974.
14. FENSTER, C.R. Stuble mulching. Scottsbluff Stations, University of Nebraska. 1973.
15. FENSTER, C.R.; OWENS, H.I. and FOLLET, R.H.: Conservation tillage for wheat in the Great Plains. U.S. Departamer of Agriculture Extension Servi. July 1977.
16. GLAVE, A.E.: Manejo de suelos para trigo. Circular de Extensión N°6. INTA. E.E.A. Bordenave, 1972.
17. GLAVE, A.E.: Manejo del suelo para trigo en la región semiárida de la provincia de Buenos Aires. Argentina. Primera Reunión Latinoamericana de trigo. Puerto Alegre, Brasil. Octubre de 1974.
18. GLAVE, A.E.: Informe final de beca, México y Estados Unidos. INTA. E.E.A. Bordenave. 1975.
19. GLAVE, A.E.: Influencia de las técnicas de manejo de suelos en el rendimiento del cultivo de trigo en áreas de secano. Publicación interna de INTA. E.E.A. Bordenave - Diciembre 1975.
20. GLAVE, A.E.: Problemas actuales de la erosión, su importancia y su influencia en la productividad. Publicación interna de INTA. E.E.A. Bordenave. Octubre 1976.
21. GLAVE, A.E.: Agronomic Techniques to improve the wheat yields in low rainfall areas. International Winter Wheat Conference. Proceedings. Zagreb - Yugoslavia. Junio 1975.
22. GLAVE, A.E. Caracterización física y económica de la región semiárida Bonaerense, Informe 9 (CIC) - La Plata 1975.
23. GLAVE, A.E.: El barbecho para trigo en la región semiárida Pampeana. Estación Experimental Agropecuaria Bordenave. Informe Técnico N°15 - 1978.
24. GLAVE, A.E.: Manejo de suelos y agua, en regiones semiáridas. E.E.A. Bordenave. Abril 1978.

25. GLAVE, A.E.: Los cultivadores y sus características. Boletín de Divulgación N°6 - Junio 1980 - E.E.A. Bordenave.
26. GLAVE, A.E.: Técnicas de Producción de trigo en las grandes Planicies del Oeste de Estados Unidos.- Informe Técnico N°19 - 1976.
27. Great Plains Conservation Tillage. Publicación N°77. Ft. Collins. Colorado. August 10-12, 1976.
28. GREB, B.: Reducing Drought effects on croplands in the West-Central Great Plains. Bulletin N°420 - U.S. Departamento of Agriculture. June 1979.
29. HEPWORTH, H.M.; ZINN, T.C.; ANDERSEN, W.L. More wheat from fallow farming USAID. Oregon State University Team. January 1973.
30. Informe sobre la subregión triguera V sur. Trabajos inéditos E.E.A. Bordenave, 1964.
31. KUGLER, W.F.: Labranza del suelo en las regiones semiáridas de los Estados Unidos y Canadá. IDIA (31): 4-12 Ministerio de Agricultura y Ganadería. Buenos Aires. 1950.
32. Las tierras áridas y semiáridas de la República Argentina. Informe nacional. IDIA N°186. Instituto de Suelos y Agrotecnia. Junio 1963.
33. Las regiones áridas y semiáridas de la Argentina. Informe preliminar Recife. (Pernambuco-Brasil). Oct. 1962. Instituto de Suelos y Agrotecnia.
34. LOEWY, T.: Relación entre métodos de labranza y fertilidad nitrogenada del suelo, para trigo en Bordenave (Bs.As.) Set. 1980 - E.E.A. Bordenave.
35. LOEWY, T. and SEEWALD, H.: Fertilidad nitrogenada para trigo en suelos del sudoeste Bonaerense. E.E.A. Bordenave. Setiembre 1980.
36. PREGO, A.J.: La erosión eólica en la República Argentina. Ciencia e Investigación. XVII (8):307-323. Buenos Aires. Argentina 1961.
37. PREGO, A.J.: La conservación y manejo del suelo, el agua y las plantas, en la región pampeana. Setiembre 1976. Publicación Interna de INTA-Revadavia 1439 - Buenos Aires.
38. Primeras Jornadas agronómicas de Tres Arroyos. Tema fertilidad del suelo. Abril de 1969. Centro Regional de profesionales de la Ingeniería de Tres Arroyos. Buenos Aires.
39. PURICELLI, C.A.: Eficiencia hídrica de los barbechos y sus efectos sobre los rendimientos de los cultivos en un sector de la región pampeana argentina. E.E.R.A. Marcos Juárez (INTA), marzo 1977. Argentina.
40. RETZLAFF, R.E.J.; HOFMAN, V.L.: Economics of Energy Used in Fallow Systems for Winter Wheat - Fallow Rotation. Neb Guide. University of Nebraska - Lincoln, September 1980.
41. SUAREZ de CASTRO, F.: Conservación de suelos. Salvat Editores S.A.Bs.As. 1956.
42. Summer Fallow in the western United States. Conservation Research Report N°17 Agricultural Research Service. United States Department of Agriculture ap. 1974.
43. PROHASKA, F.: El problema de las sequías en la región semiárida pampeana y la sequía actual. IDIA N° 155 - Nov. 1960.
44. WEBER, F.A.: Tendencia de las lluvias en la Argentina en lo que va del siglo. IDIA N°48. -Diciembre 1951.
45. WOODRUFF, N.P.; LEOSN LYLES, F.H.; SIDDOWAY and FRAYREAR, D.W.: Agriculture information. Bulletin N° 354. How to control wind, erosion. Washington D.C. June 1972.
46. ZAFFANELLA, J.R.M. Importancia del estado físico superficial del suelo en la Agricultura pampeana de secano. Edafología Agrícola INTA Castelar. Marzo 1977. Argentina.

BRASIL





3.2. PREPARO DO SOLO EM TRIGO NO ESTADO DO PARANÁ

MARCOS JOSÉ VIEIRA *

CONDICIONANTES: O Estado do Paraná caracteriza-se por ser uma região tipicamente de transição climática. As regiões Norte e Oeste do Estado possuem características de clima tropical com verão úmido e inverno seco enquanto que as regiões Centro-sul e Sul apresentam características de clima subtropical com chuvas melhor distribuídas durante o ano. O regime térmico nas regiões de clima tropical apresenta temperaturas máximas e mínimas mais elevadas que as regiões subtropicais. Portanto, os riscos de ocorrência de geadas em trigo nas regiões subtropicais são mais elevados. Já, nestas regiões o trigo é favorecido por menores taxas de evapotranspiração e melhor distribuição de chuvas, conferindo menores riscos de perda por déficit hídrico. Mapas climáticos mostrando valores numéricos de ocorrência de chuvas, temperaturas dos meses críticos para a cultura, bem como valores de evapotranspiração potencial são apresentados.

Do ponto de vista edáfico as áreas com predominância de clima subtropical apresentam solos com maiores conteúdos de matéria orgânica no horizonte A, conferindo a estes, maiores valores de capacidade de armazenamento de água. Dados numéricos neste sentido são apresentados, comparando-se alguns solos de ocorrência nas regiões de clima tropical e subtropical. Aliado ao aspecto clima descrito anteriormente, o maior armazenamento de água nos solos das regiões subtropicais conferem a cultura do trigo menores riscos de perda por seca.

Logicamente, a produtividade do trigo no Estado do Paraná não é afetada negativamente apenas por secas e geadas. Outros fatores importantes como doenças e mau manejo do solo são apresentados.

FILOSOFIA DA PESQUISA EM MANEJO DO SOLO

Dado que a resolução do problema de perdas na produção por ocorrência de secas esbarra invariavelmente em problemas econômicos, sociais e técnicos quando se pensa em irrigação do trigo, a pesquisa tem direcionado seus esforços no sentido de economizar água no sistema solo-planta-atmosfera.

É um dos fatores com que se conta para modificar o balanço de água neste sistema é o preparo do solo.

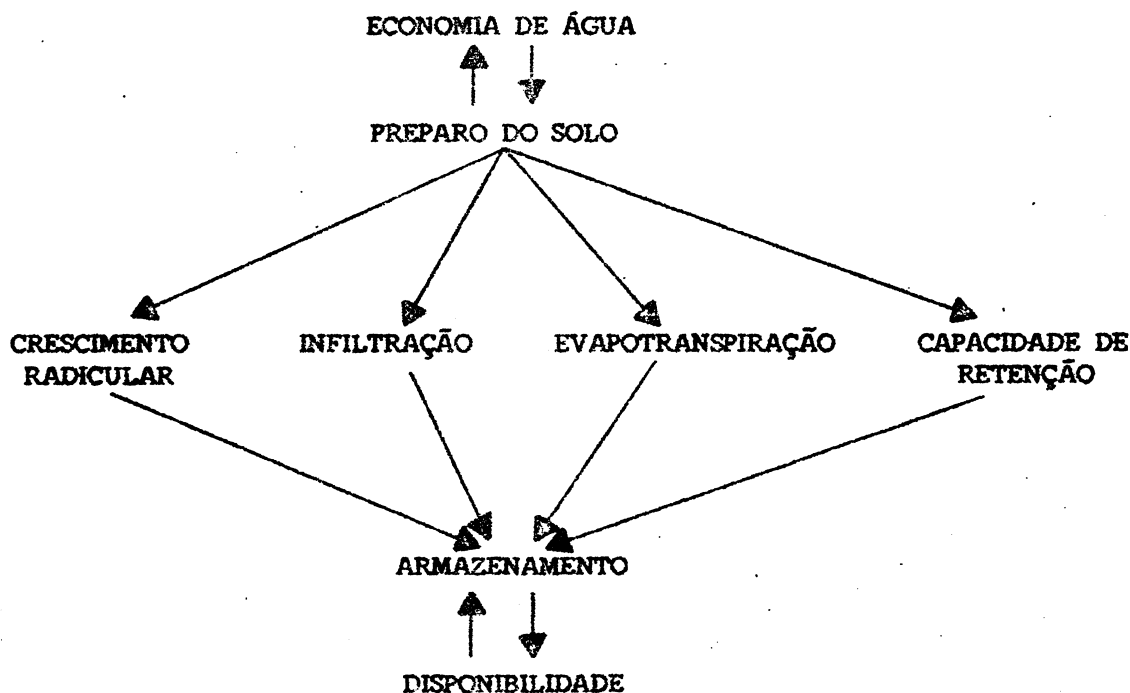
A economia de água do solo, traduzida por maior volume armazenado e maior disponibilidade para a cultura, tem sido tentada através do preparo de solo, em função do manejo de quatro fatores principais.

A busca de alternativas de preparo que possibilitem um crescimento adequado das raízes do trigo tem sido buscada, uma vez que, em sistemas tradicionais de preparo, incluindo excessivas gradagens, o sistema radicular da cultura tem apresentado problemas para seu desenvolvimento normal. Dados neste aspecto são apresentados e discutidos.

Da mesma forma, alternativas que possibilitem aumentar a entrada de água no solo (infiltração) bem como reduzir sua saída (evapotranspiração) tem sido desenvolvidas e resultados promissores alcançados, principalmente, com uso de sistemas de preparo que possibilitam a permanência de resíduos vegetais na superfície.

* Eng^o Agr^o, M.Sc., Pesquisador em Manejo e Conservação de Solo, Instituto Agrônomo do Paraná, IAPAR, Londrina, Brasil.

Assim, o diagrama exposto a seguir resume a filosofia adotada:



A melhoria da capacidade de retenção de água tem sido conseguida, principalmente para potenciais elevados, através do balanço mais adequado de poros capilares e de aeração. Dados neste sentido são também apresentados. Com uso de sistemas que possibilitam maior armazenamento de água e disponibilidade, as produções de trigo tem sido mais estáveis e maiores quando comparadas aos sistemas em que a cultura não apresenta crescimento radicular normal e o balanço de água é desfavorável.

URUGUAY



3.3. LA INVESTIGACION EN LABOREO PARA TRIGO EN URUGUAY

WALTER E. BAETHGEN *

INTRODUCCION

1. 1. ASPECTOS GENERALES

El trigo ha sido el cultivo agrícola de mayor importancia en el país, alcanzando en promedio su área sembrada en el período 1974/75 - 1979/80 aproximadamente unas 390.000 hectáreas (OPYPA, 1980).

Por otro lado, ha sido muy claro el incremento de la participación relativa del costo de laboreo en los costos totales de producción de este cultivo, especialmente a partir de la crisis del petróleo del año 1974. (Baethgen *et al.*, 1980).

Es así, que resulta evidente la necesidad de líneas de investigación dedicadas al estudio de los efectos del laboreo sobre los rendimientos de los cultivos ya que su conocimiento, tal como lo afirma Labella (1974), tiene una doble importancia: a) posibilitar el aumento de dichos rendimientos, y b) permitir una reducción en los costos de producción, ya sea por la eliminación de algunas labores innecesarias como por un aumento de la eficiencia de otras.

El objetivo de esta comunicación es presentar en forma resumida la información disponible en el país generada en experimentos en que se han considerado diferentes aspectos relacionados con el laboreo para el cultivo de trigo como: época, profundidad y número de labores, manejo de rastrojos, etc..

En primer lugar se señalarán algunas características de los suelos y del clima de la zona de producción de trigo, que se encuentran íntimamente relacionadas con dichos aspectos del laboreo.

1. 2. CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS DEL AREA TRIGUERA

Los suelos dominantes de la zona de producción de trigo del Uruguay, pertenecen en su gran mayoría a tres Grandes Grupos (Altamirano, *et al.*, 1976): Vertisoles, Brunosoles y Argisoles.

En el Cuadro 1, aparecen las principales características de los suelos pertenecientes a estos tres Grandes Grupos, y los efectos que esas características ejercen sobre el laboreo de los mismos.

* Ing. Agr. Técnico del Proyecto Suelos. CIAAB. Estación Experimental La Estanzuela. Colonia. URUGUAY

Cuadro 1: Características resumidas de los Principales Suelos del Area Triquera del Uruguay.

A) Vertisoles (Vertisoles)*

<u>Características</u>	1) Suelos poco diferenciados 2) Alto o/o de arcillas expansivas desde el horizonte A 3) Permeabilidad muy lenta, alta capacidad de retención de agua 4) Alto o/o de materia orgánica, cuando no son cultivados en exceso 5) Gran capacidad de autogranulado 6) Gran estabilidad de agregados
<u>Laboreo</u>	1) Dificultades de laboreo en épocas con excesos de humedad 2) Gran capacidad de liberación de nutrientes por mineralización 3) Con laboreos adecuados se logran sementeras con excelentes propiedades físicas

B) Brunosoles (La mayoría de los Phaeozems (excepto los Gleysos)*)

<u>Características</u>	1) Suelos más diferenciados 2) Texturas medias: muchas veces alto contenido limo en el horizonte A. 3) Alto o/o de materia orgánica 4) Presencia de un horizonte B2t que puede dificultar el drenaje 5) Menor estabilidad de agregados que los Vertisoles
<u>Laboreo</u>	1) Menores dificultades de laboreo que los Vertisoles en épocas de excesos de humedad 2) Gran capacidad de liberación de nutrientes por mineralización de materia orgánica. 3) Mayores riesgos de erosión que los Vertisoles 4) En algunos casos alto riesgo de encostramiento

C) Argisoles (Algunos Phaeozems Lúvicos)*

<u>Características</u>	1) Suelos muy diferenciados: horizonte A liviano y B muy pesado 2) Generalmente baja fertilidad 3) Baja o muy baja estabilidad de agregados 4) Muchas veces asociados a pendientes fuertes
<u>Laboreo</u>	1) Escasa capacidad de liberación de nutrientes por mineralización 2) Alto riesgo de erosión

* Entre paréntesis, equivalencia con la clasificación de FAO por R.Dudal (1968).

En el Cuadro 2, se presentan algunos datos analíticos medios de suelos representativos de estos tres Grandes Grupos.

Cuadro 2: Datos analíticos de Horizontes A de los Suelos del Area Triquera del Uruguay.

Gran Grupo	Materia Orgánica o/o	pH	Textura	Profundidad (cm)
Vertisoles	7.0	6.0 - 7.0	Arcilloso	25 - 90
Brunosoles	2.0 - 5.0	5.5 - 6.5	FrAcLim - FrLim	25 - 35
Argisoles	1.5 - 2.5	5.2 - 6.3	FrAr	30 - 40

1. 3. ALGUNAS CARACTERISTICAS CLIMATICAS RELACIONADAS CON EL LABOREO PARA TRIGO.

El clima del Uruguay se caracteriza por una distribución de lluvias que, en promedio, es bastante uniforme en el año. Sin embargo, las grandes variaciones existentes en la evapotranspiración dentro de cada año, traen como consecuencia un balance hídrico de los suelos que generalmente presenta importantes excesos de agua durante todo el invierno (ver Figura 1).

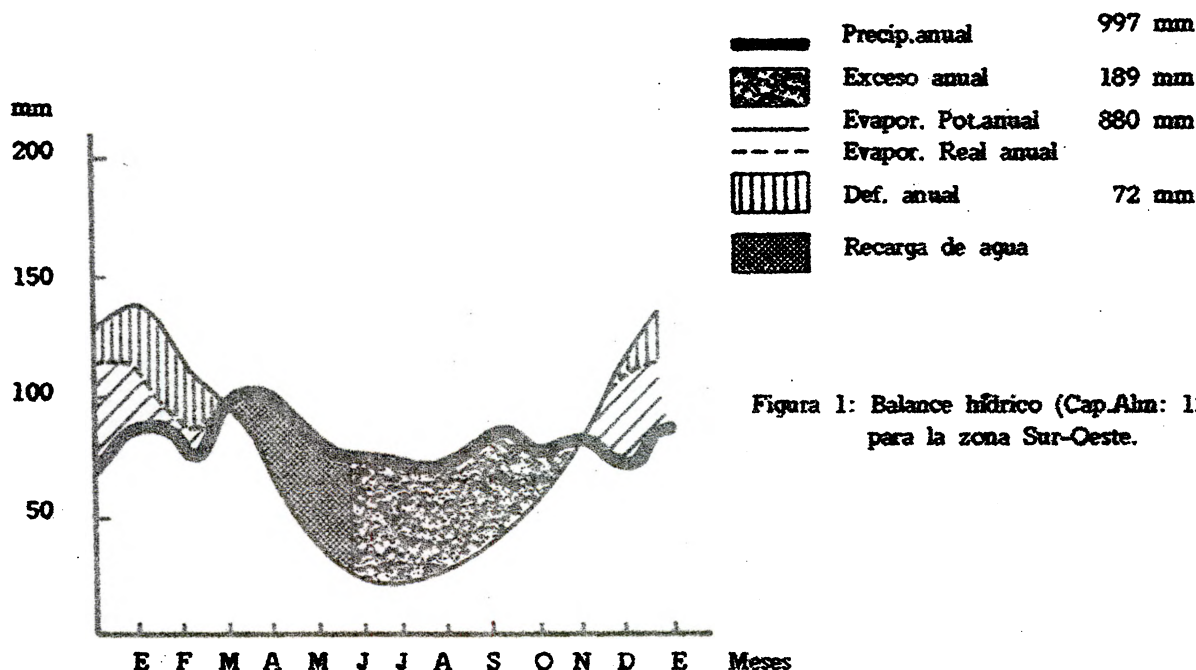


Figura 1: Balance hídrico (Cap. Alta: 125 mm) para la zona Sur-Oeste.

Esto hace que el número de días aptos para el laboreo durante ese período sea muy reducido, alcanzando su valor mínimo en el mes de junio (M. Gounet, 1979) como se aprecia en la Figura 2.

Este problema se agrava aún más en los suelos más arcillosos como Vertisoles y Brunosoles pesados, con una gran capacidad de retención de agua, ya que durante esos períodos en que la evaporación es muy reducida, el laboreo se vuelve muy dificultoso.

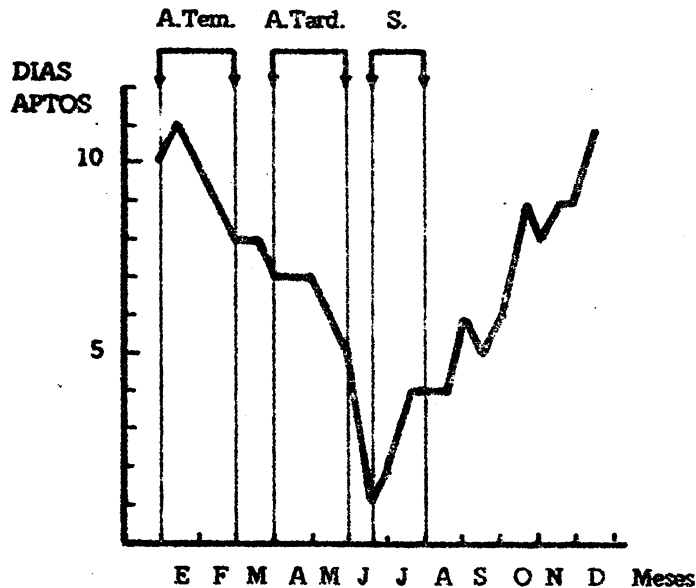


Figura 2: Días aptos para laboreo por estimación del balance. (1927-76).

Fuente: Gonnet, M.; 1979.

II. FACTORES CONSIDERADOS EN LA EXPERIMENTACION SOBRE LABOREO PARA TRIGO

II. 1. CONSIDERACIONES GENERALES

La investigación en laboreo para cultivos de invierno ha sido dirigida fundamentalmente al estudio del laboreo primario. Esto se debe, probablemente a dos razones principales: en primer lugar porque generalmente las necesidades de laboreo secundario son consecuencia del tipo de preparación de suelos logrado por el laboreo primario, y en segundo término, porque los resultados de experimentos sobre laboreo secundario, son muy difíciles de generalizar y extrapolar a diferentes condiciones, por el importante efecto que sobre ellos ejercen algunos factores locales como tipo de rastrojos, grado de enmalezamiento, herramientas empleadas, tipos de suelo, condiciones climáticas, etc..

Dentro del laboreo primario, los factores más estudiados en el país han sido: la época, profundidad y número de aradas para diferentes condiciones de manejos anteriores de chacras.

En el desarrollo de este trabajo en primer lugar se comentarán algunos efectos que producen estas variables manejables en los diferentes tipos de labores para las condiciones de clima y suelos del Uruguay. Dichos comentarios se complementarán posteriormente con resultados obtenidos en experimentos realizados en nuestro país en cultivos de invierno.

III. EFECTO DE LA EPOCA DE ARADA

III. 1. CONSIDERACIONES GENERALES

Para esta variable se van a considerar como aradas tempranas aquellas realizadas a fines de verano (febrero y marzo) y aradas tardías las posteriores al 15 de mayo.

Los mecanismos más importantes a través de los cuales las aradas tempranas determinan la calidad de la sementera obtenida son:

a) Existe más tiempo para que se dé una agregación natural en el suelo. En efecto, al exponer los grandes terrones que quedan después de la arada a cambio en el contenido de humedad, y a variaciones de temperatura, hace que éstos se rompan en agregados pequeños. Las características de este tipo de agregados formados naturalmente son totalmente diferentes a los que se originan en la desagregación ocasionada por las herramientas de laboreo. De esta manera, los agregados formados naturalmente por las fuerzas de contracción y expansión del suelo, presentan una mayor estabilidad, evitando los problemas de erosión y encostramiento que normalmente se dan en las chacras excesivamente afinadas.

b) Existe más tiempo para que tengan lugar los procesos de descomposición y mineralización de la materia orgánica del suelo, liberándose de esa manera cantidades de nutrientes, especialmente de nitrógeno, que puedan llegar a ser considerablemente importantes.

Por otro lado, además de exponer durante más tiempo a la materia orgánica al proceso de mineralización, al arar temprano (verano u otoño) para la siembra de cultivos de invierno, generalmente existen en el suelo condiciones de temperatura y humedad particularmente favorables para la actividad de los microorganismos que intervienen en ese proceso de mineralización.

c) Hay mayores posibilidades de que exista una buena descomposición de los residuos vegetales presentes en el suelo en el momento de la arada, ya sean malezas o restos de cultivos anteriores. Esto es muy importante en los casos en que esos cultivos anteriores dejan rastrojos que ocasionan problemas a los cultivos siguientes, ya sea por la dificultad de preparación del suelo, como por la presencia de sustancias fitotóxicas en el rastrojo. También cobra una importancia grande en los casos en que el cultivo precedente era una pastura, ya que con aradas tempranas existirán mayores probabilidades de que haya una buena descomposición de la misma, con la consiguiente liberación de nutrientes.

Todos estos efectos del laboreo primario temprano van a traer como consecuencia:

a) Una mejor condición física de la sementera con el consiguiente mejor desarrollo radicular y mayor eficiencia en el uso de nutrientes.

b) Mayores probabilidades de que se liberen cantidades importantes de nutrientes, y por lo tanto de que existan menores requerimientos de fertilizantes y mejores resultados económicos.

c) Mayores probabilidades de que exista una descomposición total de los residuos vegetales de rastrojos, (restos de cultivos y malezas) minimizando los problemas ocasionados por los mismos.

d) Mayores probabilidades de sembrar en la época más adecuada.

III. 2. RESULTADOS EXPERIMENTALES

A continuación se presentan algunos resultados de experimentos nacionales que estudiaron estos efectos de la época de arada en el cultivo de trigo en diferentes situaciones de manejos anteriores sobre Vertisoles y Brunosoles éutricos y subéutricos del litoral sur-oeste y oeste del país.

a. Trigo sobre Trébol rojo

Se estudió el efecto de la época de arada sobre los rendimientos y respuesta a la fertilización de trigo sembrado luego de una pastura de trébol rojo de dos años (Labella, 1974).

Tratamientos: 1) Laboreo

- S1: arada temprana, fines de febrero
 S2: arada tardía, mediados de mayo
 SS: una arada temprana y una tardía

2) Fertilización

- kg N/ha = 0 y 40
 kg P_2O_5 /ha = 0 y 40

Resultados: Como se muestra en el Cuadro 3, existió un efecto muy importante de los diferentes tratamientos de laboreo. Tanto la arada temprana como la doble arada produjeron rendimientos superiores a la arada tardía, pero no difirieron entre sí.

Cuadro 3: Efecto de tres tratamientos de laboreo sobre el rendimientos de trigo sembrado a continuación de una pastura de Trébol rojo.

Tratamiento	Rendimiento de Trigo*
	kg/ha
S1	2.160 a**
S2	1.790 b
SS	2.050 a

(Fuente: Labella, 1974)

* Promedio de tres niveles de fertilización

** Los rendimientos con la misma letra no difieren significativamente al nivel de 10 o/o de probabilidad.

Por otro lado no existió ningún efecto de la fertilización. Era de esperar que los tratamientos de laboreo difirieran entre sí en este aspecto, ya que las parcelas aradas temprano tuvieron más tiempo para la descomposición de los residuos de la pastura, con la consiguiente mayor liberación de nutrientes, y menor expectativa de respuesta a los fertilizantes. Sin embargo, es posible que esto no haya sucedido fundamentalmente por dos razones: en primer lugar porque los residuos de una pastura de trébol rojo puro son fácilmente descompuestos por los microorganismos del suelo. Y en segundo lugar, porque la arada tardía se realizó dos meses antes de la siembra del cultivo de trigo, por lo que ese tiempo puede haber sido suficiente para lograr dicha descomposición.

Al no haber existido efecto de la fertilización, las diferencias entre los tratamientos de laboreo pueden ser atribuidas a las mejores condiciones físicas de las parcelas aradas temprano.

b. Trigo en Chacra vieja

En este experimento se utilizaron los mismos tratamientos de laboreo y fertilización que en el anterior, pero se instaló en una chacra vieja con muchos años de agricultura previos a la realización del ensayo.

En este caso existió respuesta a la fertilización, respuesta a los tratamientos de laboreo, y efecto significativo de la interacción laboreo por fertilización, lo que significa que los diferentes tratamientos de laboreo respondieron de manera distinta a la fertilización (Figura 3).

En la Figura 3 se puede apreciar que cuando no se fertilizó, todos los tratamientos de laboreo presentaron rendimientos similares. La fertilización con fósforo produjo aumentos muy importantes de rendimiento en los tratamientos S1 y SS, y en cambio afectó muy poco el rendimiento del tratamiento S2. Es muy probable que esto se deba a que en los tratamientos S1 y SS, haya existido una importante liberación de N a través de una mayor mineralización de la materia orgánica del suelo, lo que permitió que al no ser limitante la disponibilidad de este nutriente, presentara una gran respuesta al agregado de P. Esta mayor liberación de N de los tratamientos S1 y SS también se comprueba con la escasa respuesta que presentaron al agregado de fertilizante nitrogenado.

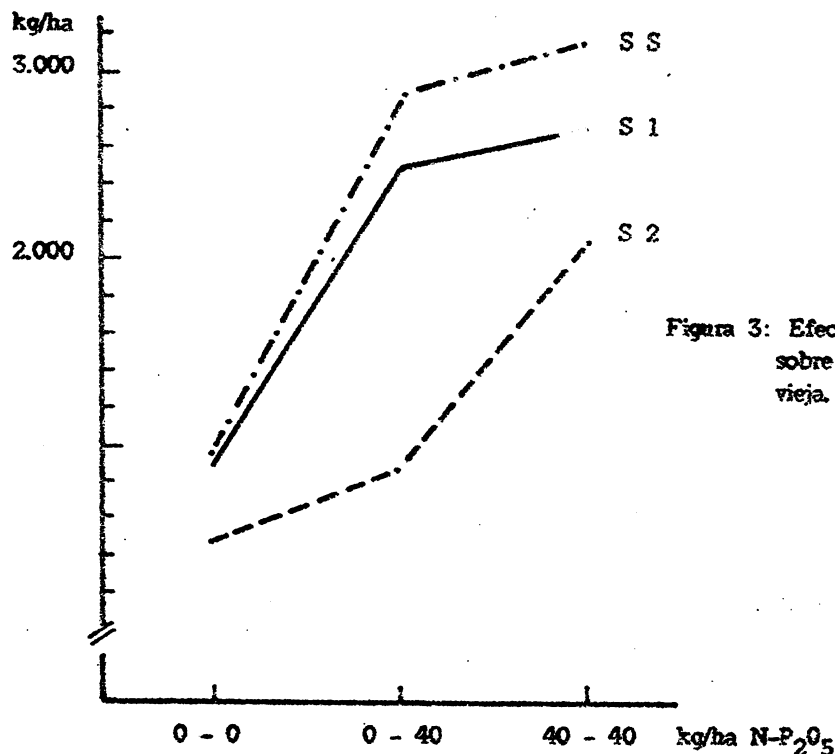


Figura 3: Efecto del laboreo y la fertilización sobre rendimientos de trigo en chacra vieja. (Labella, 1974).

En cambio, las parcelas aradas tarde, al no disponer de tiempo suficiente para que existiera una adecuada mineralización de la materia orgánica del suelo seguramente hayan llegado al momento de la siembra del trigo con una baja disponibilidad de N. En esas condiciones, el agregado de P no produjo incrementos importantes de rendimiento, ya que la cantidad de N disponible era limitante.

Y por esta razón, este tratamiento S2 presentó una gran respuesta al agregado de fertilizante nitrogenado, al permitir suprimir esa limitante.

Sin embargo, es importante destacar que, incluso con el agregado de N y P, el tratamiento S2 presentó un rendimiento que fue 419 kg/ha menor que el S1, lo que estaría indicando que además de una diferencia en la disponibilidad de estos nutrientes, existieron entre los tratamientos de laboreo otros factores que se vieron favorecidos por la arada temprana. Es muy probable que uno de esos factores sea la mejor condición física de la semenera lograda con el tratamiento S1.

c. Trigo sobre Pradera vieja

En este experimento también se estudió el efecto de la época de arada y la fertilización con P y N, sobre la producción de un cultivo de trigo pero en un suelo que venía de una pastura vieja de alfalfa.

De la misma manera que en el experimento anterior, se encontró un efecto muy claro de la época de arada y de la fertilización, sobre los rendimientos de trigo.

En el Cuadro 4 se presentan los resultados obtenidos en relación a la época de arada.

En dicho cuadro se puede apreciar que los rendimientos del trigo sembrado en las parcelas aradas temprano o con doble arada, fueron entre un 35 y un 50 o/o mayores que los correspondientes a las aradas tardías.

Cuadro 4: Efecto de tres laboreos sobre los rendimientos de trigo.

Tratamiento	Rendimiento del trigo	
	kg/ha	Rend. relativo
Arada temprana	1.750	87
Arada tardía	1.070	53
Dos aradas	2.010	100

(Fuente: Marchesi, 1971)

Puede llamar la atención el hecho de que en este experimento instalado luego de una pastura de alfalfa los rendimientos obtenidos sean inferiores a los del experimento anterior que se había instalado en una chacra vieja. Es muy probable que estas diferencias estén causadas fundamentalmente por las distintas condiciones en que se desarrollaron los cultivos ya que corresponden a dos años diferentes. Este es un buen ejemplo de la gran variabilidad que presenta el cultivo de trigo en nuestro país en los diferentes años, causada muchas veces por factores no controlables como condiciones climáticas, ataque de enfermedades, plagas, etc..

Continuando con el análisis de este experimento, en la Figura 4 se presentan los resultados obtenidos en relación a la respuesta del trigo al agregado de fertilizantes para los diferentes tratamientos de laboreo.

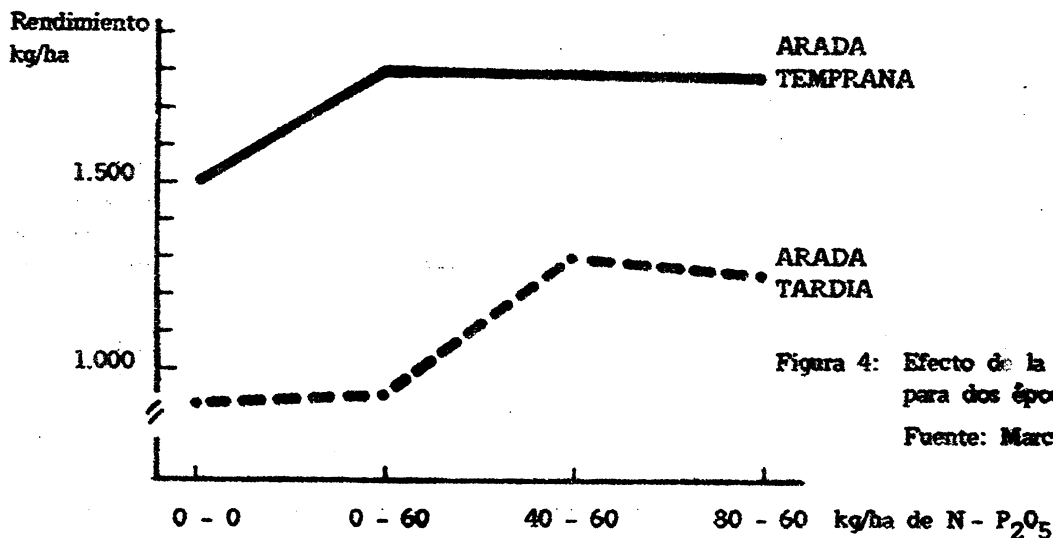


Figura 4: Efecto de la fertilización N y P para dos épocas de arada.

Fuente: Marchesi, E.; 1971.

Es muy claro que las tendencias de los resultados de este experimento son las mismas que las que se comentaron en el análisis del experimento anterior. Nuevamente, en las aradas tardías existe como limitante la baja disponibilidad de N, por lo que el agregado de P sólo, no produce incrementos de rendimiento. Al levantar esa limitante con la fertilización nitrogenada, el trigo presenta una muy clara respuesta a la fertilización. Por otro lado en las aradas tempranas sucede lo contrario: existe una adecuada disponibilidad de N liberado a través de la mineralización de la materia orgánica, por lo que el trigo presenta una gran respuesta al agregado de P. Y por esa misma razón el cultivo no presenta respuesta a la fertilización nitrogenada.

Un aspecto importante a destacar de estos resultados es que, en este experimento, se utilizaron dosis más altas de N que en el experimento anterior (80 kg/ha). Podría esperarse que parte de los efectos negativos de la arada temprana fueron compensados por el agregado de más cantidad de N. Sin embargo, en la Figura 4 se puede apreciar que los tratamientos de aradas tardías no presentaron respuesta a dosis mayores que 40 kg de N por ha. Esto estaría indicando la presencia de una nueva limitante para la obtención de rendimien-

tos más altos. Es muy posible que esa nueva limitante la constituyan las propiedades físicas del suelo que en las aradas tardías no permitan un adecuado desarrollo radicular. Es por esta razón que, de la misma forma que en el experimento anterior, el tratamiento de arada tardía, presenta rendimientos que están siempre por debajo de los obtenidos en los de aradas tempranas.

d. Trigo sobre Rastrojo de Trigo

Este experimento se instaló en una chacra que había tenido trigo el año anterior, con el objetivo de estudiar el efecto de la época de arada, entre otros factores, en relación al manejo del rastrojo.

Para esto, se utilizaron tres épocas de aradas desde el 1º de marzo hasta el 20 de julio, y dos manejos de los residuos del rastrojo del trigo anterior: retirarlos antes de arar, o incorporarlos en las aradas.

En la Figura 5 se presentan algunos resultados obtenidos con estos tratamientos.

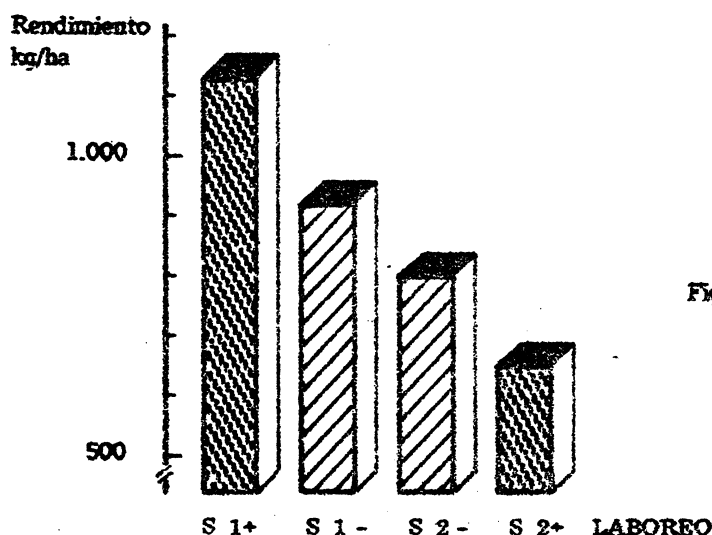


Figura 5: Efecto del laboreo y manejo de rastrojo de trigo sobre rendimiento de trigo. (Labella, 1974).

De la Figura 5 se desprende que con aradas tempranas no existen problemas causados por el rastrojo de trigo sobre el cultivo posterior (S1 +vs S1 -).

En cambio en las aradas tardías, a los inconvenientes ya comentados en los experimentos anteriores, se le agregan los problemas que pueden causar los rastrojos mal descompuestos (restos del cultivo y malezas).

Estos problemas pueden estar causados por una o más de las siguientes razones:

- 1) inmovilización de N por incorporar residuos de alta relación C/N;
- 2) mal contacto entre la semilla y el suelo por inadecuada preparación de la sementera;
- 3) problemas de fitotoxinas presentes en los residuos del cultivo anterior;
- 4) problemas causados por colonias de hongos que se desarrollan en esos residuos.

De cualquier forma, lo que queda claro de los resultados presentados en la figura 5 es que, si existe tiempo suficiente para la descomposición del rastrojo del trigo anterior, éste no significa un problema para el desarrollo de un cultivo de trigo posterior.

e. Trigo sobre Rastrojo de Sorgo

En este experimento instalado en La Estanzuela en 1974, se estudiaron diferentes manejos de un rastrojo de sorgo para la siembra de un cultivo de trigo posterior.

Los resultados obtenidos permitieron concluir que el factor que más afectó el rendimiento del trigo, fue la época de arada: tratamientos con aradas en marzo produjeron rendimientos que fueron más de 400 kg/ha mayores que los de aradas en abril (Ver Figura 6).

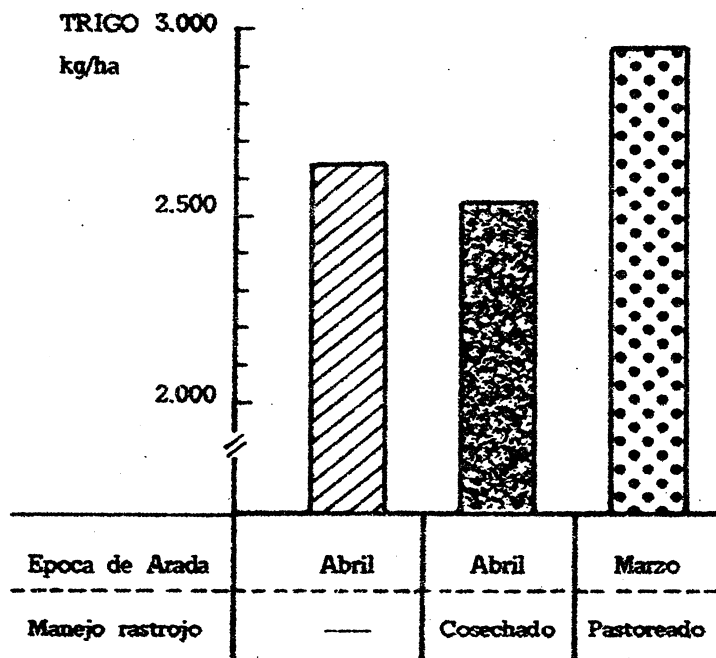


Figura 6: Rendimientos de trigo sobre sorgo en tres tratamientos. (Fuente: Capurro, E.: 1975).

Por otro lado se observó que la cosecha del forraje del rastrojo, no representó ninguna ventaja para el rendimiento del trigo, lo que indicaría que el problema del efecto del sorgo estaría en las raíces del mismo (Capurro, 1975).

f. Época de arada y Época de siembra

M.R.Gonnet (1979) calculó el tiempo necesario para efectuar un laboreo que puede considerarse como normal para trigo, con un equipo adecuado al área utilizada para dicho cálculo (90 ha). Este autor concluyó que serían necesarios 69 días aptos de laboreo para completar la siembra de esa superficie. Utilizando este valor y la información referente a la probabilidad de días aptos para el laboreo en los diferentes momentos del año, se estimó el período de siembra probable, para diferentes épocas de iniciación del laboreo (Ver Cuadro 5).

Cuadro 5: Fechas aproximadas de siembra del trigo según la época de iniciación del laboreo.

Epoca de Iniciación del Laboreo	Período de Siembra
16 de febrero	5 - 30 junio
1º de marzo	10 - 25 julio
16 de marzo	5 - 20 agosto
1º de abril	1 - 15 setiembre
16 de abril	+ 20 setiembre
	Normal
	Tardía
	No recomendada

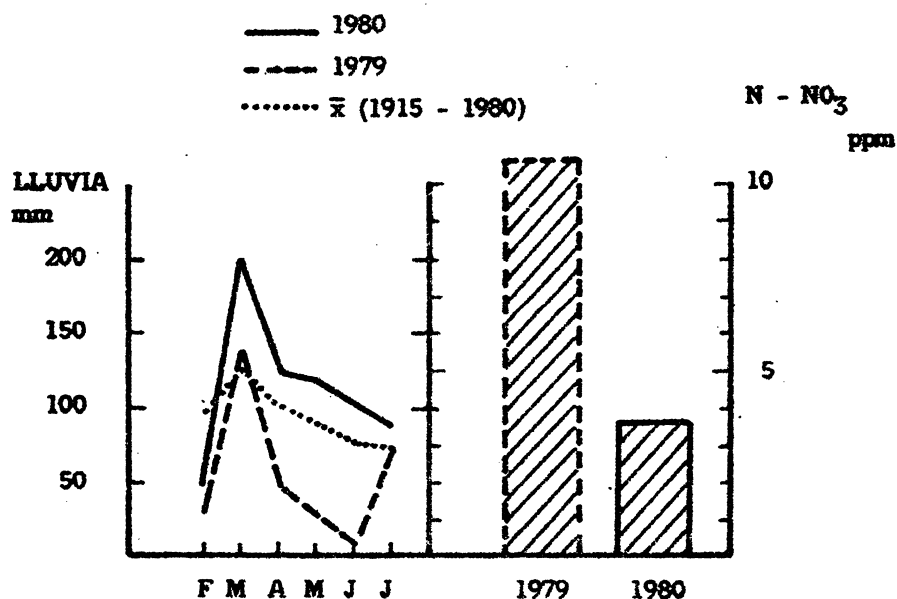
(Fuente: M.R.Gonnet, 1979)

Estos resultados son muy importantes, si consideramos que ha sido comprobado tanto a nivel de producción como de investigación, que uno de los factores de manejo que en forma individual afecta en mayor medida los rendimientos de trigo en nuestro país es la época de siembra.

g. Eficiencia en el Uso de Fertilizante

Para terminar con esta sección, se van a comentar resultados experimentales que permitan ejemplificar los conceptos mencionados en relación a la mayor posibilidad de descomposición de restos vegetales y de mineralización de la materia orgánica del suelo con aradas tempranas, y sus consecuentes efectos sobre la eficiencia en el uso de fertilizantes, en cultivos de invierno.

Son resultados de experimentos regionales de fertilización de cebada cervecera instalados en chacras de productores, que abarcaron los años 1978, 1979, 1980 (Capurro *et al.*, 1982). Las características climáticas de los dos últimos años fueron muy contrastantes en lo que se refiere a lluvias ocurridas en el período de preparación de los suelos. Como se aprecia en la Figura 7, en el año 1980 y para dicho período, las precipitaciones fueron considerablemente superiores a las que existieron en 1979.

Figura 7: Precipitaciones y nitratos (Cebada). (Fuente: Capurro, e. *et al.*; 1982).

Por esta razón la preparación de los suelos en el año 1980 fue apreciablemente peor que la del año anterior. Estas diferencias en el grado de preparación de chacras, ejercieron un efecto muy marcado, sobre el comportamiento del cultivo en relación a su respuesta al agregado de fertilizante nitrogenado y fosfatado.

En primer lugar, la cantidad de nitrógeno disponible en el suelo medido como N-NO₃ en el momento de la siembra, antes de la fertilización fue más de dos veces mayor en el año 1979, en relación a 1980 (Figura 7). En consecuencia, la dosis económicamente óptima (D.E.O.) para nitrógeno promedio de todos los experimentos del año 1979, fue considerablemente menor que la correspondiente a 1980.

Por otro lado, para una misma cantidad de fósforo disponible en el suelo, la D.E.O. para fertilizante fosfatado fue mucho menor en el año 1979 que en 1980 (Ver Figura 8). Es muy probable que esto se haya debido a una mayor capacidad de exploración de las raíces en los suelos mejor preparados, lo que contribuye a aumentar la eficiencia en el uso de un nutriente inmóvil como el fósforo.

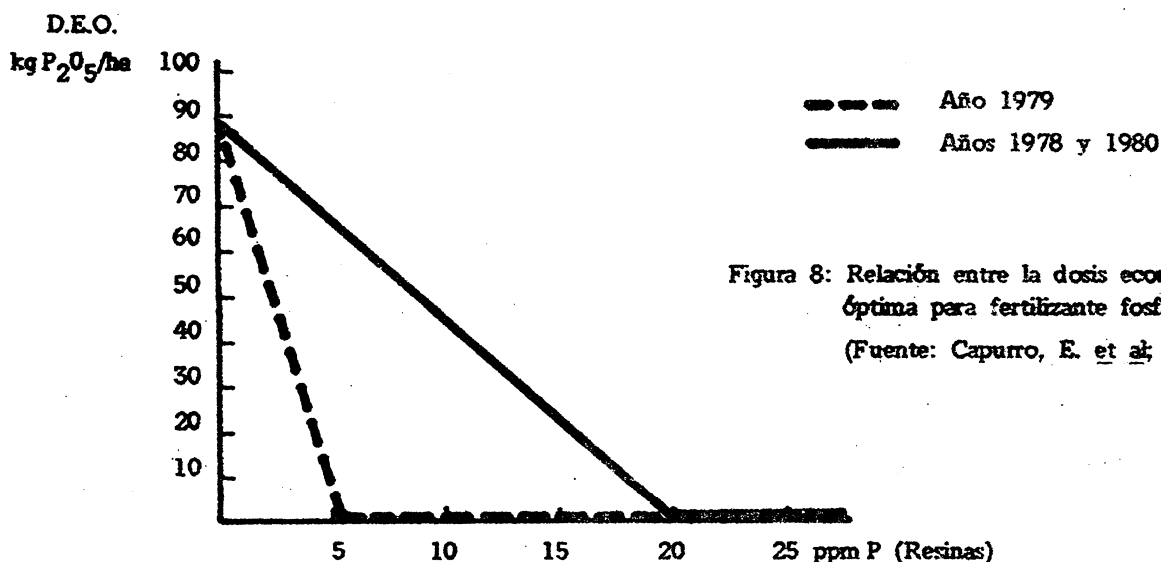


Figura 8: Relación entre la dosis económicamente óptima para fertilizante fosfatado.

(Fuente: Capurro, E. et al; 1982).

III. 3. CONCLUSIONES

De los resultados experimentales expuestos surge que para todas las situaciones de suelos y manejos de chacras presentados, los rendimientos de trigo sembrado con aradas tempranas fueron siempre mayores que los correspondientes a aradas tardías.

En praderas nuevas, fácilmente descomponibles como las de trébol rojo, los beneficios de la arada temprana se deben fundamentalmente al efecto sobre las propiedades físicas al permitir una mejor agregación natural.

En chacras con muchos años de agricultura y en las praderas viejas, las aradas tempranas permitieron además, una mayor liberación de nutrientes, en especial de N, y una mayor eficiencia en el uso de los mismos.

Finalmente en las chacras con rastrojos, las aradas tempranas permitieron una mayor descomposición de los restos vegetales, minimizando los problemas que éstos pueden ocasionar a los cultivos sembrados posteriormente.

IV. EFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE ARADAS

IV. 1. CONSIDERACIONES GENERALES

Para esta variable se va a definir arada profunda como la que se realiza a 25 o más centímetros, y arada superficial o normal a la que se lleva a cabo a 15-20 cm.

En primer lugar, se van a hacer algunas consideraciones sobre los posibles efectos de una arada profunda sobre las condiciones del suelo y de la siembra de cultivos.

a) El laboreo profundo hace que los residuos vegetales presentes en el suelo sean llevados a zonas del perfil en las que existe menos actividad de los microorganismos, enlenteciendo su descomposición. Por otro lado, en esas zonas también habrá menos cantidad de raíces del cultivo que se siembra a continuación, lo que puede significar una ventaja en casos en que esos residuos presentan efectos negativos sobre el desarrollo de esos cultivos.

Finalmente cuanto mayor sea la profundidad, mayor será la cantidad de suelo con que se mezclarán los residuos vegetales, por lo que esos posibles efectos negativos se verán diluidos.

b) La arada profunda afloja un mayor volumen de suelo, por lo que puede contribuir a aumentar la capacidad de exploración de las raíces.

c) Cuando existe una "suela de arado", que dificulta el desarrollo y funcionamiento de raíces, el laboreo profundo la rompe, mejorando el drenaje interno del suelo.

d) Cuando mayor sea la profundidad, menor será la inversión del pan de tierra, por lo que no se formará una capa continua de residuos que, en algunos casos, puede entorpecer el normal desarrollo radicular de los cultivos.

e) Las aradas profundas pueden traer a la superficie horizontes menos aptos para el desarrollo de los cultivos por problemas de estructura, de fertilidad, etc..

f) Los laboreos profundos tienen generalmente requerimientos de tracción mayores que los normales, por lo que serán más costosos o más lentos.

IV. 2. RESULTADOS EXPERIMENTALES

A continuación se presentan algunos resultados experimentales obtenidos en nuestro país en ensayos que estudiaron el efecto de la profundidad de arada sobre la producción de trigo.

a. Trigo en Chacra vieja

Este experimento se instaló en una chacra muy vieja, y tuvo como objetivo estudiar el efecto de la época y la profundidad de aradas sobre los rendimientos y las respuestas a la fertilización de un cultivo de trigo. Para eso se compararon tres tratamientos de labores:

- 1) S_2 : una arada superficial y tardía
- 2) $S_1 S_2$: dos aradas superficiales: una temprana y una tardía
- 3) $P_1 S_2$: dos aradas: una temprana profunda y una superficial tardía

En cada uno de estos laboreos se estudió además el efecto de la fertilización N y P mediante el agregado de 40 kg/ha de N y 40 kg/ha de P_2O_5 .

En la Figura 9 se presentan los resultados de este experimento.

En dicha Figura se puede apreciar que existió un importante efecto de los tratamientos de laboreo y de fertilización sobre la producción de trigo.

Por otro lado, se observa que la respuesta del trigo a la fertilización bajo diferentes tipos de laboreos fue igual, es decir, que no existió interacción Laboreo x Fertilización.

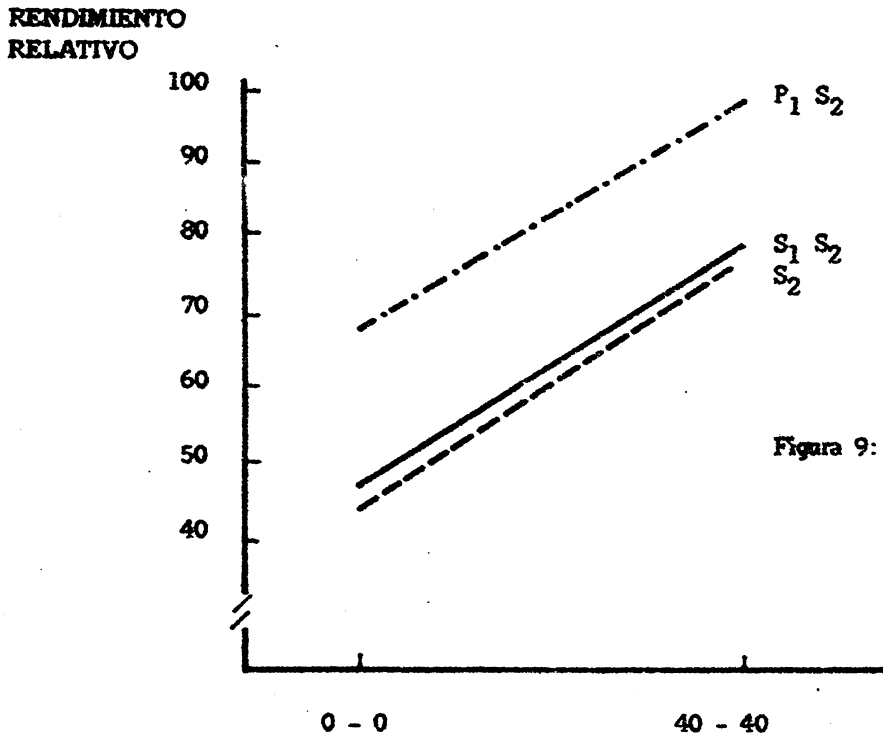


Figura 9: Efecto de la profundidad y época de arado sobre la respuesta a N y P de trigo.

(Fuente: Labella, S.; 1974).

Estos resultados indican en primer lugar, que la inclusión de una arada superficial temprana, no produjo incrementos en los rendimientos del trigo sembrado luego de una arada única superficial y tardía. Esto permite arribar a dos conclusiones:

1) La arada temprana no causó una mayor disponibilidad de nutrientes, debido seguramente a la escasa capacidad de mineralización que presentaba este suelo, después de muchos años de agricultura.

2) Existió otro factor que limitó los rendimientos, que no fue eliminado con la arada temprana superficial, y que sí lo fue con la arada temprana y profunda.

El estudio del suelo utilizado para este ensayo, permitió concluir que ese factor limitante era la presencia de una "sola de arado" muy desarrollada que fue destruida por las aradas profundas. Esto permitió mejorar el drenaje interno del perfil, mejorando las condiciones para un normal desarrollo y funcionamiento de las raíces, que trajo como consecuencia un importante incremento en los rendimientos del cultivo.

b. Trigo después de Pradera vieja

Este ensayo se instaló en una chacra que tenía una pradera de Festuca y Trébol blanco de 8 años, con una gran invasión de gramilla, y se estudió el efecto de la época, profundidad y número de aradas sobre los rendimientos y la respuesta a N de trigo. Se presentarán sólo algunos de los resultados obtenidos. (Ver Figura 10).

* "plow-sole" o "traffic pan"

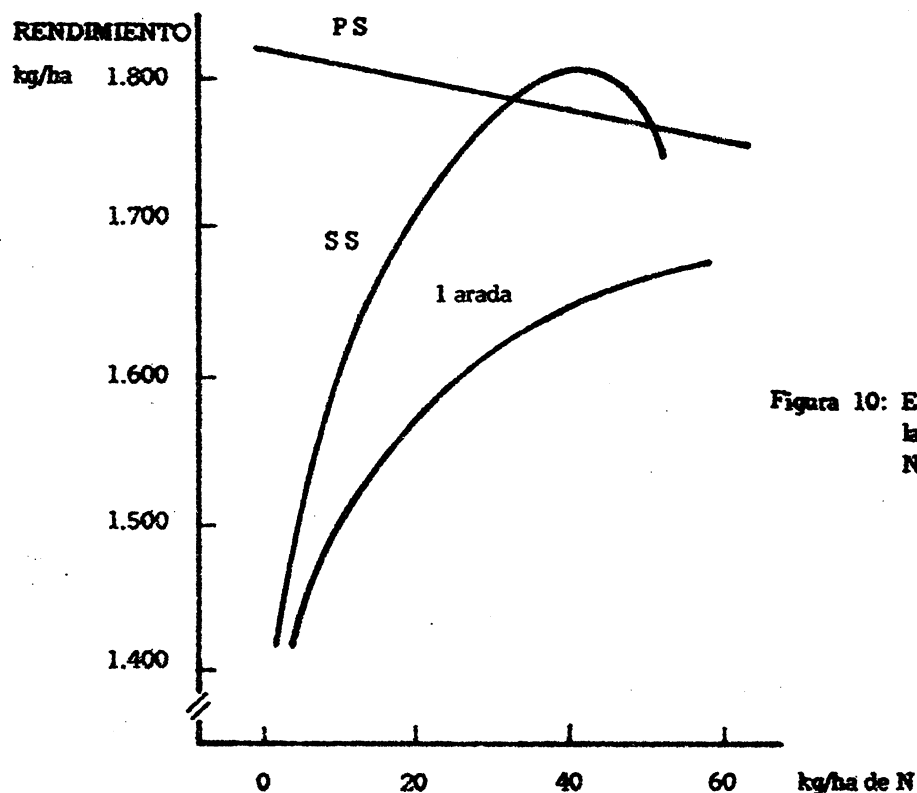


Figura 10: Efecto de los tratamientos de laboreo sobre la respuesta a N de trigo luego de pradera.

En la Figura 10 se observa que la inclusión de una arada profunda permite un ahorro importante de fertilizante nitrogenado, causado seguramente por una mayor liberación del N del suelo. Sin embargo, el factor más importante en este ensayo fue el número de aradas. De esta forma, en la Figura 11 se puede apreciar que los rendimientos obtenidos con una sola arada fueron muy inferiores a los correspondientes a dobles aradas.

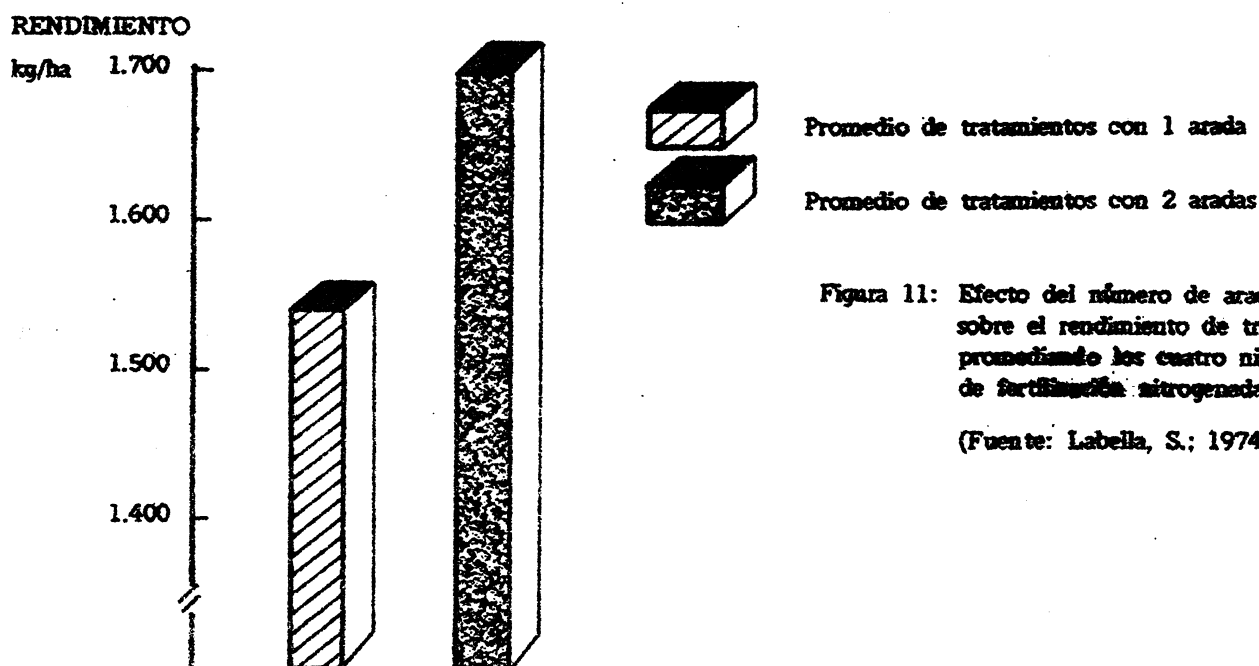


Figura 11: Efecto del número de aradas sobre el rendimiento de trigo p promediando los cuatro niveles de fertilización nitrogenada.

(Fuente: Labella, S.; 1974).

Finalmente, al realizar un análisis aproximado de estos tratamientos para estudiar las tendencias desde el punto de vista económico, se obtuvieron los resultados que se presentan en el Cuadro 6.

Cuadro 6: Análisis económico aproximado de tres tratamientos de laboreo

Laboreo	1 arada	SS	PS
Dosis económicamente óptima (D.E.O.) kg N/ha	38	30	0
Rendimiento (kg/ha) para la D.E.O.	1.632	1.777	1.821
Ingreso bruto (N\$/ha)	4.897	5.331	5.463
Costo aproximado (N\$/ha)	3.922	4.037	3.750
Margen bruto (N\$/ha)	975	1.294	1.713
(o/o)	57	76	100

Para finalizar, conviene destacar que E. Marchesi (1971) obtuvo resultados similares en un experimento instalado en un suelo que había tenido una pastera vieja de alfalfa, y que también estaba muy invadida por gramilla.

c. Trigo sobre Rastrojo de Trigo

En este ensayo se estudió, entre otros factores, el efecto de la profundidad y época de aradas, sobre los rendimientos de un cultivo de trigo sembrado sobre un rastrojo de trigo.

En la Figura 12 se presentan algunos resultados obtenidos en este experimento.

RENDIMIENTO
DE TRIGO
kg/ha

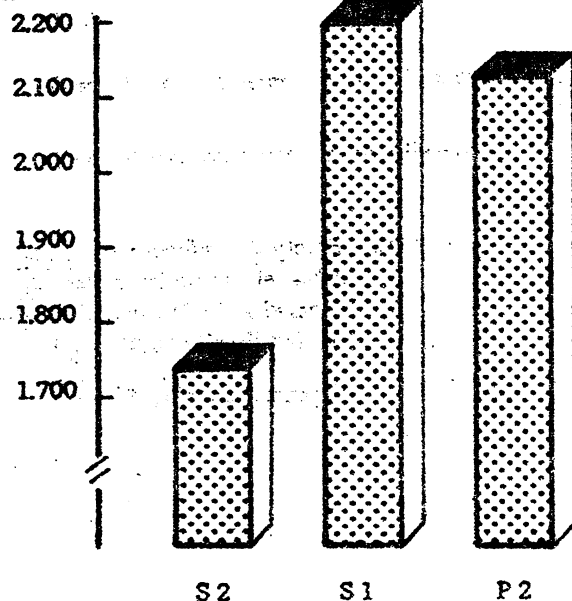


Figura 12: Efecto de tres tratamientos de laboreo.

En la Sección en que se discutió el efecto de la época de arada, ya se presentaron resultados que demostraban que si existía suficiente tiempo para que tuviera lugar la descomposición de los rastrojos de cultivos anteriores, se podían llegar a minimizar los posibles efectos negativos de los mismos sobre los cultivos que se siembran posteriormente.

Los resultados que se presentan ahora, estarían indicando que otra manera de lograr este objetivo sería llevando los residuos vegetales a horizontes más profundos de manera de afectar lo menos posible el desarrollo, por lo menos inicial, del cultivo que se siembra a continuación.

IV. 3. CONCLUSIONES

El efecto de la profundidad de aradas sobre la producción de trigo es mucho menos claro que el de la época.

Sin embargo, se presentaron situaciones en las que este efecto puede ser muy importante, en especial cuando existe una "suela de arado" que entorpece el desarrollo normal de los cultivos.

V. PERSPECTIVAS DE LA SIEMBRA DIRECTA DE INVIERNO EN EL URUGUAY

V. 1. INTRODUCCION

La preparación del suelo para cultivos en la agricultura mundial de los últimos años ha ido evolucionando generalmente hacia una paulatina reducción de las labores requeridas para lograr una adecuada sementera. Como consecuencia de esa evolución, han surgido técnicas y herramientas especialmente concebidas para mínimo laboreo y siembra directa o laboreo cero. El concepto de mínimo laboreo no es nuevo; ya en el primer tercio del presente siglo existieron experiencias con cultivos sembrados en suelos preparados con labranza reducida. Sin embargo, esas experiencias resultaban exitosas solamente cuando no existían problemas de enmalezamiento.

Por esta razón recién en la década del 60, con el surgimiento de herbicidas muy efectivos, se desarrollaron ampliamente muchas líneas de investigación en mínimo laboreo y siembra directa.

En nuestro país existieron en la década del 70 algunos experimentos de carácter exploratorio llevados a cabo en el CIAAB, y en 1990 surgió como una de las líneas de investigación del Proyecto Suelos de la Estación Experimental La Estanzuela.

Dado lo reciente de esta línea de experimentación, parece más adecuado para esta comunicación, referirse a algunos efectos que pueden ser esperados frente a la adopción del laboreo cero en cultivos de invierno, para las condiciones de Uruguay.

V. 2. EROSION

En relación a este aspecto, ha sido claramente demostrado, la gran eficacia que presenta la siembra directa en el control de la erosión a través de dos vías: en primer lugar, al quedar el suelo cubierto por un rastrojo o pastura los terrones no reciben directamente el impacto de las gotas de lluvia reduciéndose la desagregación. Por otro lado, esa cobertura frena el escurrimiento del agua en una gran medida, aumentando la infiltración y reduciendo la erosión.

Por esta razón, algunos suelos de nuestro país como los Argisoles, que por su alto riesgo de erosión son considerados marginales para la producción agrícola, mediante este tipo de siembra podrían entrar en un esquema de rotaciones agrícola-ganadero.

Por otro lado en condiciones menos marginales como son las de los suelos del área triguera del país, con pendientes que varían generalmente entre un 3 a 6 o/o, el laboreo cero podría constituirse en un mecanismo muy eficaz de controlar las pérdidas de suelo por erosión laminar.

Si bien no se poseen hasta el momento datos nacionales de pérdidas de suelo por erosión para diferentes sistemas de producción, existen estimaciones realizadas utilizando la ecuación universal de pérdida de suelo, que confirmarían lo anteriormente mencionado (García y Baethgen, 1982).

V. 3. PROPIEDADES FISICAS

El laboreo convencional de un suelo produce transformaciones importantes en sus propiedades físicas. En primer lugar, al aflojar la capa superficial, los agregados se rompen, aumenta la cantidad de poros grandes (macroporos) y disminuye la densidad aparente.

Por otro lado, se rompe la continuidad de esos poros a lo largo del perfil, y se compacta la zona del suelo sobre la cual se apoyan los implementos.

Finalmente, los sucesivos laboreos en un año y en diferentes años traen como consecuencia una menor estabilidad de agregados y un detrimento general de la estructura del suelo.

Todos estos cambios afectan el desarrollo radicular de los cultivos y por lo tanto la absorción de agua y nutrientes. En efecto, el aflojamiento inicial que se produce en la superficie con laboreos convencionales, y la consecuente disminución de la densidad aparente del suelo, provocan una mayor tasa de crecimiento de las raíces de los cultivos en las primeras etapas de desarrollo, si existe humedad disponible suficiente, debido a la menor resistencia que encuentran dichas raíces para su desarrollo. Sin embargo, a medida que transcurre el período de crecimiento de los cultivos, las raíces se encuentran con dos grandes obstáculos. En primer lugar la falta de continuidad de los canales y poros, y en segundo lugar la frecuente presencia de capas compactadas por el pasaje sucesivo de implementos (suela de arado, suela de disco, etc.).

Ha sido claramente demostrado que para el crecimiento de las raíces en largo y ancho, es fundamental la existencia de un sistema continuo de poros y canales que permitan su libre penetración y ensanchamiento resistiendo sólo pequeñas presiones (Allen, H., 1981).

En este sentido, los cultivos sembrados en forma directa, si bien presentan un crecimiento radicular inicial menor, permiten un mayor desarrollo de sus raíces en todo el período de crecimiento del cultivo, lo que puede contribuir a aumentar la eficiencia en el uso del agua y los nutrientes.

V. 4. DINAMICA DEL AGUA

En relación a la dinámica del agua en cultivos de invierno de nuestro país existe un aspecto muy relacionado con la presencia del sistema continuo de poros y canales ya mencionado en la sección anterior. Este sistema puede cobrar una gran importancia como mecanismo de descarga del suelo en situaciones de excesos de agua, que son bastante comunes en el invierno de Uruguay y que pueden llegar a limitar los procesos respiratorios de las raíces de los cultivos.

Una forma de medir estos posibles efectos de los excesos de agua en el suelo, consiste en determinar la concentración de oxígeno presente en el perfil. En el Cuadro 8, se presentan resultados de un experimento instalado en Inglaterra en el que se midió la concentración de oxígeno en el suelo en los tres meses de invierno en los que dicha concentración llega a sus valores mínimos.

Cuadro 8: Concentración de oxígeno en el suelo en dos tipos de siembras.

Profundidad (cm.)	Concentración de Oxígeno (o/o en volumen)		
	Siembra Directa	Convencional	Diferencia
15	10.3	7.2	Significativa (1 o/o)
30	8.4	5.7	No Significativa
60	3.9	5.3	No Significativa

(Fuente: Allen, H., 1981)

V. 5. DINAMICA DEL NITROGENO

La mayoría de los resultados experimentales, coinciden en que los cultivos en siembra directa presentan requerimientos de fertilizante nitrogenado mayores que los correspondientes a siembras convencionales.

Esto se debe fundamentalmente a que en los laboreos convencionales existe mineralización de la materia orgánica que libera cantidades de nitrógeno que serán mayores o menores dependiendo del nivel de materia orgánica.

En la siembra directa, al no existir movimiento de suelo, se reduce en gran medida la oxigenación y mineralización del humus, por lo que los cultivos necesitarán generalmente mayores agregados de fertilizante.

De esta manera, cuanto más pobre sea un suelo en materia orgánica, menos será la cantidad de nitrógeno que podrá suministrar por mineralización y más parecidos serán los requerimientos de fertilizante nitrogenado de los cultivos sembrados convencionalmente y con cero laboreo.

Un segundo aspecto relacionado con la absorción y la respuesta de los cultivos al nitrógeno en los diferentes tipos de siembra, está asociado al mejor drenaje interno que normalmente presentan los suelos bajo siembra directa. Como ya se mencionó, la continuidad de poros y canales presentes en los suelos con cero laboreo permiten la descarga de los excesos de agua, por lo que es menos probable la existencia de períodos que favorezcan las pérdidas de nitrógeno por denitrificación. Estas pérdidas aún no han sido evaluadas en nuestro país, pero se supone que en el caso de suelos pesados con drenaje imperfecto pueden llegar a ser muy importantes (Baethgen y Cardellino, 1979).

Pero por otro lado, al mejorar el drenaje interno de los suelos en la siembra directa, pueden aumentar también las pérdidas de nitratos por lixiviación.

Por último parece importante señalar las diferencias que se dan entre siembras convencionales y directas en el manejo de rastrojos de cultivos precedentes, y que también están relacionadas con la dinámica del nitrógeno en el suelo. En efecto, el hecho de incorporar al suelo rastrojos de alta relación C/N en los laboreos convencionales, puede traer como consecuencia una importante inmovilización de nitrógeno, reduciendo la disponibilidad de este nutriente para los cultivos sembrados posteriormente. En la siembra directa, en cambio estos problemas no existirían, al permanecer los residuos en la superficie de los suelos.

Sin embargo, y por esa misma razón, se puede esperar que los cultivos sembrados con cero labranza puedan hacer un uso menos eficiente del nitrógeno que puede liberarse a través de la descomposición y mineralización de residuos vegetales ricos en dicho nutriente que se incorporan en las aradas.

Es decir entonces que del balance de los efectos mencionados del tipo de siembra sobre la mineralización de la materia orgánica y sobre la lixiviación, denitrificación e inmovilización del nitrógeno, surgirán las diferencias en los requerimientos de fertilización de los cultivos, por lo que es evidente la necesidad de una línea de investigación dirigida al estudio de estos aspectos.

V. 6. EPOCA DE SIEMBRA

En otra sección de este trabajo, ya fue mencionada la importancia que tienen las características climáticas del otoño e invierno de nuestro país en la determinación de la época de siembra de los cultivos de invierno. También fue mencionado el importante efecto que tiene este factor sobre los rendimientos finales obtenidos.

En este sentido, la siembra directa aparece como una técnica muy promisoría para lograr reducir esta dependencia de las condiciones climáticas ya que la cantidad de días aptos para este tipo de siembra es de esperar que sea considerablemente mayor que la que existe para labores convencionales, lo que permitiría un mayor control de este importante factor de manejo.

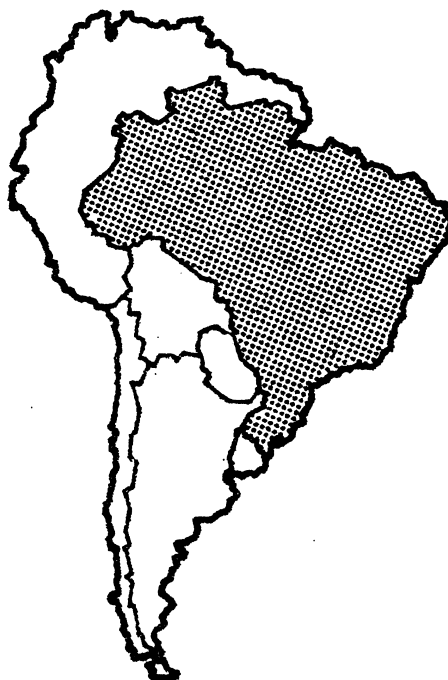
VI. BIBLIOGRAFIA

1. ALLEN,
2. ALTAMIRANO, A. et al (1976). Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Tomos I y III. Dirección de Suelos. MAP.
3. BAETHGEN, W. y CARDELLINO, G. (1979). Movimiento de Nitratos bajo diferentes coberturas vegetales II. Tesis. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay.
4. BAETHGEN, W.; DIAZ, R. y BOZZANO, A. (1980). Resultados físicos y económicos de rotaciones de pasturas y cultivos. *IN ROTACIONES. Miscelánea N° 24. CIAAB-MAP.*
5. CAPURRO, E. (1975). Cultivos de invierno después de Sorgo. CIAAB-MAP. Mimeo.
6. CAPURRO, E.; BAETHGEN, W.; TRUJILLO, A. y BOZZANO, A. (1982). Rendimientos y respuesta a NPK de cebada cervecera. *Miscelánea N° 43. CIAAB-MAP.*
7. CORSI, W. (1982). Regionalización agroclimática de Uruguay para cultivos. *Miscelánea N° 40. CIAAB-MAP.*
8. GARCIA PRECHAC, F.; BAETHGEN, W. (1982). Utilización de la información disponible sobre conservación de suelos y aguas. II Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica. Montevideo. (1982).
9. CONNET, M.R. (1979). Utilización del balance hídrico del suelo. *Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay. Segunda Epoca N° 12.*
10. LABELLA, S. (1974). Laboreo para trigo. *Folleto Técnico N° 14. CIAAB-MAP.*
11. MARCHESI, E. (1971). Laboreo. *IN El trigo en el Uruguay. Universidad de la República. Departamento de Publicaciones.*
12. O.P.Y.P.A. (1980). Estadísticas agropecuarias (período 1975-1979). MAP.
13. REYNAERT, E. (1967). Preparación del Suelo: cuando y como. *La Estanzuela, Investigaciones Agropecuarias N° 3. MAP.*

TEMA IV

CONTROL DE MALEZAS

BRASIL



4.1. CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NO TRIGO NA REGIÃO SUL DO BRASIL

JOSE RUEDELL *

INTRODUÇÃO

A cultura do trigo é um dos produtos primários de maior importância econômica para o Brasil. O consumo nacional é estimado em 5,9 milhões de toneladas, enquanto que a produção atinge aproximadamente 3,0 milhões de toneladas, das quais a região Sul do país, mais especificamente os estados do Paraná e Rio Grande do Sul, participam com cerca de 88 o/o do total produzido (Fonte: Agências do Banco do Brasil S.A. - CTRIN).

Geralmente as culturas que ocupam extensas áreas, como a do trigo, possuem problemas de competição e de controle de plantas daninhas.

As plantas daninhas provocam prejuízos econômicos devido a competição com as culturas em água, luz e nutrientes, além de dificultarem a colheita, reduzirem a qualidade do produto colhido e servirem de hospedeiros para pragas e doenças. O resultado da competição vai depender das espécies em confronto, do número de indivíduos por área e sua distribuição no terreno e, ainda, do tempo que permanecem competindo entre si. Estes fatores podem ser modificados pelas condições edáficas e climáticas do local, e pelas práticas culturais realizadas.

No Brasil, não existem dados precisos sobre a perda em produção do trigo devido a plantas daninhas.

Quando as invasoras são gramíneas, mais especificamente avevém, os decréscimos no rendimento, segundo FLECK (1980 a), variam desde 10,4 o/o até 62,4 o/o. Nos trabalhos desenvolvidos pelo Centro de Experimentação e Pesquisa da FECOTRIGO por um período de 6 anos, os valores variaram de 5,6 o/o a 47 o/o, com uma média de 22,1 o/o (BORGO E ROSITO, 1977 a e 1978 a; BORGO, 1979 a; BORGO et al, 1980 a; RUEDELL & SILVA, 1981 a e 1982 a).

Diferentes populações de avevém, variação na capacidade competitiva das variedades de trigo e alteração dos fatores edáficos e climáticos podem ser algumas das causas da variação da percentagem de redução. FLECK (1980 a), atribui à estatura do trigo os diferentes graus de competição das variedades, o que faz supor que a radiação solar seja o principal fator responsável pela competição entre as gramíneas consideradas. Cita ainda que as variedades de porte alto, como IAS-58, Nobre e PAT 7219 (\pm 120 cm), tiveram as suas produções reduzidas em média de 16,8 o/o. Já as de porte médio, como IAS-54 (\pm 100 cm), sofreram um decréscimo de 24,5 o/o, enquanto que as porte baixo, como E-7414 (\pm 85 cm), foram reduzidas em 57,2 o/o em média.

* Eng^oAgr^o, M.Sc., Pesquisador do Centro de Experimentação e Pesquisa da FECOTRIGO. Cx. Postal 10. 98.100 - Cruz Alta - RS.

Quanto às dicotiledôneas, mais especificamente nabo (*Raphanus* spp.) e cipó-de-inverno (*Polygonum convolvulus* L.), os experimentos do Centro de Experimentação e Pesquisa da FECOTRIGO demonstraram um decréscimo médio de 13,4 o/o, com uma variação de 7,3 o/o até 35,7 o/o. Da mesma forma que o azevém, o grau de competição das latifoliadas é dependente da interação invasora x cultura x meio ambiente. Tem-se notado que o cipó-de-inverno é pouco competitivo, e necessita de muita luz para germinar; no entanto, o seu hábito de crescimento característico, enrolando-se sobre as plantas de trigo e interligando-as entre si, provoca prejuízos acentuados na colheita.

Cramer, citado por BLANCO (1972), relata que na América do Sul as invasoras causam uma redução de 10 o/o na produção desta cultura.

O importante é eliminar as plantas daninhas até que o trigo ocupe o solo, o que, conseqüentemente, impede o desenvolvimento das invasoras. Para isto, é necessário que a lavoura cresça no limpo até em torno de 50 dias após a emergência. A competição das invasoras, quando ocorre nas primeiras semanas após a emergência, reduz mais acentuadamente a produção do que quando ocorre no final do ciclo do trigo. Entretanto, a competição no final do ciclo dificulta a colheita, baixa a qualidade do produto colhido e pode reduzir o conteúdo de proteína no grão.

II. PLANTAS DANINHAS DO TRIGO NO BRASIL - SUL

Entende-se como planta daninha, toda e qualquer planta crescendo onde não é desejada ou uma planta fora de seu lugar. VALDES (1971) complementa dizendo que ela não é desejada, não é útil, mesmo assim prolifera e persistente, concorrente e daninha.

Segundo estas definições, tem-se dois tipos de plantas daninhas invasoras: aquelas que são ocasionais (cevada num campo de trigo), e aquelas que são verdadeiras (qualquer espécie não cultivada). Mas, para uma boa produção de trigo, todas são competitivas e, portanto, precisam ser controladas.

As invasoras também são importantes em termos de produção de semente. As exigências legais no Brasil são fornecidas pelas Delegacias Federais e Estaduais da Agricultura. São elas que estabelecem os limites permitidos ou indicam aquelas invasoras que devem estar ausentes. Na lavoura não pode haver: Aveia (*Avena* spp.), cevada (*Hordeum vulgare* L.), joio (*Lolium temulentum* L.), centeio (*Secale cereale* L.), nabo (*Raphanus* spp.).

Quanto ao trigo destinado para semente as espécies daninhas são classificadas em:

1) Espécies cultivadas

2) Espécies silvestres

2.1) Silvestres comuns

2.2) Silvestres nocivas

2.2.1) Silvestres nocivas toleradas

2.2.2) Silvestres nocivas proibidas

1) As espécies cultivadas são todas as sementes cultivadas que, em condições especiais, não são consideradas sementes silvestres. Sua presença é globalmente limitada por atos federais e estaduais:

Nome Científico	Nome Comum
<i>Avena</i> spp.	Aveia
<i>Fagopyrum esculentum</i>	Trigo mourisco
<i>Hordeum vulgare</i>	Cevada
<i>Lolium multiflorum</i>	Azevém
<i>Secale cereale</i>	Centeio

2) As espécies silvestres são todas as plantas não cultivadas, aceitas como invasoras, ou aquelas cultivadas mas reconhecidas como daninhas por atos federais e estaduais.

2.1) As silvestres comuns são aquelas plantas cujas sementes são classificadas como nocivas, mas a sua presença na semente de trigo é globalmente limitada por atos federais e estaduais:

Nome Científico	Nome Comum
<u>Ambrosia artemisiifolia</u>	Artemisia
<u>Apium ammi</u>	Aipo-selvagem
<u>Bidens pilosa</u>	Picão preto
<u>Borreria verticilata</u>	Poaia branca
<u>Briza minor</u>	Treme-treme
<u>Digitaria sanguinalis</u>	Milhã
<u>Eleusine indica</u>	Capim-pé-de-galinha
<u>Galinsoga parviflora</u>	Picão branco
<u>Hypochaeris brasiliensis</u>	Almeirão
<u>Paspalum urvillei</u>	Capim das roças
<u>Phalaris angusta</u>	Alpiste crioulo
<u>Silene gallica</u>	Silene
<u>Solidago microglossa</u>	Erva lanceta
<u>Soliva sessilis</u>	Roseta
<u>Sonchus oleraceus</u>	Serralha
<u>Spergula arvensis</u>	Espergula, gorga
<u>Verbena bonariensis</u>	Verbena

2.2) As silvestres nocivas englobam aquelas plantas difíceis de erradicar, prejudiciais para a cultura ou aos seus produtos.

2.2.1) As silvestres nocivas toleradas abrangem aquelas plantas daninhas cujas sementes são toleradas dentro de limites específicos (por espécie) e globais (no total), fixadas por atos federais e estaduais:

Nome Científico	Nome comum
<u>Brassica spp.</u>	Mostarda silvestre
<u>Euphorbia pappilosa</u>	Leiterinha
<u>Ipomoea rutiliana</u>	Enredadeira
<u>Lolium temulentum</u>	Joio
<u>Polygonum acre</u>	Erva-de-bicho
<u>Polygonum convolvulus</u>	Cipó-de-inverno
<u>Plantago bicallosa</u>	Plantago
<u>Raphanus raphanistrum</u>	Nabo, nabiça
<u>Raphanus sativus</u>	Rabano silvestre
<u>Richardia brasiliensis</u>	Poaia-do-campo
<u>Rumex crispus</u>	Lingua-de-vaca
<u>Setaria geniculata</u>	Capim-rabo-de-raposa
<u>Sida rhombifolia</u>	Guanxuma
<u>Solanum nigrum</u>	Erva moura, maria preta

2.2.2) Silvestres nocivas proibidas são as plantas invasoras cuja presença não é permitida na semente de trigo fiscalizada:

Nome Científico	Nome Comum
<u>Cuscuta</u>	Cuscuta
<u>Cyperus rotundus</u>	Tiririca
<u>Echium plantagineum</u>	Erva-de-flor-azul
<u>Rumex acetosella</u>	Lingua-de-vaca
<u>Sorghum halepense</u>	Sorgo-de-alepo

No entanto, a Delegacia Federal de Agricultura do RS, expediu a portaria nº 315, a qual considera válidos limites mais rigorosos para o Padrão de Semente, quando este é controlado pela Comissão Estadual de Sementes. Apoiando-se nesta portaria, a Comissão Estadual de Sementes e Mudanças - CESM/RS, estabeleceu para o estado do Rio Grande do Sul o seguinte Padrão de Semente:

- Sementes de espécies cultivadas: 1/100 g
- Sementes de espécies silvestres comuns: zero/100 g
- Sementes de espécies silvestres nocivas toleradas: zero/500 g
- Sementes de espécies silvestres nocivas proibidas: zero/500 g

Com isto, em termos de Rio Grande do Sul, dentro dos limites das amostras, todas as sementes silvestres são proibidas.

SACCO et al (1975) realizaram um levantamento das principais invasoras da cultura do trigo no Rio Grande do Sul, e encontraram 250 espécies, das quais 73 foram consideradas como invasoras reais devido à sua frequência e abundância. No entanto, em termos de produção de sementes, MIRANDA (1981) relata que as invasoras mais frequentes e que eliminam a maior quantidade de semente são em ordem de importância: Polygonum convolvulus, Raphanus raphanistrum, Ipomoea spp., Silene spp., Avena spp., Lolium multiflorum, Echium plantagineum. Observou ainda que Hordeum vulgare é a planta cultivada que elimina a maior quantidade de semente de trigo, e que isto ocorre devido à falta de limpeza das máquinas colheitadeiras (Comunicação pessoal).

III. CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

É o processo pelo qual se limita a infestação de plantas daninhas a um tal grau que seja mínima a sua competição com a cultura. A quantidade controlada é balanceada entre os custos envolvidos e a possível redução na produção.

Os métodos de controle podem ser agrupados em:

1) Controle cultural: Consiste em utilizar as próprias características ecológicas da cultura e das plantas daninhas de tal forma que a primeira leve vantagem na competição (VALDÉS, 1971).

Para isto, deve-se:

- a) Escolher as variedades de trigo mais adaptadas às condições de clima e solo da região.
- b) Empregar semente de boa qualidade.
- c) Semear na época mais adequada, utilizando-se o espaçamento indicado, e a quantidade suficiente de sementes e fertilizantes.
- d) Implantar um sistema de rotação de culturas.

2) Controle mecânico: Consiste na utilização da capina manual ou da cultivação para eliminação de invasoras já estabelecidas. Devido ao espaçamento em que é semeado o trigo, este método é praticamente restrito a capina manual, a qual é largamente empregada, principalmente em regiões de pequenas propriedades.

3) Controle químico: Consiste na eliminação ou inibição do crescimento das plantas daninhas, através do uso de produtos químicos.

3.1) Controle químico de dicotiledôneas.

Diversos são os herbicidas oficialmente aceitos e recomendados para o controle de plantas daninhas dicotiledôneas para a Região Sul do Brasil (Quadro 1). No entanto, a área com controle químico é pequena (15 a 20 o/o) e geralmente restrita ao uso de 2,4-D. Isto favoreceu a expansão das invasoras resistentes como P. convolvulus, que não é controlada satisfatoriamente pelos herbicidas hormonais.

Quadro 1: Doses e épocas de aplicação de herbicidas recomendados para o controle de plantas daninhas em trigo

Invasoras	Herbicidas Nomes Comuns	Concentração (g/l)	Produto Comercial (l/ha)	Epoca de Aplicação
Dicotiledôneas Comuns	2,4-D (amina)	720	1,0 a 2,0	Durante o perfilhamento do trigo
	2,4-D (éster)	400	0,6 a 1,0	
	MCPA	400	1,5 a 2,5	
	2,4-D + MCPA	275 + 275	1,0 a 2,0	
Cipó-de-Veado de-Inverno (<u>Polygonum convolvulus</u>)	Dicamba + 2,4-D	97 + 576	1,0 a 1,5	Durante o perfilhamento do trigo
	Bentazon + 2,4-D (amina)	480 + 720	1,0 a 1,5 + 1,0	
	Bentazon + 2,4-D (éster)	480 + 400	1,0 a 1,5 + 0,6	
Cipó-de-Veado de-Inverno (<u>Polygonum convolvulus</u>)	Bentazon	480	1,5 a 2,0	A partir de 4 folhas do trigo

Segundo KISSMAN (1978), sementes de P. convolvulus têm aparecido em cerca de 3 o/o das amostras de semente de trigo analisadas no Rio Grande do Sul. Já MIRANDA (1981), relata as análises de 7.883 amostras de trigo, oriundas de 42 Cooperativas e 25 produtores particulares, representando em torno de 30 o/o da semente produzida no Rio Grande do Sul, nas quais encontrou em média 8 o/o da semente contaminada pelo P. convolvulus.

A FECOTRIGO, através do Centro de Experimentação e Pesquisa, vem desenvolvendo um estudo sobre o controle químico desta espécie desde 1975 (BORGO & BESKOW, 1976; BORGO & ROSITO, 1977b e 1978b; BORGO, 1979b; BORGO et al, 1980b; RUEDELL & SILVA, 1981b e 1982b).

Ao longo destes anos foi testada uma série de herbicidas para o controle de P. convolvulus. Os melhores resultados foram alcançados com os produtos que apresentam bentazon e dicamba, e mais recentemente picloran e clorsulfuron. No Quadro 2, estão relatadas as médias de controle alcançadas por estes produtos ou combinações. Verificase nestes resultados a deficiência de controle de 2,4-D (65,9 o/o), em contraste com o excelente controle de picloran + 2,4-D (99,3 o/o). Os demais produtos e combinações alcançaram um controle em torno de 95 o/o.

A presença de 2,4-D nas misturas com dicamba e picloran é justificada pelo baixo controle destes herbicidas sobre nabo (Raphanus spp.), já que 2,4-D possui uma excelente ação sobre esta espécie, cuja presença é freqüente nas lavouras de trigo.

Quadro 2: Percentagem de controle de cipó-de-inverno (*Polygonum convolvulus* L.) no Centro de Experimentação e Pesquisa da FECOTRIGO, Cruz Alta - RS, no período de 1976 a 1981. (1)

TRATAMENTOS	I. a. (kg/ha)	P.C. (l ou kg/ha)	Controle Médio (o/o)
Bentazon (2)	0,96	2,0	95,8
Dicamba + 2,4-D (3)	0,096 + 0,576	1,0	95,9
Bentazon (2) + 2,4-D (4)	0,48 + 0,72	1,0 + 1,0	94,1
Picloran + 2,4-D (5)	0,022 + 0,36	1,0	99,3
DPX 4189 (6)	0,048	0,06	95,0
2,4-D amina (4)	1,08	1,5	65,9
Número médio de pl/m ²			107,0

(1) Os resultados são médias de pelo menos 3 anos de experimentação

(2) Basagran

(3) Banvel 380

(4) 2,4-D (amina)

(5) Tordon 472

(6) Clorsulfuron

No Quadro 3 apresenta-se o comportamento de algumas espécies frente aos herbicidas recomendados para o Estado do Rio Grande do Sul. Não sendo produtor de semente, o controle químico praticamente se resume no uso de 2,4-D éster, já que a principal invasora após o cipó-de-inverno é o nabo.

Quadro 3: Comportamento de algumas espécies de plantas daninhas e herbicidas usados em trigo.

PLANTAS DANINHAS	P R O D U T O S							
	2,4-D (amina)	2,4-D (éster)	MCPA	2,4-D+ MCPA + 2,4-D	DICAMBA	BENTAZON + 2,4-D	BENTAZON + 2,4-D	PICLORAN + 2,4-D
<i>Echium plantagineum</i> L. (Erva-de-flor-azul)	(X)	(X)	(X)	(X)				
<i>Polygonum convolvulus</i> L. (cipó-de-veado-de-inverno)	(X)	(X)	(X)	(X)	X	X	X	X
<i>Ipomoea</i>	(X)	(X)	(X)	(X)	X	X	X	X
<i>Raphanus raphanistrum</i> L. (nabiça ou nabo)	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav. (picão branco)	(X)	(X)	(X)	(X)	X	X	X	X
<i>Borreria verticillata</i> (L.) Meyer (poia-branca)	X	X		X	X			X
<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes (poia-do-campo)	X	X		X	X			X
<i>Raphanus sativus</i> L. (Rábano-silvestre)	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Sonchus oleraceus</i> L. (Serralha)	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Silene gallica</i> L. (Silene)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	X	X	X
Convenções: X=controle (X)=controle dauidoso (em branco)=sem informação								

3.2) Controle químico de monocotiledôneas

O azevém e a aveia, constituem-se nas principais invasoras gramíneas do trigo. Azevém e aveia são usadas como pastagens de inverno e, por isto, podem tornar-se invasoras das culturas inverniais subsequentes. No entanto, a importância delas como invasora é muito pequena, não ultrapassando 1 o/o da área semeada com trigo. Áreas sabidamente infestadas com estas gramíneas, normalmente são evitadas para a semeadura do trigo. Os campos experimentais dos órgãos de pesquisa são geralmente os locais de maior problema destas invasoras, principalmente o azevém.

No início da década de 1970, em diversos trabalhos realizados no Rio Grande do Sul, o controle de azevém foi inconstante e geralmente de baixa eficiência, com destaque para diuron e linuron (COSTA, 1972; FLECK, 1973; FLECK & SILVA, 1974; VENTURELLA & TEIXEIRA, 1972).

Já VENTURELLA & RUCKHEIM (1976), citaram pendimethalin como único produto que controlou azevém. FLECK & PAULITSCH (1978) testaram diversos herbicidas para o controle de azevém e concluíram que o diclofop-methyl foi o tratamento que propiciou controle mais eficiente, menor grau de fitotoxicidade e o mais elevado rendimento de trigo. FLECK (1980 b) verificou que o diclofop-methyl foi mais eficiente que o pendimethalin.

No Centro de Experimentação e Pesquisa da FECOTRIGO, Cruz Alta-RS, durante vários anos foi pesquisado o controle químico de azevém (BORGO & ROSITO 1977a e 1978a; BORGO, 1979a; BORGO et al, 1980a; RUEDELL & SILVA, 1981a e 1982a). Ao longo destes anos, os melhores resultados foram encontrados com pendimethalin (pré-emergência) e principalmente diclofop-methyl (pós-emergência). No Quadro 4 são apresentadas resumidamente as dosagens mais eficientes, com suas respectivas percentagens de controle ao longo destes anos. Verificou-se que a eficiência média de diclofop-methyl (93,4 o/o) é superior à do pendimethalin (80,4 o/o). Além disso, diclofop-methyl apresentou resultados mais constantes, desde que aplicado quando o azevém estava entre 3 a 5 folhas. Já pendimethalin apresentou grande variação ao longo dos anos, sendo mais eficiente quando as condições de umidade do solo eram altas. Observou-se também que sementes de trigo sem cobertura de solo e que entraram em contato com o produto, normalmente não germinaram.

Quadro 4: Percentagem de controle de azevém (*Lolium multiflorum* L.) no Centro de Experimentação e Pesquisa da FECOTRIGO, Cruz Alta, RS, no período de 1976 a 1981.

TRATAMENTOS	La. kg/ha	P. C. kg ou l/ha	CONTROLE (o/o)						
			1976	1977	1978	1979	1980	1981	Média
1. Diclofop-methyl *	0,54	1,5	—	96,0	82,1	97,6	94,5	97,0	93,4
2. Pendimethalin **	1,5	3,0	77,0	94,4	76,0	87,7	84,3	63,0	80,4

* Rioxan

** Herbadox

OBS: Aplicações de diuron ou linuron, não alcançaram 50 o/o de controle desta invasora.

Aplicações a campo de diclofop-methyl evidenciaram um controle acima de 90 o/o para aveia (*Avena* spp.). Pesquisas no Canadá e nos Estados Unidos têm mostrado a eficiência de diclofop no controle de aveia brava (*Avena fatua*), setaria (*Setaria viridis* L. Beauv.) e capim arroz (*Echinochloa crusgalli* L. Beauv.) em diversas culturas (CHOW & DORRELL, 1979; FRIESEN et al, 1976; WEST et al, 1980; SCHREIBER et al, 1979). No Brasil, é também recomendado para o controle de pepua (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch.) e de capim arroz na cultura da soja.

4. Seletividade dos herbicidas para a cultura do trigo.

Experimento desenvolvido por FLECK (1982), no qual foi estudada a seletividade de todos os herbicidas recomendados para a cultura do trigo para a Região Sul do Brasil, evidenciou 3 grupos quanto a injúria provocada na cultura.

As misturas de 2,4-D com MCPA, bentazon ou dicamba foram as que apresentaram o maior grau de fitotoxicidade, diminuindo inclusive o rendimento de grãos. Pendimethalin, bentazon e diclofop-methyl aplicados isoladamente foram os herbicidas mais seletivos, enquanto que 2,4-D amina, 2,4-D éster e MCPA, tiveram um comportamento intermediário.

VELLOSO & PIAZ (1982) estudaram a seletividade de diclofop-methyl e de dicamba isoladamente e em associação com 2,4-D nas culturas do trigo, cevada e centeio. Verificaram que o trigo e a cevada são mais sensíveis ao dicamba do que o centeio, enquanto que o diclofop-methyl provocou efeitos contrários. Dicamba aplicado a 392 g/ha de ingrediente ativo reduziu em 33 o/o, 37 o/o e 26 o/o, respectivamente, o rendimento do trigo, cevada e centeio. Com 97 g/ha de ingrediente ativo, que é a dosagem recomendada em associação com 2,4-D, as culturas mostraram sensibilidade mas não foram prejudicadas no rendimento. Diclofop reduziu o rendimento do centeio em 21 o/o, enquanto que o trigo e a cevada foram reduzidos na produção em 6,6 o/o e 4,0 o/o, respectivamente.

Diversos estudos também revelam que diclofop-methyl não pode ser aplicado em mistura de tanque com outros herbicidas (DORTENZIO & MORRIS, 1979; FLETCHER & DREVLER, 1980; OLSON & NALEWAJA, 1981; O'SULLIVAN *et al.*, 1976; QURESHI & VANDEN BORN, 1979; TODD & STOBBE, 1980; VELLOSO & PIAZ, (1982). Estes últimos autores, verificaram que a eficiência do diclofop decresceu em mais de 40 o/o quando foi aplicado em mistura de tanque com dicamba + 2,4-D.

5. LITERATURA CITADA

1. BLANCO, H.G. 1972. A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle das plantas daninhas. *O Biológico*, 38 (10):3142-50.
2. BORG, A. 1979 a. Avaliação da eficiência de tratamento químicos no controle de azevém (*Lolium multiflorum* L.) em trigo. In: CEP-FECOTRIGO ed. Resultados de pesquisa com trigo e tritcale obtidos pela FECOTRIGO em 1978. Vol 1. Cruz Alta, pp. 53-56.
3. BORG, A. 1979 b. Controle químico de *P. convolvulus* em trigo. In: CEP-FECOTRIGO ed. Resultados de pesquisa com trigo e tritcale obtidos pela FECOTRIGO em 1978. Cruz Alta, Vol 1. pp. 57-61.
4. BORG, A. & BESKOW, G. 1976. Avaliação da eficiência de herbicidas no controle de *P. convolvulus* e *Silene gallica* L. em trigo. In: CEP-FECOTRIGO ed. Contribuição do CEP-FECOTRIGO à VIII Reunião Anual Conjunta de Pesquisa do Trigo. Cruz Alta. pp. 86-93.
5. BORG, A. & ROSITO, C. 1977 a. Teste preliminar de herbicidas para o controle de *Lolium multiflorum* L. em trigo. In: CEP-FECOTRIGO (ed.). Contribuição do Centro de Experimentação e Pesquisa à IX Reunião Anual Conjunta de Pesquisa do Trigo. Vol. 1.- Trigo. Cruz Alta. pp. 92-98.
6. BORG, A. & ROSITO, C. 1977 b. Avaliação da eficiência de herbicidas no controle de *Polygonum convolvulus* L. e outras folhas largas em trigo. In: CEP-FECOTRIGO (ed.) Contribuição do Centro de Experimentação e Pesquisa à IX Reunião Anual Conjunta de Pesquisa do Trigo. Vol. 1. Cruz Alta, pp. 82-91.
7. BORG, A. & ROSITO, C. 1978 a. Controle químico de *Lolium multiflorum* L. em trigo (*Triticum aestivum* L.). In: CEP-FECOTRIGO (ed.). Contribuição do Centro de Experimentação e Pesquisa à X Reunião Anual Conjunta de Pesquisa do Trigo. Vol. 1 - Trigo. Cruz Alta, pp. 153-160.
8. BORG, A. & ROSITO, C. 1978 b. Resultados de aplicação de herbicidas em pré e pós-emergência para o controle de ervas daninhas de folhas largas em trigo (*Triticum aestivum* L.). In: CEP-FECOTRIGO (ed.): Contribuição do Centro de Experimentação e Pesquisa à X Reunião Anual Conjunta de Pesquisa do Trigo. Cruz Alta. Vol. 1. pp. 141-152.
9. BORG, A., SILVA, M.T.B. da & RUEDELL, J. 1980 a. Controle de *Lolium multiflorum* L. em trigo pelo uso de herbicidas. In: CEP-FECOTRIGO (ed.). Contribuição do Centro de Experimentação e Pesquisa à XI Reunião Nacional de Pesquisa de Trigo. Cruz Alta, pp. 120-125.
10. BORG, A., SILVA, M.T.B. da; RUEDELL, J. 1980 b. Teste comparativo da eficiência e seletividade de tratamentos químicos no controle de *Polygonum convolvulus* L. na cultura do trigo. In: CEP-FECOTRIGO (ed.). Contribuição do Centro de Experimentação e Pesquisa à XI Reunião Nacional de Pesquisa de Trigo. Cruz Alta, pp. 112-119.

11. CHOW, P.N.P. & DORRELL, D.G. 1979. Response of wild oat (*Avena fatua*), flax (*Linum usitatissimum*), and rapeseed (*Brassica campestris* and *B. napus*) to diclofop-methyl. *Weed Sci.*, 27 (2):212-215.
12. COSTA, A.M. 1972. Controle químico pré-emergente das invasoras da cultura do trigo. In: IV Reunião Anual Conjunta de Pesquisa de Trigo, Passo Fundo, 1972. Resumos.
13. DORTENZIO, W.A. & NORRIS, R.F. 1979. Antagonistic effects of desmedipham on diclofop activity. *Weed Sci.*, 27(5):539-544.
14. FLECK, N.G. 1973. Seletividade de herbicidas derivados da uréia para o controle de azevém (*Lolium multiflorum* L.) na cultura do trigo. In: V Reunião Anual Conjunta de Pesquisa de Trigo. Porto Alegre, 1973. Resumos.
15. FLECK, N.G. 1980a. Competição de azevém (*Lolium multiflorum* L.) com duas cultivares de trigo. *Planta Daninha*, 3(2):61-67.
16. FLECK, N.G. 1980b. Controle químico de azevém (*Lolium multiflorum* L.) nas culturas de trigo e cevada. In: Resumos e Comunicados Técnicos. XI Reunião Nacional de Pesquisa de Trigo. Porto Alegre, 04 a 08/08 de 1980. p. 86.
17. FLECK, N.G. 1982. Avaliação de seletividade de herbicidas utilizados na cultura do trigo. In: Resumos e Comunicados Técnicos. XII Reunião Nacional de Pesquisa de Trigo. Cascavel, 19 a 23 julho de 1982. p. 20.
18. FLECK, N.G. & PAULITSCH, R.J. 1978. Controle químico de azevém (*Lolium multiflorum* L.) na cultura do trigo. *Planta Daninha*, Campinas, 1(2):30-37.
19. FLECK, N.G. & SILVA, P.R.F. da. 1974. Seletividade de herbicidas para o controle de azevém (*Lolium multiflorum* L.) na cultura do trigo. In: VI Reunião Anual Conjunta de Pesquisa de Trigo. Porto Alegre, 1974, Resumos.
20. FLETCHER, R.A. & DREXLER, D.M. 1980. Interactions of diclofop-methyl and 2,4-D in cultivated oats (*Avena sativa*). *Weed Sci.*, 28(4):363-366.
21. FRIESEN, H.A.; O'SULLIVAN, P.A. & VANDEN BORN, W.H. 1976. HOE 23408, a new selective herbicide for wild oats and green foxtail in wheat and barley. *Can. J. Plant Sci.*, 56(3):567-578.
22. KISSMANN, K.G. 1978. Invasoras na cultura da soja. *EASF*, São Paulo, Vol. I, 88 p.
23. MIRANDA, T.R. de 1981. Relatório de atividade do laboratório de Análise de sementes. Trigo-safra, 1980/81. CEP-FECOTRIGO, Cruz Alta, 222 p.
24. OLSON, W.A. & NALEWAJA, J.D. 1981. Antagonistic effects of MCPA on wild oat (*Avena fatua*) control with diclofop. *Weed Sci.*, 29(5):566-570.
25. O'SULLIVAN, P.A., FRIESEN, H.A. & VANDEN BORN, W.A. 1977. Influence of herbicides for broad-leaved weeds and adjuvants with diclofop-methyl on wild oat control. *Can. J. Plant Sci.*, 57(1):117-125.
26. QURESHI, F.A. & VANDEN BORN, W.H. 1979. Interaction of diclofop-methyl and MCPA on wild oats (*Avena sativa*). *Weed Sci.* 27(2):202-205.
27. RUEDELL, J. & SILVA, M.T.B. da. 1981a. Controle químico de azevém (*Lolium multiflorum* L.) na cultura do trigo. In: CEP-FECOTRIGO. ed. Resultados de Pesquisa com trigo, triticale, aveia e cevada obtidos pelo CEP-FECOTRIGO em 1980. Cruz Alta. pp. 141-149.
28. RUEDELL, J. & SILVA, M.T.B. da. 1981b. Controle químico de cipó (*Polygonum convolvulus* L.) na cultura do trigo. In: CEP-FECOTRIGO ed. Resultados de Pesquisa com trigo, triticale, aveia e cevada obtidos pelo CEP-FECOTRIGO em 1980. Cruz Alta. pp. 150-158.
29. RUEDELL, J. & SILVA, M.T.B. da. 1982a. Controle de azevém (*Lolium multiflorum* L.) na cultura do trigo. In: Resumos e Comunicados Técnicos. XII Reunião Nacional de Pesquisa de Trigo. Cascavel, 19 a 23 de julho de 1982. p. 24.
30. RUEDELL, J. & SILVA, M.T.B. da. 1982b. Controle de cipó (*Polygonum convolvulus* L.) e picão branco (*Galinsoga parviflora* Cav.) na cultura do trigo. In: Resumos e Comunicados Técnicos, XII Reunião de Pesquisa de Trigo. Cascavel, 19 a 23 de julho de 1982. p. 25.

31. SACCO, J. da C.; SANTOS, E.A.A.; TRINTA, E.F.; SOAREZ, A.A.; SILVA, M.C.M. da; COSTA, N.L.M.da 1975. Semente. 1 (1):3-11.
32. SCHREIBER, M.M.; WARREN, G.F. & ORWICK, P.L. 1979. Effects of wetting agent, stage of growth, and species on the selectivity of diclofop. Weed Sci. 27(6):679-683.
33. TODD, B.G. & LOBBE, E.H. 1980. The basis of the antagonistic effect of 2,4-D on diclofop-methyl toxicity to wild oat (*Avena fatua*) Weed Sci. 28(4):371-377.
34. VALDES, R.L. 1971. Control de malezas, 2^aed., Universidad Católica de Chile, Santiago, 242 p.
35. VELLOSO, J.A.R.O. & PIAZ, R. dal. 1982. Selectividade de herbicidas de pós-emergência, aplicados às culturas de trigo, cevada e centeio. In: Resumos e Comunicados Técnicos. XII Reunião Nacional de Pesquisa do Trigo. Cascavel, 19 a 23 de julho de 1982. pp. 149-50.
36. VENTURELLA, L.R.C. & RUCKHEIM, O. 1976. Avaliação preliminar com cinco herbicidas pré-emergentes, para o controle de quatro ervas daninhas que infestam a cultura do trigo. In: VIII Reunião Anual Conjunta de Pesquisa do Trigo, Ponta Grossa, 1976. Resumos.
37. VENTURELLA, L.R.C. & TEIXEIRA, C. 1972. Controle químico pré-emergente das invasoras da cultura do trigo. In: IV Reunião Anual Conjunta de Pesquisa do Trigo. Passo Fundo, 1972. Resumos.
38. WEST, L.D.; DAWSON, J.H. & APPLEBY A.P. 1980. Factors influencing barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli*) control with diclofop. Weed Sci., 28 (4):366-371.

URUGUAY



4.2 EL CONTROL DE MALEZAS EN TRIGO

AMALIA RIOS*

1. PRINCIPALES ESPECIES DE MALEZAS EN LOS CULTIVOS DE TRIGO EN URUGUAY

La presencia e importancia de las distintas especies de malezas ha sido diagnosticada por relevamientos realizados en el área triguera del litoral oeste del país.

En el Cuadro 1, se presenta la información obtenida durante cuatro años en 385 chacras. En los años 1975 y 1976, Vittori, E. además de determinar la ocurrencia de las malezas, cuantificó el número de éstas, presentes en los distintos cultivos.

Se destaca en el cuadro la mayor importancia de malezas latifoliadas y entre éstas, el grupo de manzanillas (*Anthemis cotula* L. y *Matricaria chamomilla* L.), capiquí (*Stellaria media* L.) Villars, y calabacilla (*Silene gallica* L.), se presentan con los mayores porcentajes de frecuencia.

El productor triguero aplica generalmente 2,4-D o MCPA y al momento de realizar los relevamientos muchas de las chacras ya habían sido tratadas, por lo cual las crucíferas (*Rapistrum rugosum*, L.All., *Brassica campestris* L. *Raphanus raphanistrum*, L. *Raphanus sativum* L.) se encuentran con valores menores a los reales. Además, especies que no son susceptibles a estos herbicidas tendrán mayores porcentajes de frecuencia, tal es el caso de las manzanillas y también aquellas malezas que aunque susceptibles al 2,4-D como (*Ammi majus* L. y *Ammi visnaga* (L.) Lam.), por su menor porte al momento del tratamiento están cubiertas por las crucíferas que interceptan al herbicida.

La presencia de gramíneas anuales es incipiente, aunque es un problema potencial en lo que se refiere a raigrás (*Lolium multiflorum* L.). El desarrollo de esta gramínea está determinado por los niveles de disponibilidad de nitrógeno. Así por ejemplo, en cebada donde el paquete tecnológico incluye y permite, dada la relación insumo-producto, niveles de fertilización nitrogenada superiores a los que aplica el productor triguero, el raigrás y la avena spp. tienen importancia creciente. Por tal razón, se han centralizado los estudios de eficiencia de control y selectividad de distintos graminicidas en este cultivo.

Con referencia a gramíneas perennes como *Cynodon dactylon* su incidencia es mínima si el trigo se siembra en época y presenta buena implantación, dada la intersección de luz que realiza el cultivo cuando el *Cynodon* rebrota en primavera. Con *Sorghum halepense* sucede lo contrario, no sólo compite con el trigo en las etapas finales del ciclo, sino que interfiere en el momento de la cosecha, entorpeciendo y contaminando la producción. Dicha especie se encuentra dentro de las malezas prohibidas en Uruguay según lo establecido por el Poder Ejecutivo, en el decreto N° 84/983, de fecha 16/3/983, que reglamenta la Ley N° 15.173, de fecha 13 de agosto de 1981, que regula la producción, certificación y comercialización de semillas. Según este decreto en el standard para semilla comercial se consideran malezas objetables para trigo mostacilla (*Rapistrum* spp.), lengua

* Ing.Agr. Técnico del Proyecto Control de Malezas. CIAAB. Estación Experimental La Estanzuela, Colonia.

de vaca (*Rumex* spp.), cornigüela (*Convolvulus* spp.), enredadera negra (*Polygonum convolvulus*), cardos (*Carduus*, *Carthamus*, *Sylbium*, *Cynara*), rábano (*Raphanus* spp.), balango (*Avena* spp), joyo (*Lolium temulentum*), trébol de olor (*Melilotus indicus*). Como se vió precedentemente algunas de estas malezas, tienen altos porcentajes de frecuencia en chacras de trigo.

Cuadro 1: Relevamiento de malezas en chacras de trigo del Litoral Oeste del país.

		1975		1976		1978	1981
		Presencia	pl/m ²	Presencia	pl/m ²	Presencia	Presencia
<i>Anthemis cotula</i>							
<i>Matricaria chamomilla</i>	Manzanillas	63	13	66	19	66	64
<i>Stellaria media</i>	Caapigui	36	18	36	16	—	12
<i>Silene gallica</i>	Calabacilla	26	12	43	16	32	32
<i>Rapistrum</i> spp.							
<i>Brassica</i> spp.	Mostacillas	7	6	9	8		
<i>Raphanus</i> spp.	Rábano	19	9	13	14	35	20
<i>Ammi visnaga</i>							
<i>Ammi majus</i>	Viznaga	23	12	25	12	37	16
<i>Carduus nutans</i>							
<i>Cirsium vulgare</i>	Cardos	19	6	7	6	18	12
<i>Xanthium caranillesii</i>	Abrojos	8	12	5	24	—	4
<i>Lolium multiflorum</i>	Raigrás	26	4	17	9	29	12
<i>Avena</i> spp.	Balangos	1	8	9	5	28	4
<i>Cynodon dactylon</i>	Gramilla	16	—	23	—	30	16
<i>Sorghum halepense</i>	Sorgo de alepo	19	—	7	—	37	8
<i>Stachys arvensis</i>	Ortiga mansa	—	—	17	10	—	20
<i>Polygonum aviculare</i>	Sanguinaria		6	4	8	—	8
<i>Convolvulus arvensis</i>	Correhuela	7	12	8	9	—	20
<i>Echium plantagineum</i>	Flor morada	8	8	9	5	29	20

Presencia: número de chacras donde estaba presente la maleza / Total de chacras relevadas.

Distribución

Con algunas excepciones, las especies más frecuentes están distribuidas homogéneamente en toda el área triguera, tal como se observa en el Cuadro 2, donde se presentan los porcentajes de frecuencia para los departamentos trigueros del litoral uruguayo.

Ejemplos de estas diferencias que merezcan destacarse serían dentro del grupo visnagas. Hacia el sur del país predomina *Ammi majus* más que *Ammi visnaga* e inversamente sucede en la zona Norte del área triguera. Asimismo, en Soriano y Colonia, *Polygonum aviculare*, se presenta con importancia creciente.

Cuadro 2: Distribución y población de malezas en los distintos departamentos del área triguera.

	Colonia				Soriano				Río Negro				Paysandú	
	1975		1976		1975		1976		1975		1976		1976	
	P*	pl/m ²	P*	pl/m ²	P*	pl/m ²	P*	pl/m ²	P*	pl/m ²	P*	pl/m ²	P*	pl/m ²
<i>Anthemis cotula</i>														
<i>Matricaria chamomilla</i>	67	13	70	21	50	16	66	12	68	9	63	31	48	17
<i>Stellaria media</i>	42	21	28	25	23	7	20	21	37	20	42	18	43	6
<i>Silene gallica</i>	25	14	49	21	19	9	47	14	37	9	42	15	39	7
<i>Rapistrum spp</i>														
<i>Brassica spp</i>	—	—	16	11	15	3	3	6	21	10	11	4	13	8
<i>Raphanus spp.</i>	17	6	18	5	19	12	43	19	26	12	8	2	22	8
<i>Ammi majus</i>														
<i>Ammi visnaga</i>	15	8	32	17	27	15	33	6	42	13	16	10	13	12
<i>Carduus nutans</i>														
<i>Cirsium vulgare</i>	20	5	2	12	15	8	—	—	21	9	11	5	26	7
<i>Xanthium cavanillesii</i>	12	13	11	7	4	10	—	—	5	2	—	—	—	—
<i>Lolium multiflorum</i>	30	4	16	11	8	3	13	7	37	5	21	10	17	7
<i>Avena spp.</i>	2	8	9	4	—	—	7	5	—	—	11	7	17	9
<i>Cynodon dactylon</i>	28	—	21	—	—	—	37	—	—	—	11	—	35	—
<i>Sorghum halepense</i>	5	—	9	—	4	—	17	—	5	—	3	—	4	—
<i>Stachys arvensis</i>	2	14	23	11	—	—	43	5	—	—	8	16	—	—
<i>Polygonum aviculare</i>	—	—	4	9	8	4	17	8	—	—	3	6	—	—
<i>Convolvulus arvensis</i>	7	7	9	7	15	17	23	7	—	—	3	34	—	—
<i>Echium plantagineum</i>	12	9	11	6	—	—	3	6	11	4	8	5	4	2

P* : número de chacras donde estaba presente la maleza / Total de chacras relevadas.

II. EFECTO DE LAS MALEZAS

a. Competencia de las malezas.

Dentro de las especies más difundidas en el área triguera la información disponible indica que las crucíferas son las que ejercen un efecto competitivo superior, debido a su mayor porte y vigor.

Ríos, (1981) duplicó los rendimientos de trigo controlando una población de 300 plantas/m² de crucíferas. Ott y Ríos, (1981) cuantificaron incrementos de 1900 kg/ha del cereal con una infestación de 71 plantas por metro cuadrado, Ríos y Giménez, (1982) en testigos desmalezados obtuvieron aumentos de rendimiento de 1312 kg/ha cuando el nivel de plantas era de 141/m².

En cultivos de trigo bajo la competencia predominante de latifoliadas las respuestas logradas en los rendimientos como resultado del control de este grupo de malezas han sido las más importantes y consistentes.

Como ya se mencionó, la amplia difusión que tienen por su bajo costo y fácil manejo el uso de fenoxiacéticos ha llevado a un incremento de malezas resistentes a éstos, siendo las manzanillas el grupo predominante.

A efectos de cuantificar la incidencia de distintos niveles de infestación de esta maleza en los componentes del rendimiento de trigo, Laborda, (1980) realizó un experimento en La Estanzuela con distintos niveles hasta un máximo de 101 plantas/m².

Para el rango de infestación estudiado no se detectaron diferencias entre tratamientos en ninguno de los parámetros analizados del trigo: rendimiento, peso de 1000 semillas, peso hectolítico, número de granos/espiga, número de espigas/m² y altura de la planta. Sin embargo, se constataron reducciones en el número de plantas de manzanilla en todos los niveles estudiados, variando el grado de disminución con la densidad de plantas/m², cuantificándose reducciones del 88 o/o para los niveles máximos de 81 y 101 plantas/m² de manzanilla.

Dicho autor concluye que en un cultivo de trigo bien implantado, la manzanilla no ejercería competencia, presentando pobre desarrollo atribuido a la intersección de luz, por el cultivo, dado que además emergió 10 días más tarde que el trigo, esta situación sería extrapolable a condiciones de chacra, donde esta maleza emerge después del trigo y las crucíferas.

En cuanto a la interferencia realizada por raigrás (*Lolium multiflorum* L.) en trigo, Luizzi y colab. (1982) realizaron un estudio donde incluyeron dos variedades de trigo, Estanzuela Tarariras y Diamante INTA, 5 niveles de raigrás, 600, 450, 300, 150 y 0 plantas/m² y 3 niveles de fertilización nitrogenada, 0, 40 y 80 unidades/ha.

Los resultados obtenidos no mostraron diferencias importantes entre genotipos en cuanto a su competitividad con la maleza. Los incrementos en la densidad de raigrás disminuyeron el rendimiento de trigo, siendo las diferencias entre los valores extremos del 35 o/o. Se observó además, una marcada tendencia aunque no significativa a la disminución de la interferencia del raigrás con el aumento de la dosis nitrogenada, presentando el cultivo una muy significativa respuesta a la fertilización hasta las 80 unidades de nitrógeno.

Con referencia al efecto competitivo del sorgo de alepo en trigo, Fernández y colab. (1982) estudiaron el efecto de dos niveles de población, 250 y 400 plantas/m² y dos disponibilidades de nitrógeno, cero y la dosis óptima de acuerdo al análisis de suelo. La población resultó ser el factor más importante para disminuir la interferencia de la maleza al cultivo, comprobándose además la eficiencia de las dos variables estudiadas en aumentar la habilidad competitiva del cultivo frente a la maleza.

Como se observa en la figura 1, el desarrollo de la maleza cuantificado por la altura y número de tallos/ha, se vió afectado por los tratamientos realizados.

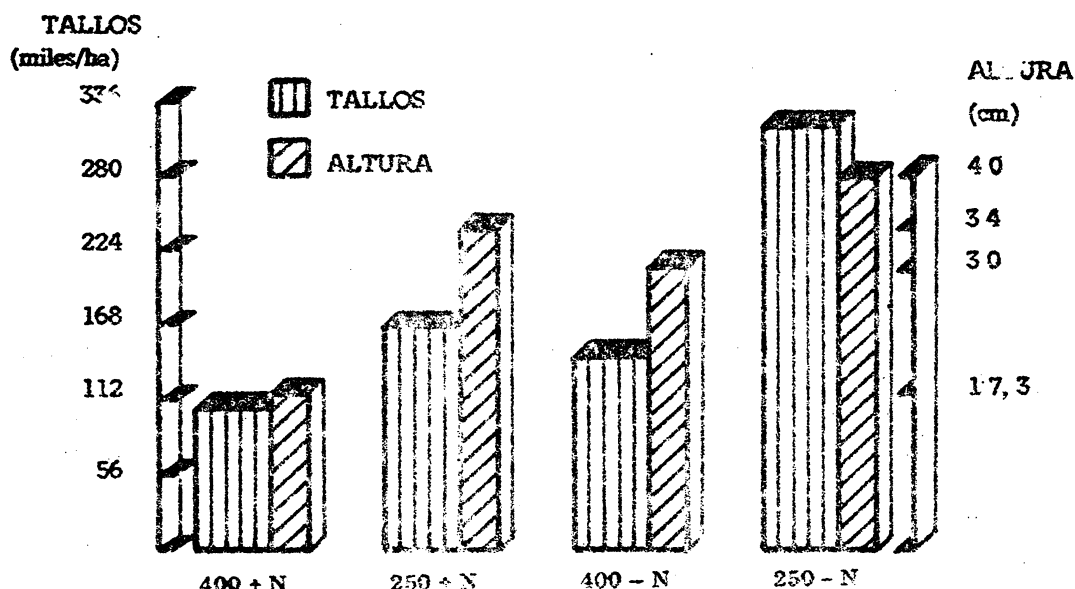


Figura 6: Número y altura de tallos de sorgo de alepo en la floración del trigo bajo diferentes manejos del cultivo.

b. Importancia del momento de aplicación del herbicida.

En La Estanzuela a partir del año 1966, se estudia el efecto del momento de aplicación de distintos herbicidas en el rendimiento de trigo.

Se dió énfasis a dos momentos: pre-macollaje y post-macollaje. Estudiando el efecto de herbicidas de contacto y traslocables con y sin efecto residual.

Los mayores incrementos en los rendimientos del cereal se obtuvieron con aplicaciones pre-macollaje, independientemente del tipo de herbicida.

Las malezas no controladas entre la segunda y tercer semana a partir de la emergencia del cultivo usualmente afectan los rendimientos (Bleasdale, 1960). En este sentido, Hay, (1967) determinó que es en las primeras semanas de crecimiento en que se establece el potencial de rendimiento, número y tamaño de las espigas del trigo.

Al aplicarse el herbicida pre-macollaje con menor tamaño de malezas, el período de tiempo post-aplicación necesario para que éste ejerza su efecto, es menor.

Asimismo, el espectro de control dada la mayor susceptibilidad de las distintas especies al estado de plántula, es mayor.

En el Cuadro 3, se presentan los resultados de 8 años de experimentos donde se comparan tres herbicidas: Linurón (3 - (3,4 - diclorofenil) - 1 - metoxi - 1 - metil urea); Diurón (3 - (3,4 - diclorofenil) - 1,1 - Dimetil urea) y Bromoxinilo (éster octanoico de 3,5 - dibromo - 4 - hidroxibenzonitrilo) en aplicaciones pre-macollaje y 2,4-D (2,4 - diclorofenoxiacético) sal amina en post-macollaje.

Cuadro 3: Trigo, rendimientos promedio, análisis combinado de 8 años.

HERBICIDAS	MOMENTO de APLICACION	DOSIS	RENDIMIENTO
		kg i.a./ha	o/o
Linurón	PRE - macollaje	0, 6 - 1, 0	139
Diurón	PRE - macollaje	1, 0 - 1, 3	136
Bromoxinilo	PRE - macollaje	0, 4 - 0, 6	135
2,4-D	Macollaje	0, 5	113
Testigo con malezas		—	100

M.D.S. ($P < 0,05$) : 6

C.V. : 9,2 c/o

La respuesta a la aplicación de 2,4-D amina, aunque significativa, es menor a la obtenida con aplicaciones pre-macollaje para los tres herbicidas estudiados.

Indudablemente, aplicando el herbicida al macollaje, es mayor el espacio de tiempo en el cual el cultivo está expuesto a la competencia.

Debe considerarse, que los cereales son muy sensibles, a la competencia de malezas, en estadios tempranos, habiéndose establecido el período crítico entre 3 y 6 hojas (Fryer and Makepeace, 1977).

Además, no se logra un control aceptable de malezas como se observa en el Cuadro 4.

Cuadro 4: Resultados de control alcanzados con aplicaciones de 2,4-D amina (0,5 kg i.a./ha) al macollaje en un período de 7 años, considerando 10 experimentos.

o/o Malezas presentes						
AÑO	Latifoliadas	Crucíferas	Anthemis cotula	Silene gallica	Stellaria media	Ammi majus*
1968	71	10	75	173	70	—
1969	92	45	118	161	95	64
1969	100	33	102	90	85	119
1970	62	20	—	120	39	36
1970	111	—	238	196	84	43
1972	55	37	59	135	—	—
1973	13	—	—	—	—	—
1975	34	22	—	—	76	—
1976	9	—	18	5	—	—
1976	53	—	—	100	—	—

* También Ammi visnaga en menor proporción.

El porcentaje de malezas presente está referido al número de malezas, del testigo base 100.

En el cuadro se presenta el resultado general de la aplicación en relación al total de latifoliadas presentes y posteriormente se desglosa en función de las malezas presentes en cada uno de los experimentos.

En la columna de crucíferas se agrupan *Brassica campestris*, *Raphanus* spp. y *Rapistrum rugosum*.

Estas malezas, al igual que *Ammi majus* y *Ammi visnaga* son susceptibles a la acción del 2,4-D, sin embargo han persistido en número importante post-aplicación.

Debemos por tanto, realizar algunas apreciaciones con respecto a los resultados de aplicaciones de 2,4-D amina.

Existen emergencias escalonadas de malezas en el intervalo de tiempo transcurrido entre la siembra del cultivo y el momento de aplicación.

Esto determina:

1. Las primeras crucíferas que emergieron tienen un desarrollo tal, que en ocasiones la acción del herbicida se circunscribe a una parcial detención del crecimiento con la sintomatología típica del herbicida hormonal, recuperándose posteriormente.
2. Realizan conjuntamente con el cultivo la mayor intercepción del herbicida, impidiendo la llegada de éste al estrato inferior.
3. El estrato inferior donde la llegada del herbicida es errática y desuniforme está constituido por:
 - crucíferas de emergencia más tardía las que dado su menor tamaño son susceptibles a las dosis recomendadas del herbicida.
 - malezas de desarrollo más lento, con menor porte como *Stellaria media*, *Silene gallica*, *Polygonum aviculare* que presentan menor susceptibilidad al herbicida.
 - malezas que suelen emerger más tardías: *Stachis arvensis*, *anthemis cotula*, *ammi majus*.

Para evaluar la importancia de ese remanente de malezas, se cuantificó el número de plantas y materia seca de *Raphanus* spp. y trigo, con posterioridad a la aplicación de 2,4-D.

En la Figura 2, se observa que hay una respuesta en el desarrollo vegetativo del trigo, post aplicación de 2,4-D, como resultado de la disminución de la competencia, en relación al testigo sin tratar.

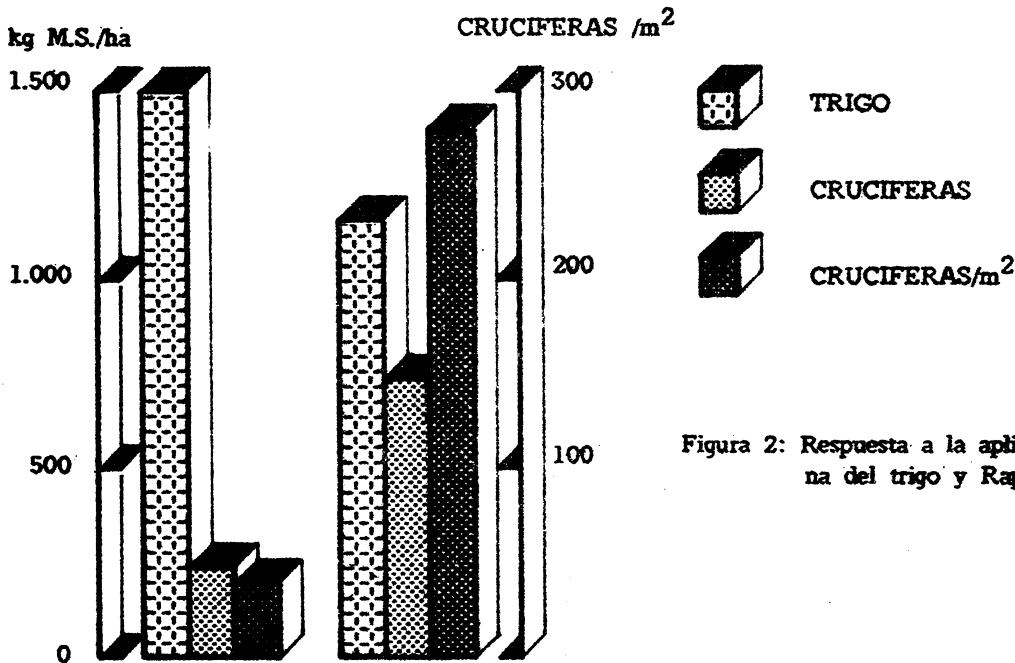


Figura 2: Respuesta a la aplicación de 2,4-D amina del trigo y *Raphanus* spp.

Este mayor desarrollo del trigo no logra ejercer una competencia efectiva sobre el crecimiento posterior de las crucíferas que persistieron.

Como se observa en la Figura 2, se cuantificó una reducción en el número de plantas de crucíferas del 86 o/o, sin embargo, estos valores no son acompañados por reducciones proporcionales en la materia seca total de la maleza, ya que las plantas que no fueron controladas triplicaron su desarrollo en relación al trigo.

Al igual que con 2,4-D, las aplicaciones post-macollaje de Bromoxinilo no originan un buen control de malezas (Figura 3).

Indudablemente, el excesivo tamaño de las malezas al momento de la aplicación post-macollaje conspira contra la efectividad del producto de contacto, limitando el control logrado, independientemente de la dosis.

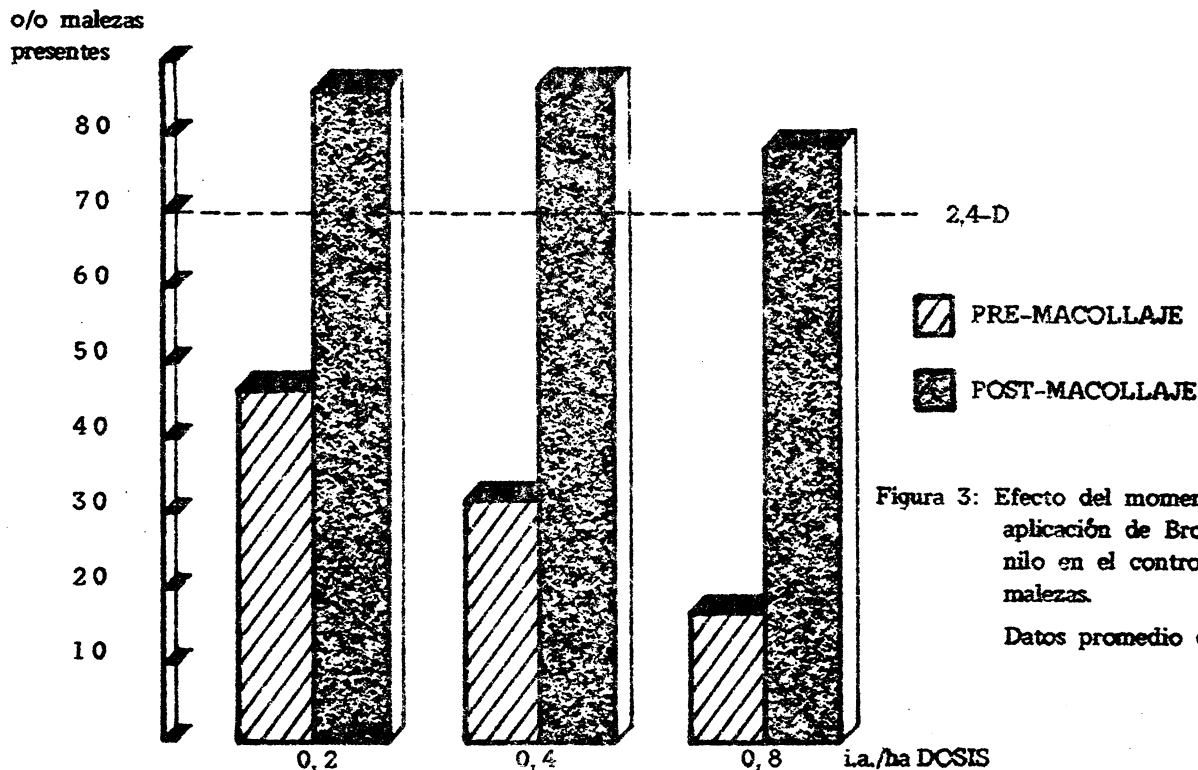
El valor promedio en el porcentaje de malezas presentes fue de 82 o/o para las aplicaciones post-macollaje, mayor aún que el obtenido con 2,4-D amina (0,5 kg i.a./ha) cuyo valor promedio para los 3 años fue del 70 o/o.

Nalewaja y Arnold (1970) enfatizan la importancia del estado de 2 a 3 hojas de la maleza para maximizar los valores de control con Bromoxinilo.

Con la aplicación en pre-macollaje, el menor tamaño de las malezas determina reducciones del 50 por ciento de las mismas con dosis de 0,2 kg i.a./ha en relación a 0,8 kg i.a./ha aplicadas en post-macollaje.

A modo de síntesis se puede concluir que las respuestas del trigo a las aplicaciones post-macollaje están condicionadas por un mayor lapso de tiempo expuesto a la competencia por:

- a. el intervalo entre emergencia y momento de aplicación.
- b. menor eficiencia de control:
 - menor número de malezas controladas
 - mayor lapso de tiempo post-aplicación para eliminar las que se logran controlar.



C. Importancia del efecto residual

La eficiencia en el control de los herbicidas de tipo traslocables de absorción foliar y de contacto está determinada fundamentalmente por el tamaño de la maleza y la superficie de mojado de la parte aérea que se logre en el momento de la aspersión.

Ello determina que los resultados de control sean muy variables, y por tanto los incrementos que se alcancen en los rendimientos de trigo, dependen de la situación particular de cada chacra.

Debe considerarse además, que con posterioridad a la aplicación pueden germinar nuevas malezas cuya incidencia va a depender del grado de competencia que ejerce el trigo. (Kligman, 1966).

En la siguiente figura se cuantifica la magnitud del enmalezamiento posterior a una aplicación de 2,4-D amina (0,5 kg i.a./ha) en relación al testigo sin tratar.

Con la aplicación de 2,4-D se produce una importante reducción en el número de crucíferas. Esta disminución parcial de la competencia origina un mejor establecimiento de las malezas de menor porte que no son afectadas por el herbicida, y además nuevas germinaciones en los espacios libres dejados por las malezas controladas.

Por lo tanto es de esperar que el número de plantas de *Stachis arvensis* sea mayor al testigo no tratado.

La magnitud de los nuevos flujos de emergencia están cuantificados en la segunda evaluación donde se contabiliza la presencia de *Ammi majus* y *Anthemis cotula*, especies que emergieron posteriormente. Asimismo, mientras que en el testigo con malezas, el aumento en el número de crucíferas es del 20 o/o, en el tratamiento con 2,4-D su número se triplicó.

Linurón y Diurón además de aplicarse temprano, presentan la ventaja frente a los fenoxiacéticos o a un herbicida exclusivamente de contacto de poseer una residualidad satisfactoria para controlar malezas que germinen con posterioridad a la aplicación.

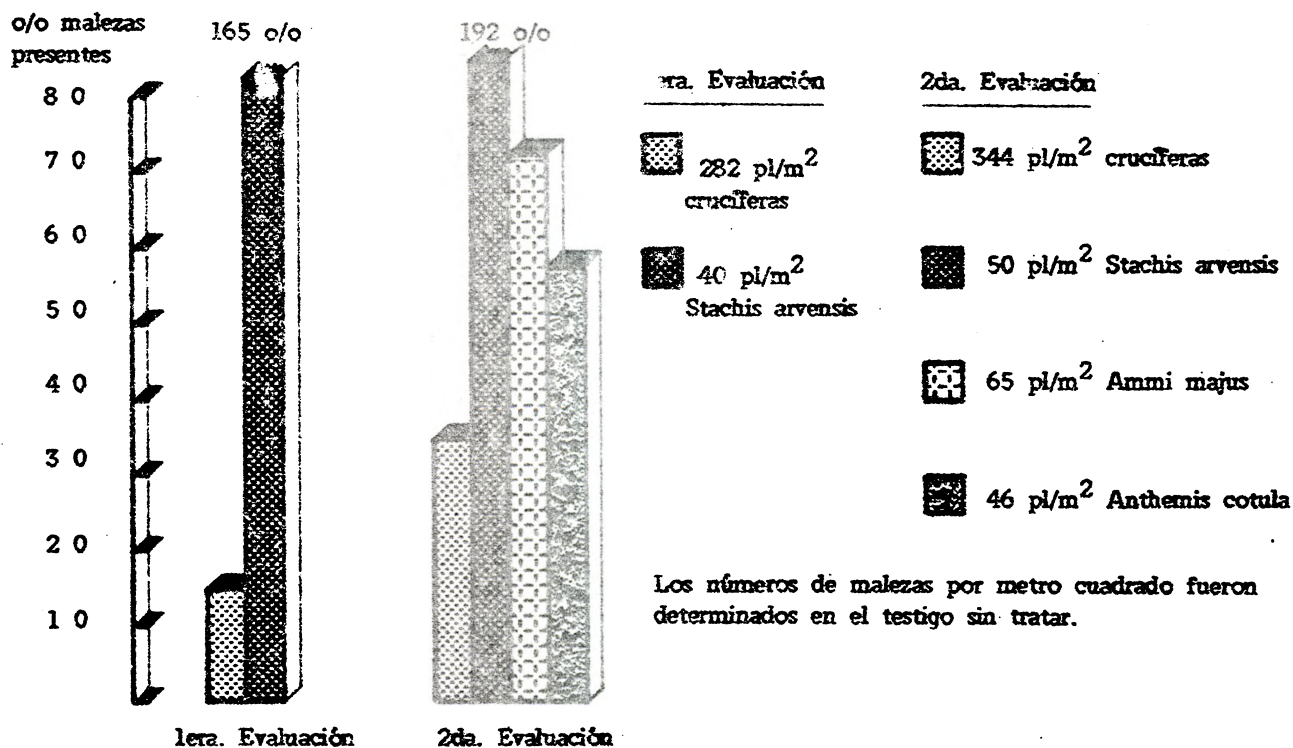


Figura 4: Malezas presentes en evaluaciones realizadas 25 y 45 días con posterioridad a la aplicación de 2,4-D.

En la figura 5, se presentan los porcentajes de malezas presentes, en relación al testigo sin herbicidas, de tratamientos con Bromoxinilo y Diurón, aplicados en pre-macollaje.

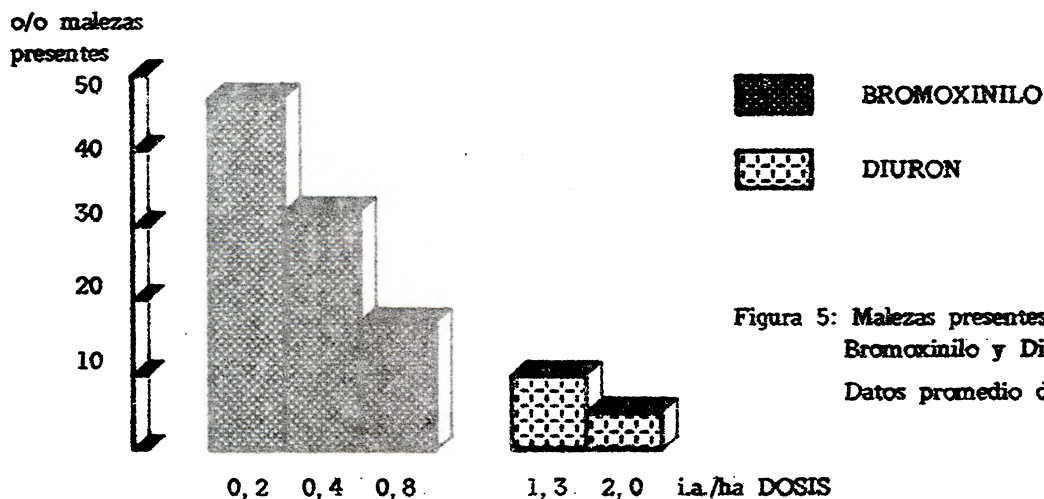


Figura 5: Malezas presentes en aplicaciones de Bromoxinilo y Diurón.

Datos promedio de 3 años 1967-69.

Con ambos herbicidas se logran importantes reducciones en el número de malezas presentes.

El análisis combinado de la información obtenida en 3 años de experimentos (Cuadro 3) permitió determinar incrementos similares en los rendimientos de trigo con aplicaciones de Bromoxinilo y Diurón.

Sin embargo, se debe resaltar que en condiciones experimentales los trigos se implantan en condiciones óptimas de población y fertilización.

El control de malezas en pre-macollaje determina una muy baja interferencia de las malezas y posibilita una rápida cobertura del cultivo, por lo cual el enmalezamiento posterior no incide en los rendimientos (Kligman, 1966).

En condiciones de chacra, con situaciones muy heterogéneas, las limitaciones originadas por los distintos factores de manejo determina en numerosas situaciones defectuosas implantaciones del cultivo por lo que el efecto residual se torna relevante.

Ríos, (1982) cuantificó bajo condiciones de chacra, el efecto del enmalezamiento tardío en el rendimiento del trigo. Los resultados obtenidos se presentan en la Figura 6, donde se comparan Chlorsulfurón (15 gr i.a./ha) y la mezcla de Bromoxinilo y MCPA (0.36 + 0.3 kg i.a./ha) dos tratamientos con y sin efecto residual respectivamente.

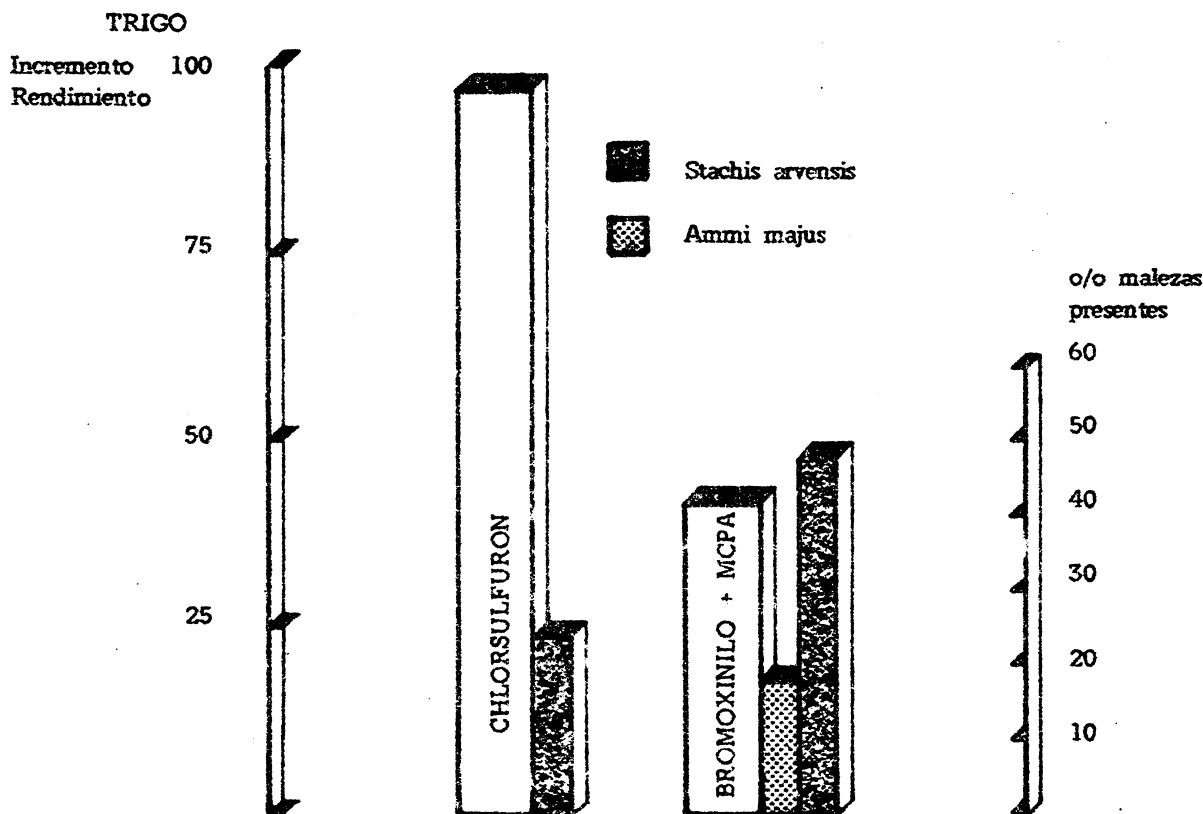


Figura 6: Incrementos en los rendimientos de trigo y porcentaje de malezas presentes en aplicaciones con y sin efecto residual en relación al testigo sin tratar.

Los porcentajes de malezas presentes y los incrementos en el rendimiento del trigo están referidos al testigo sin herbicida.

El control inicial con ambos tratamientos fue excelente. El enmalezamiento indicado en la figura 6, son plantas emergidas después de la aplicación realizada en condiciones de producción.

La acción residual del Chlorsulfurón afecta las nuevas germinaciones de malezas determinando mayor rendimiento de trigo.

Dado los niveles de enmalezamiento de las chacras trigueras (Cuadro 1) y los rendimientos nacionales promedios (1150 kg/ha), se considera que dentro del paquete tecnológico que se transfiere al productor, la aplicación de herbicidas pre-macollaje y con efecto residual debe ocupar un lugar relevante, debiéndose realizar en forma complementaria estudios de susceptibilidad varietal para evaluar los productos más promisorios.

III. SUSCEPTIBILIDAD VARIETAL Y RESIDUALIDAD DE HERBICIDAS.

Estos trabajos se realizan en La Estanzuela, desde el año 1969, evaluándose entre otras la susceptibilidad al 2,4-D de los cultivares de trigo recomendados.

Recientemente se ha enfatizado en los efectos de herbicidas de aplicación temprana. Ríos y Rebuffo (1981) evaluaron el efecto de los herbicidas Chlorsulfurón (0,05 y 0,07 kg i.a./ha) y Pendimethalin (1,0 y 1,7 kg i.a./ha), sobre el comportamiento de las variedades L.E.Hornero, L.E.Lusitano, Buck Pangaré y L.E. 1787.

Con Chlorsulfurón aplicado en tres momentos (presembrado incorporada, preemergencia y pre-macollaje) se observó en la 2da. y 3era. hoja una clorosis internerval que desapareció al macollaje, no detectándose diferencias significativas en la materia seca producida por el trigo a los 44 días post-sembrado.

Dado los resultados promisorios obtenidos con Chlorsulfurón en el control de las malezas más difundidas del cultivo de trigo, su posibilidad de aplicación temprana y la residualidad observada para malezas de flujo más tardío (Ríos, 1982), se consideró necesario evaluar su selectividad en cultivares de trigo y avena recomendados para Uruguay. Por tal motivo en condiciones de chacra se evaluó el producto a 15 y 30 g i.a./ha aplicado en pre-emergencia y pre-macollaje (2 - 3 hojas), presentándose los resultados en el cuadro 5.

Cuadro 5: Efecto de tratamientos químicos sobre emergencia, fitotoxicidad y componentes del rendimiento. *

DETERMINACIONES	TRATAMIENTOS QUIMICOS				TESTIGO	MDS (P<0.05)	C.V.(o/o)
	PRE-EMERGENTE		PRE-MACOLLAJE				
	15	30	15	30			
Emergencia (o/o)	52,1	47,9	--	--	51,9	N.S.	19,9
Estrangulamiento (o/o)	2,1	4,7	5,2	5,4	3,0	1,2	11,4
Cañas/m ²	497	493	523	514	507	N.S.	16,2
Rendimiento en grano (g/m ²)	258	246	285	266	271	26	17,3
Grano/caña (g)	0,57	0,55	0,59	0,56	0,55	N.S.	12,3
Peso total parte aérea (g MS/m ²)	909	848	953	926	944	74	15,9
Peso cañas y hojas (g MS/m ²)	6336	592	670	656	694	41	15,5
Peso 1000 semillas (g)	30,2	29,6	30,6	30,7	29,5	N.S.	6,5

* Ríos y Rebuffo, 1982.

En todas las determinaciones realizadas, la interacción tratamientos químicos por cultivares no fue significativa. Los tratamientos post-emergentes a las dosis de 15 y 30 g i.a./ha, no afectaron los parámetros estudiados. Resultados similares han sido obtenidos con dosis de 120 g i.a./ha (Levitt, et al, 1980), 250 g i.a./ha (Hageman y Behrens, 1979) y 320 g i.a./ha (Jensen, 1980). Aún cuando ninguno difirió del testigo, los tratamientos pre-emergentes fueron significativamente inferiores (P< 0.05) al mejor tratamiento (15 g i.a./ha en pre-macollaje) mostrando tendencias coincidentes con los resultados obtenidos por Finnerty et al (1979), Cairns et al (1980) y Jensen (1980) que afirman que las aplicaciones de pre-emergencia son menos selectivas que las post-emergentes.

En Uruguay la siembra de cultivos de verano inmediata a la cosecha de cereales de invierno es una práctica frecuente. Dado que el producto se mantiene en actividad aún a muy bajas dosis para malezas de flujo de emergencia más tardío (O'Sullivan, 1980; Ríos, 1982), es necesario considerar posibles efectos sobre siembras posteriores con cultivos de hoja ancha (Levitt et al, 1980).

Por tanto se estudió la permanencia del producto en el suelo, ya que podría afectar el establecimiento y desarrollo del cultivo estival, dado que sólo transcurren seis meses entre la aplicación invernal del herbicida y la siembra posterior de cultivos de verano. (Rebuffo y Ríos, 1982).

A tales efectos se sembró a los 163 y 122 días posteriores a las aplicaciones de 15 y 30 g i.a./ha de Chlorsulfurón, los cuatro cultivos de verano factibles de suceder a un trigo. Se evaluó fitotoxicidad, población y peso seco de la parte aérea a los 65 días post-siembra.

En relación a la evaluación visual de fitotoxicidad no se observaron plantas con diferencias de vigor o sintomatología de daño.

Los resultados se presentan en los Cuadros 6 y 7.

Cuadro 6: Efecto de los tratamientos químicos sobre la emergencia (número de plantas/m²).

CULTIVARES	TRATAMIENTOS QUIMICOS				TESTIGO
	<u>163 días</u>		<u>122 días</u>		
	15	30	15	30	
Soja cv Paraná	87	95	95	97	100
Maíz cv Irupé INTA	23	24	23	24	23
Sorgo cv NK 300	69	68	74	73	72
Girasol cv IPB 219	16	16	17	20	14
PROMEDIO	49	50	52	54	52

C V : 21,4 o/o

Para los cultivares considerados la emergencia fue homogénea en todos los tratamientos.

Cuadro 7: Efecto de los tratamientos químicos sobre el rendimiento de la parte aérea (g M.S./m²)

CULTIVARES	TRATAMIENTOS QUIMICOS				TESTIGO
	163 días		122 días		
	15	30	15	30	
Soja cv Paraná	95	96	104	115	108
Maíz cv Irupé INTA	275	310	364	295	323
Sorgo cv NK 300	230	271	222	248	229
Girasol cv IPB 219	142	137	126	127	156
PROMEDIO	185	204	204	196	204

C V : 21,7 o/o

La interacción tratamientos químicos por cultivos no fue significativa ($P < 0.05$) en ninguno de los parámetros considerados.

A pesar de ello, los valores de peso seco para girasol CV IPB 219 fueron consistentemente menores, alcanzando reducciones del 20 % respecto al testigo en las aplicaciones 122 días pre-siembra.

Considerando la tendencia depresiva observada en este experimento y la escasa información sobre susceptibilidad del girasol a residuos de Chlorsulfurón debe profundizarse la experimentación al respecto.

CONCLUSIONES

- El área triguera del litoral del Uruguay tiene altos niveles de enmalezamiento, con preponderancia de latifolias, existiendo distribución homogénea de las especies más difundidas.
- La magnitud de las respuestas observadas al eliminar distintas poblaciones de crucíferas han sido las más importantes y consistentes.
- Existe una significativa respuesta a mayores rendimientos de trigo como resultado de aplicaciones pre-macollaje.
- Considerando los altos niveles de enmalezamiento, los flujos de emergencia escalonados, el empleo de herbicidas residuales aplicados en pre-macollaje, es una importante alternativa en condiciones de producción.
- Es necesario evaluar si la permanencia de los herbicidas aplicados al trigo afecta el establecimiento y desarrollo de los cultivos estivales, dado el corto período de tiempo que transcurre entre la aplicación y la siembra.

4.3. II. CONTROL DE MALEZAS EN TRIGOS ASOCIADOS

AMALIA RÍOS *

INTRODUCCION

En Uruguay tiene amplia difusión la siembra simultánea de trigos y praderas o leguminosas, entre las cuales, lotus y trébol rojo son las de mayor uso.

El empleo de los cultivos asociados como práctica para controlar las malezas supone altas probabilidades de éxito en la implantación de leguminosas (Moline and Robinson, 1971, Charles, 1963, Gilbert, 1960, Santelman et al, 1978) y puede ser más ventajoso que el uso de herbicidas en el establecimiento de éstas.

Normalmente los rendimientos del cultivo no disminuyen en forma importante a consecuencia de la competencia ejercida por la pastura (Jarvis et al, 1958), aunque condiciones climáticas o de manejo circunstanciales entre las cuales se destacan el control de malezas pueden provocar problemas, que originan producciones menores (Díaz, 1980).

Las aplicaciones sobre leguminosas dado su alto grado de susceptibilidad, implican mayor riesgo, y el empleo de herbicidas con menores efectos fitotóxicos incide aumentando los costos de aplicación.

Indudablemente, una aplicación adecuada permitirá un mejor establecimiento de la pradera asociada; dependiendo del grado y tipo de enmalezamiento, la respuesta que se obtenga en el incremento del rendimiento del cultivo (Ríos y Giménez, 1982). Debe considerarse que, además del efecto del tratamiento en el rendimiento por la eliminación de la competencia de malezas, se facilita la cosecha y se disminuye la reinfestación de la chacra por nuevas semillazones. (Kligman, 1966).

Los trabajos realizados durante los últimos años en La Estanzuela, permiten realizar estudios conjuntos referentes a la respuesta obtenida de los componentes de la asociación frente al empleo de herbicidas.

RESPUESTA EN EL TRIGO

En forma similar a lo que sucede en trigos puros, los mayores rendimientos son el resultado de la eliminación más temprana y los mayores porcentajes de control de las malezas.

Así, Ríos y Giménez (1982), en un trigo asociado a lotus realizaron tratamientos en dos momentos:

1. al inicio del macollaje y la leguminosa con 3 a 4 hojas verdaderas;
2. con el trigo a 2 - 3 macollos y la leguminosa con 6 - 7 hojas verdaderas.

* Ing.Agr. Técnico del Proyecto Control de Malezas. CIAAB. Estación Experimental La Estanzuela, Colonia.

Como se observa en el Cuadro 8, los mayores rendimientos de grano corresponden con el mejor control logrado en los tratamientos de inicio de macollaje.

Cuadro 8: Efecto de los tratamientos químicos en el rendimiento de trigo y en el control de malezas.

TRATAMIENTO	DOSIS kg i.a./ha	MOMENTO APLICACION	TRIGO kg/ha	CONTROL	
				SANGUINARIA	CRUCIFERAS
Chlorsulfurón	0,01	1	2510 a	B	E
Chlorsulfurón	0,02	1	2369 ab	B	E
2,4-D	0,4	1	2316 ab	R	B
2,4-DB	0,8	1	2309 ab	B	R
2,4-D	0,4	2	2191 b	R	R
2,4-D	0,7	2	2074 b	R	B
2,4-DB	0,9	2	1964 b	P	P
2,4-DB	1,5	2	2139 b	R	R
Testigo con malezas	—	—	2082 b	261 *	11 *

Control: E: 95 - 100 o/o; B: 80 - 94 o/o; R: 60 - 79 o/o; P: < 59 o/o.

* Plantas/m²

Sanguinaria: *Polygonum aviculare* L.

Crucíferas: *Raphanus raphanistrum* L.; *Raphanus sativus* L.; *Rapistrum rugosum* (L.) All.

La mayor eficiencia del herbicida, consecuencia del menor tamaño de las malezas se vió reflejado en el porcentaje de control logrado en el primer momento de aplicación.

Considerando la susceptibilidad diferencial de las malezas frente a los herbicidas en los dos momentos de aplicación, fue necesario duplicar prácticamente la dosis de 2,4-D en la época más tardía, en relación al primer momento de aplicación, para lograr similar efectividad de control (Swan, 1975).

En relación al 2,4-DB (ácido 2,4-diclorofenoxiacético) sal amina, duplicando la dosis en el segundo momento, no se logra un control aceptable de Sanguinaria, a pesar de la susceptibilidad de esta maleza al herbicida (Carpenter, 1961).

Asimismo, aunque en diferentes momentos de aplicación, se logren similares porcentajes de control, al hacerse la aplicación más tardía se permite un efecto de competencia por parte de las malezas más prolongado, lo cual determina menores incrementos en el rendimiento de trigo como se observa en el cuadro 9.

Cuadro 9: Efecto del momento de aplicación en el rendimiento de trigo.

TRATAMIENTO	DOSIS kg i.a./ha	MOMENTO APLICACION	TRIGO kg/ha	CONTROL	
				SANGUINARIA	CRUCIFERAS
Chlorsulfurón	0,01	1	2610 a	B	E
Diurón	1,3	2	2141 b	B	E

Control: B: 80 - 94 o/o; E: 95 - 100 o/o.

El tratamiento con Diurón presentó valores de control y efecto residual similares a los observados con Chlorsulfurón, pero el rendimiento fue significativamente menor.

El tipo de maleza presente va a determinar la magnitud de los incrementos que se logran en el rendimiento del cereal.

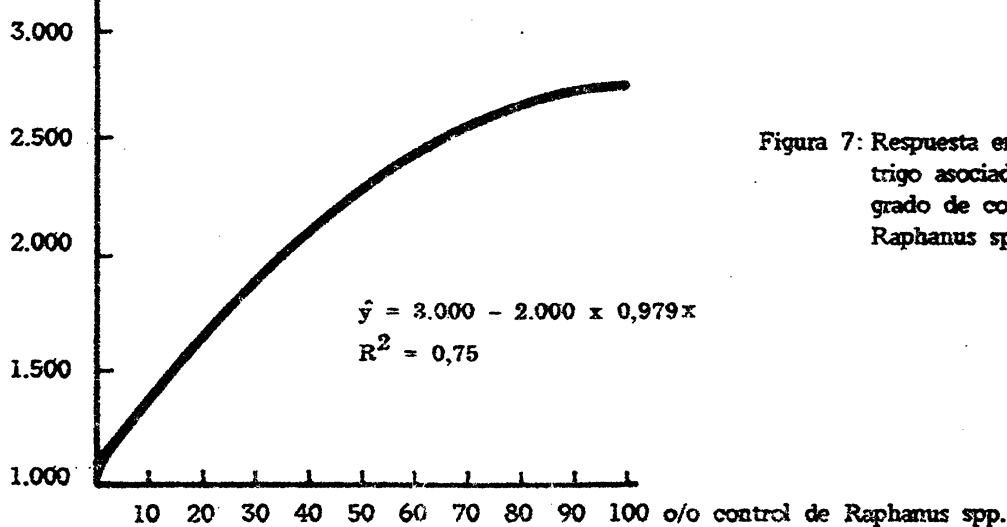
Como se observó en el cuadro 8, la maleza predominante en este experimento era Sanguinaria. Se podría asumir que dado su porte y hábito similares al lotus, sus efectos competitivos podrían ser semejantes. Por tanto, no es de esperar mayores incrementos de rendimiento, ya que los nichos dejados al controlar esta maleza son ocupados por el lotus.

En la Figura 7, se relaciona rendimientos en trigo obtenidos con distintos tratamientos de herbicida. La efectividad de las aplicaciones en el control de *Raphanus* spp. fue variable, afectando los rendimientos de trigo.

RENDIMIENTO

TRIGO

kg/ha



El control de malezas de mayor porte y vigor produce aumentos de rendimientos superiores; dependiendo la magnitud de éstos de los porcentajes de control logrados.

RESPUESTA DE LA LEGUMINOSA

Lograr un adecuado control de malezas sin afectar negativamente a los componentes de la asociación y especialmente a la leguminosa, es el objetivo principal y más difícil de alcanzar.

Como resultado de trabajos realizados en los últimos años en La Estanzuela referente a susceptibilidad y control en leguminosas forrajeras, se cuenta con información que permite realizar el estudio conjunto de la respuesta de los componentes de la asociación al uso de herbicidas.

La inclusión de la leguminosa origina dos limitaciones: primero, se reduce el espectro de herbicidas a usar y segundo, se debe esperar a que la leguminosa alcance dos hojas verdaderas para realizar la aplicación, dada su alta susceptibilidad en los estadios previos.

Las leguminosas tienen un crecimiento inicial más lento que el trigo y las malezas. Cuando es factible realizar la aplicación, su efectividad puede estar condicionada por el grado de desarrollo de las malezas, aunque ello puede ser ventajoso por la cobertura protectora que éstas realizan a la leguminosa.

Considerando además las especies de malezas más difundidas y el alto grado de enmalezamiento de las chacras, normalmente no se puede considerar la utilización de un sólo producto.

El empleo de mezclas fundamentalmente sobre la base de 2,4-D o MCPA; a los cuales se adiciona 2,4-DB o un herbicida de contacto ha permitido aumentar el espectro de control, sin variación sustancial en la magnitud del daño en la leguminosa.

TREBOL ROJO

El trébol rojo (*Trifolium repens*) es una de las especies de leguminosas más difundidas en siembras asociadas, debido a sus características de gran vigor inicial, rápido establecimiento y buena tolerancia al sombreado (Carámbula, 1977, Charles, 1962).

Entre los herbicidas recomendados para trébol rojo, MCPA es el más usado, dadas sus características de selectividad hacia la leguminosa, buen control y bajo costo (Sorrondogui, 1977, Vidma, 1963).

Siendo mostacilla (*Rapistrum* spp.), rábano (*Raphanus* spp.) y nabo (*Brassica* spp.) las malezas predominantes, este producto realiza un alto grado de control; aunque su efectividad aumenta con el agregado por ejemplo de Bentazona, permitiendo además de disminuir las dosis de ambos productos en la mezcla, ampliar el rango de control a especies medianamente susceptibles a los fenoxiacéticos como manzanilla y calabacilla. (Cuadro 10).

En la Figura 8, se observa el daño obtenido con aplicaciones de Bromoxinilo (0,54 kg i.a./ha), 2,4-DB (1,36 kg i.a./ha) y Bentazona (0,72 kg i.a./ha) en trébol rojo cv. Estanzuela 116, al estado de 1 a 3 hojas verdaderas asociado a un trigo que presentaba 1 a 2 macollos al momento de la aplicación.

DAÑO

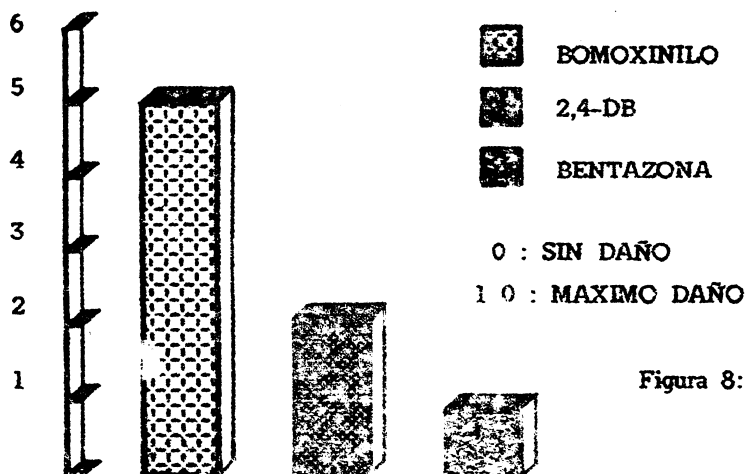


Figura 8: Daño observado en Trébol rojo cv. Estanzuela 116.

Aunque en mezclas con MCPA las dosis estudiadas de Bromoxinilo y Bentazona suelen ser menores, las tendencias de daño son similares.

En la Figura 9, se presentan los resultados obtenidos con aplicaciones de mezclas de: MCPA + Bromoxinilo (0,4 + 0,36 kg i.a./ha), MCPA + Bentazona (0,4 + 0,48 kg i.a./ha) y de 2,4-DB (1,2 kg i.a./ha). Las mismas se realizaron cuando el trigo tenía 2 macollos y el trébol rojo cv. Estanzuela 116, 1 a 3 hojas verdaderas.

A pesar de que con ambas mezclas se logró similares niveles de control de rábano, maleza predominante (71 pl/m²) en este ensayo, la mayor susceptibilidad del trébol hacia el Bromoxinilo se vió reflejada en el menor número de plantas y en el rendimiento de forraje.

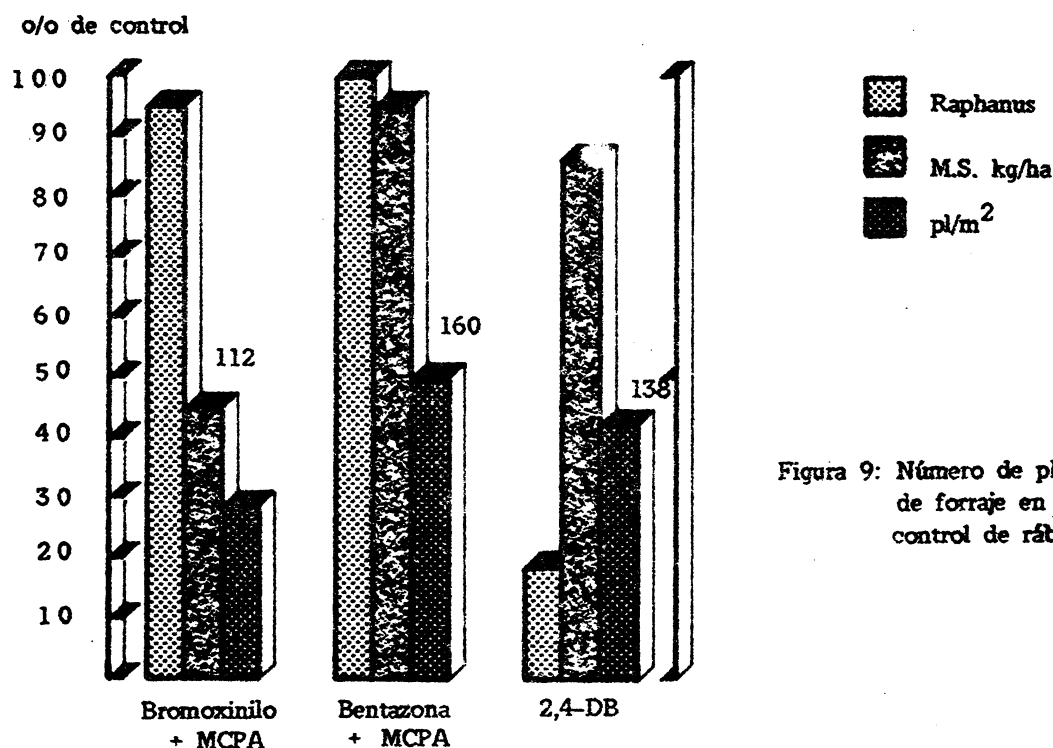


Figura 9: Número de plantas, rendimiento de forraje en trébol rojo y control de rábano.

El efecto conjunto del daño producido por el herbicida y la competencia del cultivo, afectó la producción de forraje en la aplicación de Bromoxinilo.

Indudablemente, la mayor selectividad del 2,4-DB (Peters and Lowance, 1972) determina mayor rendimiento de forraje a pesar de la competencia ejercida por el rábano, dado el deficiente control realizado por el herbicida. (Carpenter, 1961)

El crecimiento inicial de las leguminosas puede verse afectado por la competencia ejercida por el cultivo (Cooper, 1967). Esto determina menores posibilidades de sobrevivencia frente a condiciones adversas, como puede ser un daño producido por un herbicida, a pesar de las características de buen competidor del trébol rojo en el año de la implantación (Charles, 1965).

LOTUS

Esta especie (*Lotus corniculatus* L.) es la leguminosa de mayor uso en las siembras asociadas con trigo, aunque por sus características esta leguminosa es considerada poco apropiada para una siembra asociada (Charles, 1965).

Presenta crecimiento inicial lento, poca tolerancia al sombreado y baja capacidad competitiva (Gist and Mott, 1957; Cooper and Ferguson, 1964). Sin embargo, el cv. San Gabriel, ampliamente difundido en Uruguay se caracteriza (Carámbula, 1978) por su mayor vigor inicial y plántulas de porte erecto, aspectos que favorecen la implantación.

Distintos autores coinciden en que el lotus no puede competir frente al rápido crecimiento de las malezas (Scholl and Stainforth, 1957, Laskey and Wakefield, 1978), siendo el control de éstas uno de los factores más importantes para asegurar una adecuada población y desarrollo de la leguminosa (Seaney and Hensen, 1970).

González y Alvarez (1981), estudiaron el efecto que ejercen distintos cultivos de invierno sobre tres leguminosas, trébol rojo, blanco y lotus. De las tres, el lotus fue la especie más deprimida en su desarrollo por el cultivo.

Dado el efecto depresivo que ejerce la gramínea en asociaciones con lotus se toma primordial el control de malezas.

El herbicida 2,4-DB es de los pocos usados extensivamente en la implantación de leguminosas (Linscott and Hagins, 1978), existiendo numerosa información de la alta selectividad hacia lotus (Ivens, 1975, Peters, 1964, Marco, 1972).

En la Figura 10, se observan los resultados de la aplicación de este herbicida en dos momentos como se detalla en el Cuadro 8.

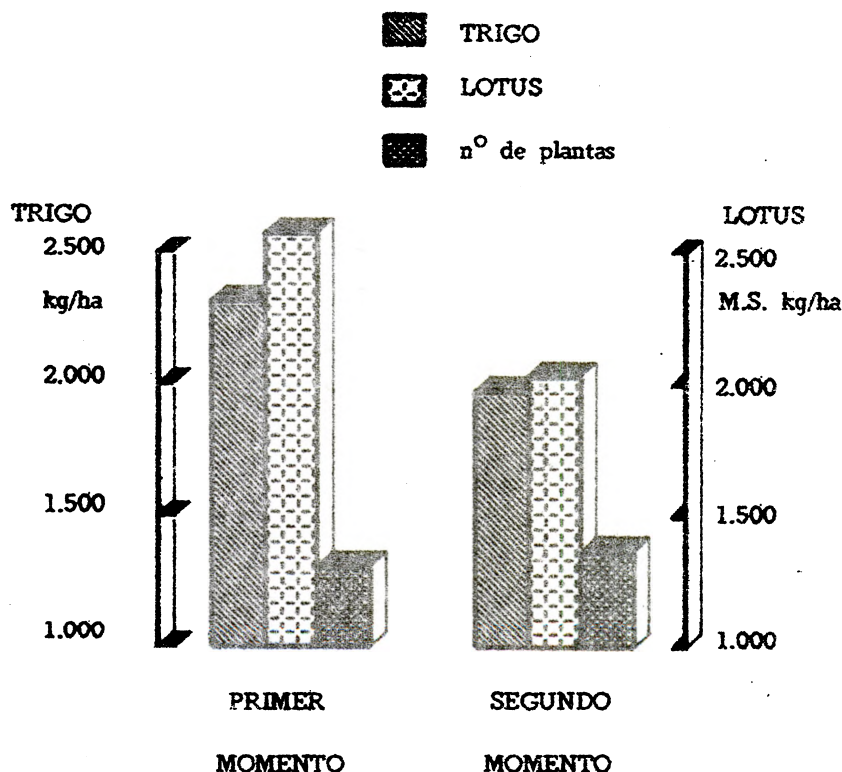


Figura 10: Trigo asociado a lotus. Efecto del momento de aplicación de 2,4-DB (0,8 kg i.a./ha) en el rendimiento de trigo y lotus.

La tendencia a mayores rendimientos de lotus con la aplicación temprana estaría determinada por un control de malezas superior.

Dowler and Williard (1966) realizando aplicaciones de este herbicida en estados del lotus similares a los presentados, cuantificaron mayor daño cuando la leguminosa tenía 6 a 8 hojas verdaderas, si bien en el presente trabajo no se observó daño, ni disminución en la población de plantas.

En aplicaciones de 2,4-D se han registrado diferencias varietales en la sobrevivencia de distintos cultivares (Devine *et al.*, 1975), sin embargo, Sorrondegui (1977), Algorta y Sanz (1981) han reportado solamente daños leves para el cultivar San Gabriel.

Para el mismo cultivar con aplicaciones de MCPA, a dosis de 1,2 kg i.a./ha, Sorrondegui (1977) registró daños leves, mientras que Ríos y Giménez (1982) no detectaron efectos. Sin embargo, estos últimos autores en 1983 observaron daños moderados con dosis de 0,6 kg i.a./ha en condiciones de severo déficit hídrico.

Diurón y Chlorsulfurón son herbicidas que se pueden aplicar en pre-macollaje del trigo. En los dos años de aplicaciones en siembras asociadas de trigo con lotus sólo se han registrado daños leves sobre éste, aun que no se observó respuestas en el rendimiento de forraje del lotus (Ríos y Giménez, 1982), a pesar del destacado control de malezas logrado con estos herbicidas.

Indudablemente la competencia ejercida por el trigo sobre el lotus constituye el factor principal en determinar la performance de éste (Scholl and Brunk, 1962 y Linscott and Hagin, 1978). Kerr and Kligman (1955) remarcan que esta especie es deprimida por la acción competitiva que ejercen las gramíneas una vez que las malezas de hoja ancha han sido controladas, enfatizando (Kerr and Kligman, 1960), el crecimiento aún más vigoroso del trigo con posterioridad al control.

CONCLUSIONES

- El estado de desarrollo de la leguminosa por su crecimiento inicial más lento en relación al trigo determina el momento de aplicación.
- La magnitud de los incrementos en el rendimiento de los componentes de la asociación está condicionada por la leguminosa presente, la especie y número de la maleza predominante.

Cuadro 10: Alternativas para el control químico de malezas en trigo y siembras asociadas.

Momento de Aplicacion		PRE-MACOLLAJE		MACOLLAJE		COMBINACIONES																						
MODO DE ACCION		FOLIAR y RESIDUAL		CONTACTO		TRASLOCABLES																						
				BROMOXINILO		2,4-D		MCPA		2,4-DB		2,4-D + 2,4-DB		BROMOXINILO		2,4-D + BROMOXINILO		BENTAZONA		MCPA + BENTAZONA		BENTAZONA		2,4-D + BENTAZONA		PICLORAM		
TRIGO	D R	1,0	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	1,2	0,4 + 1,2	0,4 + 0,4	0,4 + 0,5	0,4 + 0,5	0,4 + 0,5	0,4 + 0,5	0,4 + 0,5	0,4 + 0,5	0,4 + 0,5	0,4 + 0,5	0,4 + 0,5	0,4 + 0,5	0,4 + 0,5	0,4 + 0,5	0,4 + 0,5	0,4 + 0,5	0,4 + 0,5	0,4 + 0,5	0,4 + 0,5
	D M	1,3	1,0	0,7	1,0	0,8	0,8	0,8	1,6	0,6 + 1,6	0,6 + 0,5	0,6 + 0,8	0,6 + 0,8	0,6 + 0,8	0,6 + 0,8	0,6 + 0,8	0,6 + 0,8	0,6 + 0,8	0,6 + 0,8	0,6 + 0,8	0,6 + 0,8	0,6 + 0,8	0,6 + 0,8	0,6 + 0,8	0,6 + 0,8	0,6 + 0,8	0,6 + 0,8	0,6 + 0,8
Trigo + Lotus	D R	0,6	S	S	S	0,4	0,4	0,4	1,2	0,4 + 0,8	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	D M	0,8				0,6	0,6	0,6	1,6	0,5 + 1,2																		
Trigo + Trebol rojo	D R	S	S	M.S.	0,5	S	0,4	0,4	1,2	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	D M				0,8		0,7	0,7	1,6																			
Trigo + Trebol blanco	D R	S	S	S	0,5	0,4	S	S	1,2	0,4 + 0,8	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	D M				0,8	0,6			1,6	0,5 + 1,2																		
Estado Trigo		3 - 6	3 - 6	2 - M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Estado Maleza		P.E - Ro	P.E - Ro	2 - 6	2 - 6	Ro	Ro	Ro	Ro	Ro	Ro	Ro	Ro	Ro	Ro	Ro	Ro	Ro	Ro	Ro	Ro	Ro	Ro	Ro	Ro	Ro	Ro	Ro

D M : Dosis máxima
 D R : Dosis recomendada
 M S : Medianamente Susceptible
 S : Susceptible
 M : Macollaje
 3 - 6 : hojas del cultivo
 Ro : Roseta o Mata
 2 - M : 2 hojas - Macollaje
 2 - 6 : hojas malezas

Cuadro 10: Comportamiento de las especies de malezas más frecuentes frente a los herbicidas usados en trigo.

Momento de aplicación MODO DE ACCION	PRE-MACOLLAJE		MACOLLAJE		COMBINACIONES					
	FOLIAR y RESIDUAL	CONTACTO	2,4-D	MCPA	2,4-DB	2,4-D + 2,4-DB	BROMOXINILO	2,4-D + BROMOXINILO	BENTAZONA	MCPA + BENTAZONA
Anni spp.										
		BENTAZONA	2,4-D	MCPA	2,4-DB					
		BENTAZONA	2,4-D	MCPA	2,4-DB					
Anthemis cotula										
		BENTAZONA	2,4-D	MCPA	2,4-DB					
		BENTAZONA	2,4-D	MCPA	2,4-DB					
Brassica campestris										
		BENTAZONA	2,4-D	MCPA	2,4-DB					
		BENTAZONA	2,4-D	MCPA	2,4-DB					
Carduus nutans										
		BENTAZONA	2,4-D	MCPA	2,4-DB					
		BENTAZONA	2,4-D	MCPA	2,4-DB					
Cirsium vulgare										
		BENTAZONA	2,4-D	MCPA	2,4-DB					
		BENTAZONA	2,4-D	MCPA	2,4-DB					
Convolvulus arvensis										
		BENTAZONA	2,4-D	MCPA	2,4-DB					
		BENTAZONA	2,4-D	MCPA	2,4-DB					
Coronopus didymus										
		BENTAZONA	2,4-D	MCPA	2,4-DB					
		BENTAZONA	2,4-D	MCPA	2,4-DB					
Echium plantagineum										
		BENTAZONA	2,4-D	MCPA	2,4-DB					
		BENTAZONA	2,4-D	MCPA	2,4-DB					

+ : el control de esta perenne puede requerir dos aplicaciones con 10 días de intervalo.

E : Excelente control; B : Buen control; R : Regular control; P : pobre control.

Cuadro 10: Comportamiento de las especies de malezas más frecuentes frente a los herbicidas usados en trigo.

Momento de aplicación	PRE-MACOLLAJE		MACOLLAJE		COMBINACIONES												
	Modo de acción	FOLIAR Y RESIDUAL	CONTACTO	TRASLOCABLES	2,4-D	MCPA	2,4-DB	2,4-D +	2,4-DB	2,4-D +	BROMOXINILO	2,4-D +	BENTAZONA	MCPA +	BENTAZONA	2,4-D +	PICLORAM
		DIURON	LINURON	BROMOXINILO	BENTAZONA												
Polygonum aviculare	1,3 R	0.8 R	0.5 B	0.5 P	0.5 P	0.7 R	0.8 R	1.0 E	0.4 + 1.0 E	0.5 + 0.5 B	0.5 + 0.8 B	0.4 + 0.8 B	0.4 + 0.8 B	0.4 + 0.8 B	0.4 + 0.8 B	0.4 + 0.03 E	2,4-D +
Polygonum convolvulus	P	P	0.6 R	0.6 P	0.6 P	P	P	1.6 B	0.4 + 1.4 B	P	P	P	P	P	P	0.4 + 0.03 E	2,4-D +
Raphanus spp.	1.0 E	0.6 E	0.6 B	0.6 B	0.6 B	0.7 B	0.7 B	P	0.5 + 0.8 B	0.5 + 0.5 B	0.5 + 0.5 E	0.4 + 0.5 E	0.4 + 0.5 E	0.4 + 0.5 E	0.4 + 0.5 E	0.7 + 0.02 B	2,4-D +
Rapistrum rugosum	0.8 E	0.6 E	0.6 E	0.6 B	0.6 B	0.6 B	0.6 E	P	0.4 + 0.8 B	0.5 + 0.5 B	0.5 + 0.5 E	0.4 + 0.6 B	0.5 + 0.5 E	0.5 + 0.5 E	0.5 + 0.5 E	0.3 + 0.02 B	2,4-D +
Rumex spp.	P	P	P	1.0 R	1.0 R	0.6 E	1.0 B	1.1 E	0.4 + 0.8 E	...	0.4 + 0.6 B	0.5 + 0.6 B	0.5 + 0.6 B	0.5 + 0.6 B	0.5 + 0.6 B	0.5 + 0.03 E	2,4-D +
Silene gallica	0.8 E	0.8 E	P	0.6 E	0.6 E	P	0.7 R	1.6 B	P	P	0.4 + 0.6 E	0.4 + 0.6 E	0.4 + 0.6 E	0.4 + 0.6 E	0.4 + 0.6 E	0.4 + 0.03 E	2,4-D +
Spergula arvensis	0.8 B	0.6 E	P	1.0 R	1.0 R	0.8 R	0.8 R	P	...	P	0.5 + 0.7 B	0.4 + 0.7 B	0.4 + 0.7 B	0.4 + 0.7 B	0.4 + 0.7 B	...	2,4-D +
Stachys arvensis	1.0 B	0.6 E	0.5 R	1.0 B	1.0 B	P	P	P	0.4 + 0.7 B	0.4 + 0.7 B	0.4 + 0.7 B	0.4 + 0.7 B	0.4 + 0.7 B	0.4 + 0.03 E	2,4-D +
Stellaria media	1.0 B	0.6 E	P	1.0 B	1.0 B	P	P	P	P	P	0.4 + 0.7 B	0.4 + 0.7 B	0.4 + 0.7 B	0.4 + 0.7 B	0.4 + 0.7 B	0.4 + 0.03 E	2,4-D +

E = Excelente control

B = Buen control

R = Regular control

P = Pobre control

BIBLIOGRAFIA

- ALGORTA, F. y SANZ, J.E. (1981). Control de malezas en semillero de Lotus. Tesis Ing.Agr. Facultad de Agronomía. Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", Estación Experimental "La Estanzuela" Colonia, Uruguay. 149p.
- ALVAREZ, E. y GONZALEZ, C. 1981. Evaluación de doce tipos de siembras consociadas de cultivos y praderas. Tesis Ing.Agr. Facultad de Agronomía. Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", Estación Experimental "La Estanzuela", Colonia, Uruguay. 120p.
- BLEASDALE, J. 1960. Studies in plant competition In: The biology of weeds England (Oxford), Harper, 133-143pp.
- CAIRNS, A.L.P.; LOUBSER, J.W. and Le ROUX, D.J. 1980. The use of DPX 4189 in the Western Cape. Department of Agronomy and Pastures, University of Stellenbosch. Winter Rainfall Region, Department of Agriculture and Fisheries.
- CARAMBULA, R.M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo. Hemisferio Sur. 464p.
- ; et al. (1978). Variedades forrajeras recomendadas en Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", Pasturas IV. Estación Experimental "La Estanzuela, Colonia Uruguay. 111-118pp.
- CARPENTER, K. 1961. Experience with 4-(Phenoxy) butyric acids in Great Britain and Britain and Commonwealth. Weed Society of American Meeting. December 12/14, St.Louis, Missouri.
- COOPER, C.S. 1967. Relative growth of alfalfa and birdsfoot trefoil seedling under low light intensity. Crop Science 7(3):176-178pp.
- CHARLES, A.H. 1962. Establishment studies III. The effect of method on one-year leys in the first harvest year. Journal of Agriculture Science 58(1):121-128pp.
- . 1963. Establishment studies V. The effect of method of establishment on the behaviour of long-term leys in the seeding year. Journal of Agricultural Science 60(1):1-10pp.
- . 1965. Interactions of grass, clover and nurse crop in the seeding year. Journal of the British Grassland Society 20(4):241-247pp.
- DIAZ, R.M. et al. 1982. Reseña de la producción e investigación de trigo en el Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", Estación Experimental "La Estanzuela". Miscelánea N° 44. p6.
- DEVINE, T.E. et al. (1975). Results of breeding for tolerance to 2,4-D in birdsfoot trefoil. Crop Science. 15(5):721-24. pp.
- DOWLER, C.C. and WILLARD, C.J. 1960. Using herbicides on alfalfa and birdsfoot trefoil. Research Bulletin 859. Ohio Agricultural Experimental Station. 19pp.
- FERNANDEZ, G. y colaboradores (1982). Control de sorgo de alepo (*Sorghum halepense*). Estación Experimental de Paysandú, Facultad de Agronomía. Informe Provisorio sp.
- FINNERTY, D.W. et al. 1979. A new herbicide for cereals. Proceedings North Central Weed Control Conference. p.37
- FRYER, J.D. and MAKEPEADE, R.J. Weed control Handbook 6th. ed. Oxford Blackwell. 1977. 510p

- GILBERT, D.E. 1960. The effect of light, moisture and inter-species competition upon the establishment of alfalfa, ladion clover and birdsfoot trefoil. Iowa State Univ. Ames, Dissertation Abstracts. 20(7):2471.
- GIST, G.R. and MOTT, G.O. 1958. Growth of alfalfa, red clover and birdsfoot trefoil seedling under various quantities of light. Agronomy Journal 50:583-586. p.
- HAGEMAN, L.H. and BEHRENS, R.L. 1979. The effect of DPX 4189 on oats, barley, spring and durum wheat. Proceedings North Central Weed Control Conference. p9.
- HAY, J.R. 1967. Weeds in wheat. In Proceedings of the Canadian Centennial Wheat Symposium. Canada Nielsow. 273-287pp.
- IVENS, G.W. 1975. Post-emergence herbicides in "Maku". Lotus Proceedings 28th, N.Z. Weed and Pest Control Conference.
- JARVIS, R.H.; HANLEY, F. and RIDGMAN, W.J. 1958. The effect of leys on soil fertility. ii. The effect on undersowing with grasses and legumes on the yields of a barley nurse crop. The Journal of Agricultural Science 51(2):229-233.pp.
- JENSEN, P.G. 1980. DPX 4189. A new cereal herbicide candidate. Proceedings Swedish Weed Conference. 24-34pp.
- KERR, H.D. and KLIGMAN, D.L. 1955. Weed control in seedling birdsfoot trefoil. Res. Rpt. NCWCC. 12:199.
- and ———. 1960. Weed control in establishing birdsfoot trefoil. Weeds. 8(2):157-197. pp.
- KLIGMAN, G. 1966. Weed control: as a science. USA Wiley. 421p.
- LABORDA, A. 1980. Nivel de competencia seg' el grado de infestación de manzanilla (Anthemis cotula L.) en trigo. Tesis Ing.Agr. Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", Estación Experimental "La Estanzuela", Colonia, Uruguay. 70p.
- LASKEY, B.C. and WAKEFIELD, R.C. 1978. Competitive effects of several grass species and weeds on the establishment of birdsfoot trefoil. Agronomy Journal, 70:146-148. PP.
- LEVITT, G.; BINGEMAN, C.W. and BARRIER, G.E. 1980. A new herbicid for cereals. Abstracts of the Weed Science Society of America.p.26
- LINSCOTT, D.L. and HAGIN, R.D. 1978. Weed control during establishment of birdsfoot trefoil and red clover with EPTC and DINOSEB. Weed Science 26(5):497-501.pp.
- LUIZZI, D.V. y colaboradores. 1982. Efecto de la interferencia de raigrás (Lolium multiflorum L.) en trigo. Estación Experimental de Paysandú. Facultad de Agronomía. Informe Provisorio sp.

- MARCO, C.M. (1972). Weed control in legume pastures in Balcarce. *Weed Abstract* 22(8):169.
- MOLINE, W.J. and ROBISON, L.R. 1971. Effects of herbicides and seeding rates on the production of alfalfa. *Agronomy Journal* 63(4):614-616. pp.
- NALEWAJA, J.D. and ARNOLD, W.E. 1970. Weed control methods, losses and costs due to weeds and benefits of weed control in wheat and other small grains. In *First FAO International Conference of Weed Control*, Davis, California, June 22-July 1, 15p.
- O'SULLIVAN, P.A. 1980. A new herbicide for broad spectrum weed control in cereals. *Proceedings Weed Science Society of America*. pp.25-26.
- OTT, P. y RIOS, A. 1981. Incidencia del control de malezas en trigo y las pasturas asociadas. In *Cultivos de Invierno*, Colonia, Uruguay, Estación Experimental "La Estanzuela". p. irr.
- PETERS, E.J. (1964). Pre-emergence, pre-planting and post-emergence herbicides for alfalfa and birdsfoot, trefoil. *Agronomy Journal* 56:415-419. pp.
- and LOWANCE, S. A. 1972. Bromoxinil, Chloroxynil and 2,4-DB for establishing alfalfa and medium red clover *Weed Science*. 20(2):140-142. pp.
- REBUFFO, M. y RIOS, A. (1982). Residualidad de aplicaciones de chlorsulfuron en cultivos estivales. XIV Congreso Brasileiro de Herbicidas e Ervas Daninhas. VI Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas, Campinas, SP, Brasil. 2-6 agosto. (en prensa).
- RIOS, A. y REBUFFO, M. 1981. Susceptibilidad varietal de trigo a herbicidas de aplicación temprana. 4ta. Reunión Técnica, Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay. p.71.
- 1982. Momentos de aplicación y herbicidas en trigo. In *Informe de Progreso 1981-82*. Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", Estación Experimental "La Estanzuela", Colonia, Uruguay. p.47.
- y GIMENEZ, A. (1982). Control de malezas en trigo (*Triticum aestivum* L.) asociado a lotus (*Lotus corniculatus* L.). XIV Congreso Brasileiro de Herbicidas e Ervas Daninhas. VI Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas, Campinas, SP, Brasil. 2-6 agosto. (en prensa).
- y REBUFFO, M. (1982). Susceptibilidad varietal de trigo y avena a chlorsulfuron. XIV Congreso Brasileiro de Herbicidas e Ervas Daninhas. VI Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas, Campinas, SP, Brasil. 2-6 agosto. (en prensa)
- SANTELMAN, D.W.; BURT, E.D. and WILLARD, C.J. 1956. The use of herbicides in establishing legume seedlings. *Weeds* 4:156-163. pp.
- SEANEY, R.R. and HENSEN, P.R. 1970. Birdsfoot trefoil. *Advances in Agronomy*. 22:119-157pp.

- SCHMID, A.R. and BEHRENS, R. 1972. Herbicides vs oat companion crops for alfalfa establishment. *Agronomy Journal* 64:157-159. pp.
- SCHOLL, J.M. and BRUNK, R.E. 1962. Birdsfoot trefoil stand establishment as influenced by control of vegetative competition. *Agronomy Journal* 54:142-144. pp.
- and STAINFORTH, D.W. 1957. Establishment of birdsfoot trefoil as influenced by competition from weeds and companion crops. *Agronomy Journal* 49:432-435. pp.
- SORRONDEGUI, J.L. 1977. Herbicidas post-emergentes y desecantes pre-cosecha en semilleros de trébol blanco, trébol rojo y lotus. Tesis Ing.Agr., Facultad de Agronomía. Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", Estación Experimental "La Estanzuela", Colonia, Uruguay.
- SWAN, D.G. 1975. Necessity for proper timing of applications of 2,4-D to winter wheat. *Down to Earth*, Vol. 31, N° 3, 23-25pp.

