



FUNDACION FONDO  
DE INVESTIGACION  
AGROPECUARIA

INSTITUTO  
DE INVESTIGACIONES  
AGROPECUARIAS

# PROYECTO DE INVESTIGACION

CERO LABRANZA EN SUELOS DE LA VIII REGION

INFORME FINAL

FIA  
FUNDACION FONDO  
DE INVESTIGACION  
AGROPECUARIA

INIA  
INSTITUTO DE  
INVESTIGACIONES  
AGROPECUARIAS

PROYECTO DE INVESTIGACION  
"INVESTIGACION SOBRE CERO LABRANZA  
EN SUELOS DE LA VIII REGION"

INFORME FINAL  
DICIEMBRE, 1991

## INDICE

CAPITULO		PAGINA
I	INTRODUCCION.....	1
II	DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO.....	1
	a) Objetivos.....	1
	b) Areas agroecológicas.....	2
	c) Participantes del Proyecto.....	4
III	RESUMEN DE LOS AVANCES DEL PROYECTO EN CADA ETAPA....	5
	a) Temporada 1987-1988.....	5
	b) Temporada 1988-1989.....	7
	c) Temporada 1989-1990.....	9
IV	UNIDADES EXPERIMENTALES.....	12
	a) <b>Secano de Precordillera</b>	
	- Influencia de la fertilización nitrogenada en el crecimiento y producción de trigo bajo tres sistemas de labranza.....	12
	- Influencia de la fertilización nitrogenada en el crecimiento y producción de avena bajo tres sistemas de labranza.....	31
	- Influencia de la fertilización fosfatada en el crecimiento y producción de trigo bajo tres sistemas de labranza.....	45

- Influencia de la fertilización fosfatada en el crecimiento y producción de avena bajo tres sistemas de labranza..... 58
- Consumo de combustible y necesidad de tractores en tres sistemas de labranza..... 69
- Requerimientos energéticos para la producción de avena en rotación con trigo, bajo tres sistemas de labranza y cuatro niveles de nitrógeno..... 75
- Evaluación económica de diferentes sistemas de labranza de suelos: tradicional, mínima y cero. Cultivo de trigo, 1987-1990..... 94

**b) Valle Regado**

- Producción de frejoles en segunda siembra después de trigo en la Provincia de Ñuble..... 106

**c) Secano Interior**

- Efecto de tres sistemas de labranza en el crecimiento y producción de trigo..... 113

-	Efecto de tres sistemas de labranza en el crecimiento y producción de lentejas.....	122
-	Evaluación tecnológica de tres sistemas de labranza en una rotación trigo-lenteja.....	130
-	Utilización de energía en la producción de lenteja, bajo tres sistemas de labranza con tracción a bueyes.....	228
-	Comparación económica de tres sistemas de labranza con tiro animal.....	245
V	DISCUSION Y CONCLUSIONES GENERALES.....	265
VI	MATERIAL GENERADO.....	270
	a) Publicaciones.....	270
	b) Tesis de grado.....	272
	c) Equipos desarrollados.....	273
VII	ACTIVIDADES REALIZADAS.....	274
	a) Seminarios, Jornadas, Cursos.....	274
	b) Visitas técnicas nacionales e internacionales, giras técnicas y actividades de transferencia.	277

## I. INTRODUCCION

El presente documento corresponde al Informe Final del Proyecto "Investigación sobre Cero Labranza en suelos de la VIII Región", financiado por el Fondo de Investigaciones Agropecuarias (FIA).

Los trabajos en este proyecto se centraron en tres áreas agroecológicas importantes en la VIII región: Secano de Precordillera, Valle Central de Riego y Secano Interior.

Para cada área los objetivos fueron diferentes y, por ende, las investigaciones desarrolladas y los resultados obtenidos; lo que se presenta a continuación.

## II. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

### a) Objetivos

- a.1. Evaluar los cambios que pueden producirse en el ambiente físico y químico del suelo, como consecuencia del tipo de labranza y su efecto en la producción.
- a.2. Estudiar la relación entre el tipo de labranza y el uso del fertilizante, manejo de residuos.

a.3. Estudiar otras prácticas agrícolas como el consumo de energía como combustibles y uso del tractor, así como el desarrollo de equipos de tracción animal para ejecutar la cero labranza en el Secano Interior.

b) Areas Agroecológicas que cubrió este Proyecto

b.1. **Secano de Precordillera**

Se extiende desde el río Perquilauquén hasta la parte sur de la provincia del Biobío. Presenta un clima mediterráneo frío de acuerdo a la clasificación de Papadakis, con una pluviometría que varía entre 1.200 y 2.500 mm anuales, dependiendo de la latitud y la altitud (Del Pozo et al., 1989). Los suelos son trumaos, rojos o mezcla de ambos. El exceso de lluvias invernales producen grandes pérdidas en los suelos desprotegidos de cubierta vegetal. De acuerdo a Peña (1978), anualmente se pueden perder 35 ton/ha de suelo en las actuales condiciones de labranza tradicional, en cambio, se pierden sólo 4 ton/ha cuando los cultivos se establecen en cero labranza.

b.2. **Secano Interior**

Es un vasto sector que se extiende entre los paralelos 35° y 37° latitud sur, presenta un clima marcadamente mediterráneo con intensas lluvias en los meses de invierno excediendo la capacidad de retención de agua del suelo, provocando daños severos de erosión. Los suelos son derivados de rocas graníticas y metamórficas, encontrándose hoy en un avanzado estado de destrucción, lo que a su vez se traduce en una muy baja fertilidad natural.

### b.3 Valle Regado

En la VIII región se tienen 190.000 hectáreas bajo riego, las precipitaciones varían entre 980 a 1.300 mm, la estación húmeda comienza en abril y termina en diciembre. La temperatura anual promedio es entre 13°C y 14°C. La suma térmica anual varía entre 3.000 y 3.600°C día. Las horas de frío son en la parte sur de 1.700 horas. El período libre de heladas es de 4 a 5 meses, a excepción de Los Angeles, que es de 6 meses. Los suelos en su mayoría son aluviales de textura fina, luego están los aluviales de textura gruesa, los trumaos y los rojos arcillosos. Se estima en la provincia de Ñuble que existirían 62.000 hectáreas de aptitud hortofrutícola, pero de ésta, sólo se utilizan en el sector no más de 5.000 hectáreas.

c. Participantes del Proyecto

c.1 Investigadores

Pedro del Canto S.	Ing. Agrónomo
Alejandro del Pozo L.	Lic. Biología M.Sc.
Luis Iriarte	Ing. Agrónomo
Ignacio Marín H.	Ing. Agrónomo
Jorge Riquelme S.	Ing. Agrónomo M.Sc.
Carlos Sierra B.	Ing. Agrónomo M.Sc.
Roberto Velasco H.	Ing. Agrónomo

c.2. Colaboradores

Iván Gallardo A.	Ing. Agrónomo
Marcos Gerding P.	Ing. Agrónomo M.Sc.
Edmundo Hetz H.	Ing. Agrón. Ph.D.(U. Concep.)
Rafael Novoa S.	Ing. Agrónomo Ph.D.
Mario Paredes C.	Ing. Agrónomo M.Sc.

c.3. Ayudantes de Investigación

Claudio Aliaga D.	Ing. Ejec. Agrícola
Fabiola Pérez M.	Téc. Agrícola
Manuel Rodríguez I.	Tec. Agrícola

c.4. Secretaria

Marlene Orellana D.

### III. RESUMEN DE LOS AVANCES DEL PROYECTO POR ETAPAS

#### TEMPORADA 1987-1988

##### 1) Actividades de campo

En esta temporada se establecen los ensayos en la Precordillera Andina sembrándose 3 unidades experimentales con cereales (trigo, avena) en el sector de El Rosal, cercano a la localidad de Pinto en la comuna de Chillán, además en Chillán en Campo Experimental Santa Rosa de la Estación Experimental Quilamapu se establecen 2 unidades donde se evalúa el comportamiento de dos leguminosas (lenteja y frejoles).

Simultáneamente al establecimiento de ensayos se realiza en la localidad de Mulchén la caracterización química de un suelo trumao con diferente número de años con uso de cero labranza.

##### 2) Análisis de los resultados

- a) En esta primera temporada se tiene una respuesta similar del trigo y avena a los fertilizantes tanto nitrogenados como fosfatados, independientes del método de labranza utilizado.
- b) La evaluación de las características química de un suelo con diferente número de años en cero labranza, mostró un rápido aumento del fósforo, pero sólo en los primeros 5 centímetros de suelo.

- c) Los ensayos con lentejas, indicaron que este cultivo se afecta al ser sembrado en cero labranza producto de la competencia de las malezas.
  
- d) Se observó la factibilidad de realizar una segunda siembra con frejoles a continuación de trigo en los suelos regados de la provincia de Ñuble, lográndose así aumentar la eficiencia en el uso del suelo.
  
- e) La evaluación económica entre sistemas de labranza tradicional y mínima en trigo, reflejó que el ahorro producido por el menor consumo de combustible se minimiza en parte, por el costo de los herbicidas utilizados en el barbecho químico.

## TEMPORADA 1988-1989

### 1) Actividades de campo

En esta temporada se continuó con los trabajos en la precordillera sector El Rosal y en el Valle Regado, Campo Experimental Santa Rosa, dependiente de la Estación Experimental Quilamapu

Se establecen los ensayos en el área agroecológica del Secano Interior para lo cual se hacen las siembras de trigo y lenteja en el campo de la Subestación Experimental Cauquenes en Cauquenes.

### 2) Análisis de los resultados

- a) Se mantienen respuestas similares en trigo y avena con los tres sistemas de labranza (convencional, mínima y cero) al utilizar dosis crecientes de fertilizantes nitrogenados y fosfatados.
- b) Se confirman los resultados de la temporada anterior que demuestran la factibilidad de establecer frejol después de trigo con labranza convencional y cero con quema de rastrojo.
- c) Al igual que en la temporada anterior, se obtienen costos de producción similares independientes del sistema de preparación de suelos.

- d) En el área del Secano Interior de Cauquenes, se encontró que en trigo, el crecimiento y producción fue similar en los tres sistemas de labranza. En lenteja el rendimiento en cero labranza fue menos que en mínima labranza y labranza convencional, debido al deficiente control de malezas.
- e) La evaluación tecnológica de los tres sistemas de labranza, demostró una notable ventaja para la labranza vertical con respecto de la labranza convencional.

### 3) Material generado

En esta temporada se presentan parte de los resultados de este proyecto en el Seminario "Técnicas de riego y conservación de suelo para el sur de Chile", Estación Experimental Remehue, INIA, pp.171-180 y pp.195-208.

Se realizan dos Tesis de Grados para optar al Título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Departamento de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán.

### 4) Visitas de expertos

Se recibe la visita de expertos de Argentina, Estados Unidos, Inglaterra, Canadá y Alemania.

5) Actividades de Transferencia

Participación en Seminarios, Días de Campo y orientación a los agricultores interesados en el tema.

**TEMPORADA 1989-1990**

1) Actividad de campo

En la temporada 1989-1990, se continuó con los trabajos en el sector de El Rosal en la Precordillera Andina al igual que los trabajos iniciados en la temporada 1988-1990 en el Secano Interior.

Se incrementan los trabajos en el desarrollo y adaptación de implementos y máquinas de tiro animal en el área del Secano Interior.

2) Análisis de los resultados

a) Las unidades con cereales y su respuesta a la fertilización nitrogenada bajo tres sistemas de labranza en la Precordi-llera Andina, se obtienen rendimientos similares para con-vencional y cero labranza.

En esta temporada no se detectan cambios relevantes en el tenor de nutrientes del suelo. Es necesario destacar que el perfil de suelo permanece húmedo mayor tiempo en cero y mínima labranza.

- b) La evaluación de consumo de combustible en la Precordillera Andina, demostró que la disminución del laboreo del suelo no incide negativamente sobre su productividad, además, existe una reducción del 83% del consumo de petróleo.
- c) Se establecieron los requerimientos energéticos para la producción de avena en rotación con trigo, bajo tres sistemas de labranza y cuatro niveles de nitrógeno en la Precordillera de Ñuble.
- La eficiencia energética disminuye considerablemente al aumentar la dosis de nitrógeno y sólo aumenta levemente con la reducción de la labranza.
- d) En el área del Secano Interior y en conjunto con una empresa particular se desarrolló y evaluó un arado cincel de tracción animal, que permite la ejecución de labranza vertical en suelos de esta área agroecológica.
- e) A partir de una sembradora convencional de tiro animal, se desarrolló un sistema abridor de surcos que permite la siembra directa de cereales y leguminosas de grano, con cero labranza.
- f) La labranza reducida presenta un menor costo energético en la producción de lenteja.
- g) El análisis económico de los sistemas de labranza en el Secano Interior, indica una notable ventaja para los sistemas conservacionistas.

### 3) Material generado

Se escriben tres publicaciones con parte de la información generada por el Proyecto.

Se realiza una tercera Tesis de Grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Departamento de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán.

### 4) Actividades de Transferencia

Se crea el Grupo de Transferencia de Tecnología (G.T.T.) en la precordillera de la VIII región, especializado en labranza conservacionista.

Se organizan charlas y giras técnicas con productores, estudiantes y profesionales a los trabajos que se ejecutan.

Se presenta parte de la información generada en el Seminario "Realidad y perspectivas agropecuarias del Secano Interior", INIA, Subestación Experimental Cauquenes, octubre 1989.

#### IV. UNIDADES EXPERIMENTALES

##### a) Secano de Precordillera

TITULO DEL EXPERIMENTO : Influencia de la fertilización nitrogenada en el crecimiento y producción de trigo bajo tres sistemas de labranza.

UNIDAD EJECUTORA : Estación Experimental Quilamapu

PROYECTO : FIA Cero Labranza

INVESTIGADORES PARTICIPANTES : Pedro del Canto S. Ing. Agr.  
Alejandro del Pozo L. Lic. Biol.  
Jorge Riquelme S, Ing. Agr. M. Sc.

AYUDANTE DE INVESTIGACION : Claudio Aliaga D, Ing. Ejec. Agr.  
Manuel Rodríguez I., Téc. Agr.  
Maria Riquelme S., Téc. Progr.  
Jorge Mella G., Laborante

DURACION APROXIMADA : Inicio : Mayo, 1987  
Término : Noviembre, 1990

TIPO DE INVESTIGACION : Aplicada

UBICACION Y N° EXPERIMENTOS : El Rosal, comuna de Pinto, provincia de Ñuble (36°44'S; 71°51' E; 450 m.s.n.m.).

OBJETIVOS : - Evaluar el rendimiento de trigo en tres sistemas de labranza y diferentes dosis de nitrógeno.

- Evaluar la eficiencia del nitrógeno aplicado como fertilizante.

- Estudiar la dinámica del nitrógeno y otros nutrientes en tres sistemas de labranza.

METODOLOGIA EXPERIMENTAL : El experimento se llevó a cabo durante tres temporadas consecutivas (1987/88; 1988/89; 1989/90) en un suelo trumao correspondiente a la Asociación Santa Bárbara (Inceptisol, Typical dystrandept, Mella y Khune, 1985) con pendiente de 5-6% y más de 160 cm de profundidad. El clima del área es mediterráneo temperado (Novoa et al, 1989).

Se usó un diseño experimental de bloques completos al azar, en un arreglo de parcelas divididas (Snedecor y Cochran, 1967). Los tratamientos correspondieron a los sistemas de labranza previos a la siembra: tradicional (quema de residuos, rastraje con discos,

vibrocultivador, labranza mínima vertical (picado de residuos, arado cincel vibrocultivador) y cero labranza (aplicación de herbicida sobre el residuo). Subtratamientos fueron las dosis de nitrógeno: 0, 75, 150 y 300 kg/ha y tres las repeticiones.

El tamaño de las parcelas principales fue de 5 m \* 40 m y de 5 m \* 10 m las subparcelas.

Como fuente de nitrógeno se usó urea (45%N) la que se aplicó en tres parcialidades iguales a la siembra, inicio del macollaje e inicio del encañado.

Se aplicó una fertilización fosfatada base de 150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. Como fuente de fósforo se usó superfosfato triple (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), aplicado localizado con las semillas.

Al inicio del experimento la siembra se efectuó sobre un rastrojo de raps, y sobre avena en los años siguientes. En las tres temporadas se usó 160 kg/ha de semilla desinfectada con Triadimenol 15%. En el año 1987 se sembró la variedad Cisne-INIA el 21 de julio. En los años siguientes se usó la variedad Lanco-INIA, sembrada los días 2 y 5 de mayo, respectivamente.

En 1987 la siembra se efectuó con una máquina John Deere 1550 y en los años siguientes con una Semeato 220.

El control de malezas de presiembra en el tratamiento cero labranza, se efectuó con Paraquat (2 lt/ha P.C.) y surfactante (0.4% v/v) en 1987. En los años siguientes se usó una mezcla de Glifosato (1.5 lt/ha P.C.) y Picloram (0.125 lt/h a P.C.). Posteriormente en todos los tratamientos y en todos los años, se controló malezas de hoja ancha en postemergencia con MCPA (1 lt/ha P.C.) y Dicamba (0.2 lt/ha P.C.); las malezas gramíneas se controlaron con Tralkoxydim (2 lt/ha P.C.) en todo el ensayo.

Se evaluó el rendimiento de grano, expresado con 12% de humedad, el contenido de nitrógeno en la planta a la cosecha, los nutrientes del suelo previo a cada siembra y el agua en el perfil.

## RESULTADOS

:

### 1. Rendimiento de grano

En las tres temporadas el rendimiento de grano de trigo, expresado con un 12% de humedad, fue significativamente distinto en tres sistemas de labranza (Cuadro 1) y dosis de nitrógeno (Cuadro 2 y Figura 1). En cambio, no hubo significancia para la interacción sistemas de labranza y nitrógeno.

CUADRO 1. Rendimiento de trigo en tres sistemas de labranza. Precordillera Andina, 1987-1990.

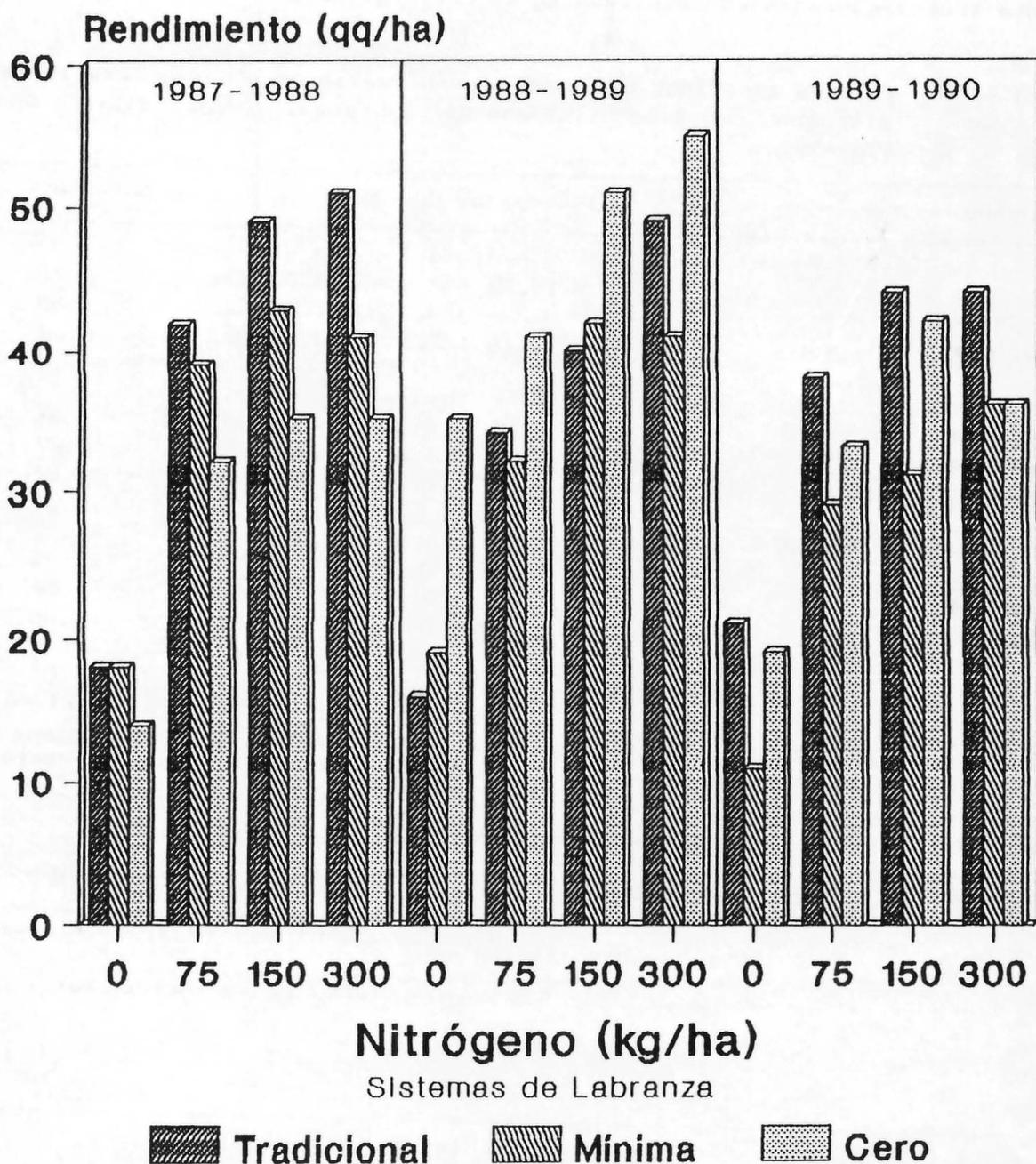
SISTEMA DE LABRANZA	TEMPORADA		
	1987-1988	1988-1989	1989-1991
Rendimiento qq/ha			
Tradicional	40 a*	35 b	37 a
Mínima	35 b	34 b	37 c
Cero	29 c	46 a	32 b

\* Valores con letras distintas son diferente estadísticamente (Duncan,  $P < 0.05$ ).

En general, y de acuerdo al Cuadro 1, con el sistema de labranza tradicional, se logran los mejores rendimientos de grano, a excepción de la temporada 1988-1989 en la cual fue superior la cero labranza. Estos resultados son atribuibles en gran medida a la sembradora usada en la primera temporada, que resultó no ser adecuada para establecer el trigo con residuos de la cosecha del raps anterior, lo que se manifestó en una baja población inicial de plantas (Cuadro 3), aún en las dosis mayores de nitrógeno. En las dos temporadas siguientes esta diferencia no fue significativa debido al uso de la sembradora Semeato TD 220, más apta para establecer semillas pequeñas en el residuo. En cambio, la diferencia significativa de los rendimientos en la temporada 1989-1990, es debida a la tendadura ocurrida en el trigo sembrado en cero labranza en la dosis mayor de nitrógeno, siendo este incluso menor que en la aplicación de 150 kg/ha (Figura 1).

La respuesta a nitrógeno fue significativa en las tres temporadas en los tres sistemas de labranza, alcanzándose los rendimientos máximos en la dosis de 300 kg/ha en las dos temporadas iniciales, y en la de 150 kg/ha en el año 1989-1990. En el Cuadro 2,

Figura 1. Sistema de Labranza \* Nitrógeno  
 Precordillera de Ñuble, 1987-1990



Variedad Cisne-INIA 1987-88

Variedad Lanco-INIA 1988-89 y 1989-90

se presentan los ajustes cuadráticos de las curvas de respuesta del rendimiento de trigo a dosis crecientes de nitrógeno en los sistemas de labranza estudiados durante tres temporadas consecutivas en la Precordillera de Andina.

CUADRO 2. Valores ajustados del rendimiento de trigo a dosis crecientes de nitrógeno en tres sistemas de labranza. Precordillera Andina, 1987-1990.

TEMPORADA	Sistemas de Labranza	R <sup>2</sup>
	Tradicional	
1987-1988	$y = 19.32 + 0.32N - 0.00073N^2$	0.91
1988-1989	$y = 16.64 + 0.23N - 0.00040N^2$	0.80
1989-1990	$y = 21.14 + 0.25N - 0.00058N^2$	0.88
	Mínima	
1987-1988	$y = 19.01 + 0.28N - 0.00069N^2$	0.86
1988-1989	$y = 18.90 + 0.22N - 0.00048N^2$	0.87
1989-1990	$y = 12.56 + 0.20N - 0.00040N^2$	0.82
	Cero	
1987-1988	$y = 14.72 + 0.24N - 0.00058N^2$	0.77
1988-1989	$y = 33.51 + 0.14N - 0.00024N^2$	0.80
1989-1990	$y = 21.14 + 0.29N - 0.00058N^2$	0.88

CUADRO 3. Efecto del sistema de labranza y la fertilización nitrogenada en el establecimiento de trigo. Prec-cordillera Andina, 1987-1988.

NITROGENO (kg/ha)	SISTEMA DE LABRANZA			Promedio N
	Tradicional	Mínima	Cero	
	plantas/m <sup>2</sup>			
0	149	156	94	133 c
75	199	187	148	178 ab
150	174	204	171	183 a
300	196	199	148	181 ab
Promedio sistemas	179 a*	186 a	140 b	

\* Valores con letras distintas son significativamente diferentes (Duncan, P<0.05).

Por otra parte, en labranza mínima vertical, los rendimientos son consistentemente menores en las dos últimas temporadas, lo que se debe a la incorporación de parte del residuo, paja de avena del año anterior. Esto trae como consecuencia un desbalance en la relación carbono/nitrógeno, traduciéndose en una baja del rendimiento en los testigos sin nitrógeno la que se agudiza en la medida en que se incrementa el residuo, como ocurre en la última temporada por efecto de las dos anteriores y donde la respuesta a nitrógeno es más baja que en los sistemas de labranza tradicional y cero (Figura 1; Cuadro 2).

## 2. Evolución del nitrógeno y otros nutrientes

De las Figuras 2 a la 5, se muestra la evolución de nitrógeno disponible en el suelo desde el inicio y el término de la experiencia en los tres sistemas de labranza y las cuatro dosis usadas. El nitrógeno final (N 1990) siempre es mayor al inicial (N 1987) en los primeros centímetros del perfil del suelo (0-5 cm y 5-10 cm), en los tres sistemas de labranza y en todas las dosis de nitrógeno. Sin embargo, en la profundidad 10-30 cm, se observan variaciones aunque no significativas ( $P < 0.05$ ). Por lo tanto, no existe un incremento del nitrógeno del suelo dependiente de los sistemas o de los niveles de este nutriente usado.

# Trigo\*N\*Sistemas de Labranza Precordillera de Ñuble, VIII Región

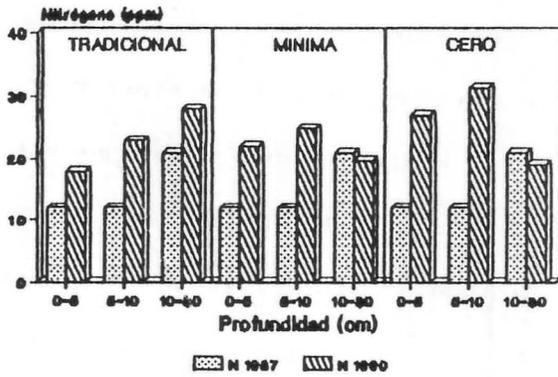


Figura 2. Dosls N 0

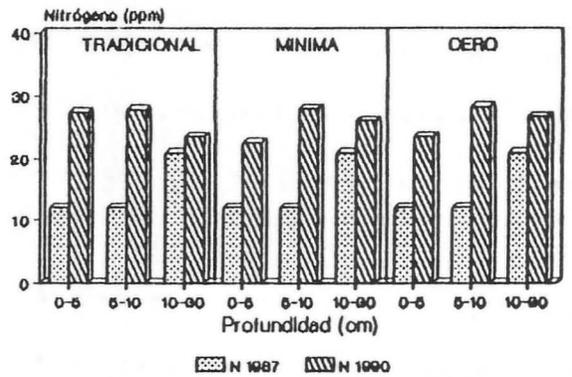


Figura 3. Dosls N 75

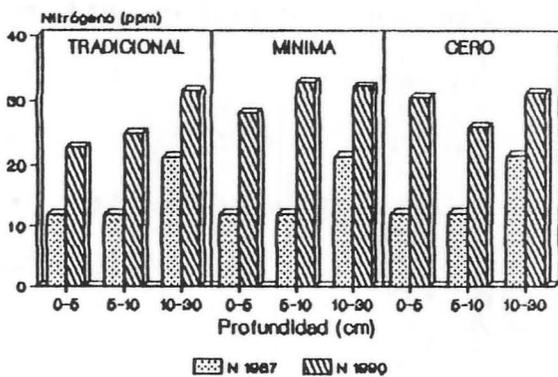


Figura 4. Dosls N 150

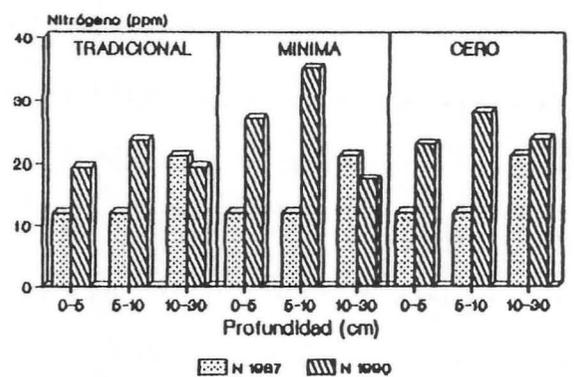


Figura 5. Dosls N 300

Plnto, 1987/1990

En el caso del fósforo disponible en cambio, se observa una disminución de este nutriente en el tiempo, para los sistemas tradicionales y mínima labranza en las capas superiores del suelo, a excepción del sistema tradicional sin aplicación de nitrógeno (Figuras 6, 7, 8 y 9). En este caso, ello podría atribuirse a la baja extracción de fósforo debido al bajo rendimiento como consecuencia de la no aplicación de nitrógeno (Figura 1). Al sembrar trigo en cero labranza ocurre lo contrario, aumenta el fósforo disponible en los primeros 10 centímetros del suelo y este crecimiento es menor en la medida que se aplica más nitrógeno debido a un mayor requerimiento por el cultivo, probablemente.

El potasio cae notablemente en la profundidad 0-5 cm como producto del cultivo de cereales, cualquiera sea el sistema de labranza y la dosis de nitrógeno usada. En el resto del perfil del suelo analizado, la caída de este nutriente es mínima no llegando a valores críticos, con la sola excepción labranza mínima en la profundidad 10-30 cm y 300 kg/ha de nitrógeno (Figura 13). Se debe recordar que en las condiciones de este ensayo no se aplicó potasio (Figura 10, 11, 12 y 13).

En cuanto a la materia orgánica, hubo un incremento en todos los sistemas de labranza y niveles de nitrógeno, incluido el testigo (Figuras 14, 15, 16 y 17).

Finalmente, el pH del suelo no varió significativamente en el experimento por efecto de los tratamientos usados (Figura 18, 19, 20 y 21).

# Trigo\*N\*Sistemas de Labranza Precordillera de Ñuble, VIII Región

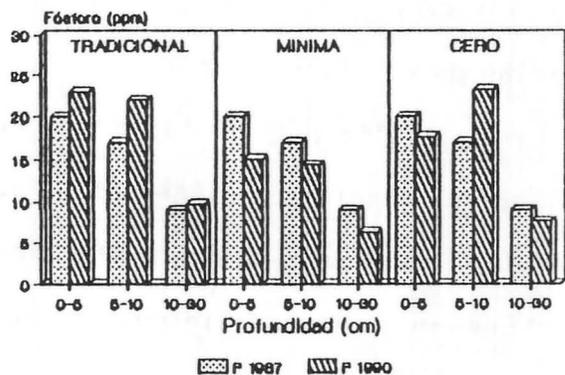


Figura 6. Dosis N 0

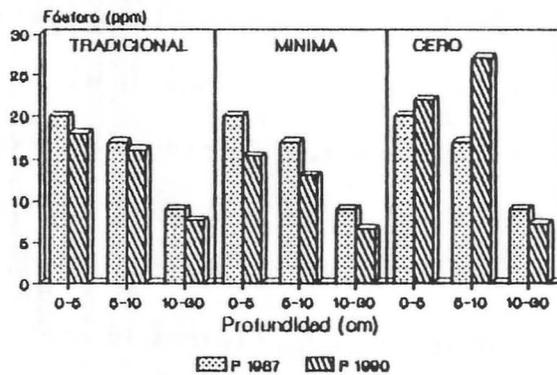


Figura 7. Dosis N 75

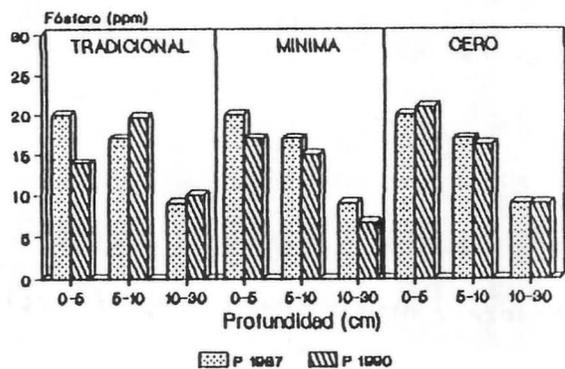


Figura 8. Dosis N 150

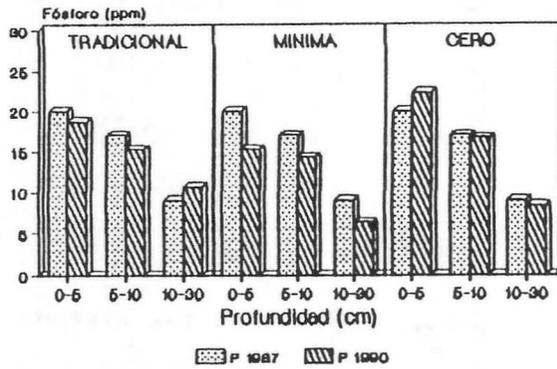


Figura 9. Dosis N 300

Plinto, 1987/1990

# Trigo\*N\*Sistemas de Labranza Precordillera de Ñuble, VIII Región

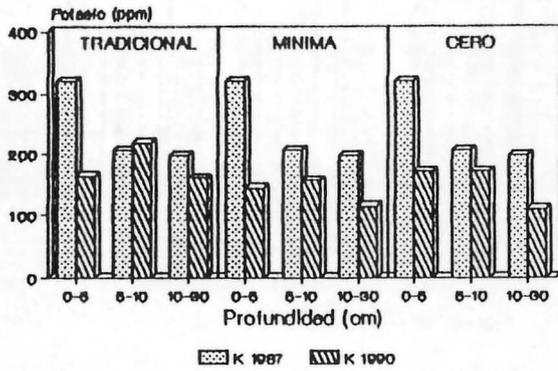


Figura 10. Dosis N 0

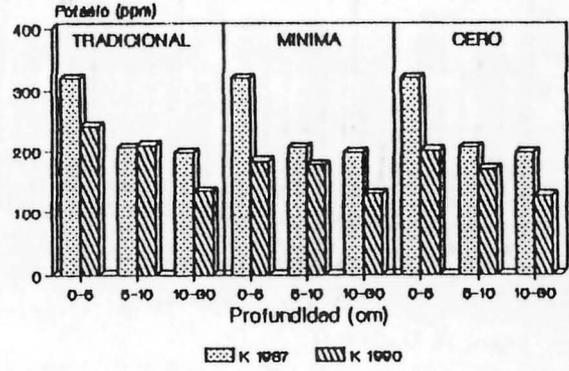


Figura 11. Dosis N 75

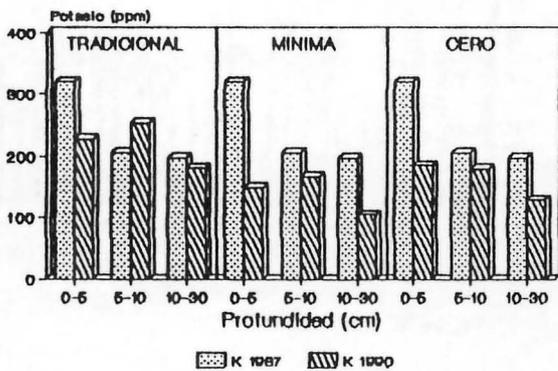


Figura 12. Dosis N 150

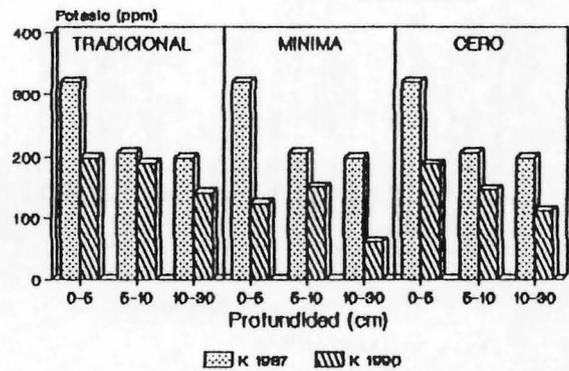


Figura 13. Dosis N 300

Plinto, 1987/1990

# Trigo\*N\*Sistemas de Labranza Precordillera de Ñuble, VIII Región

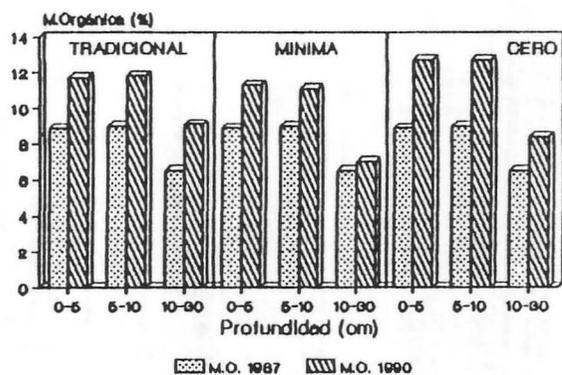


Figura 14. Dosis N 0

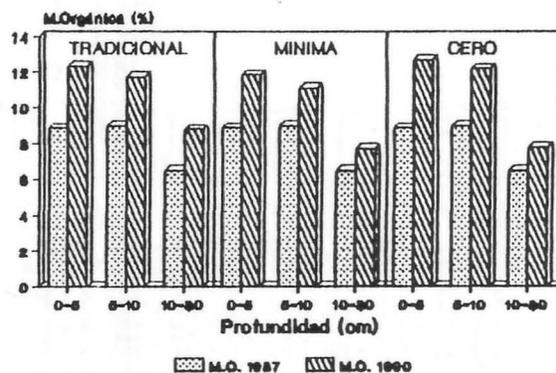


Figura 15. Dosis N 75

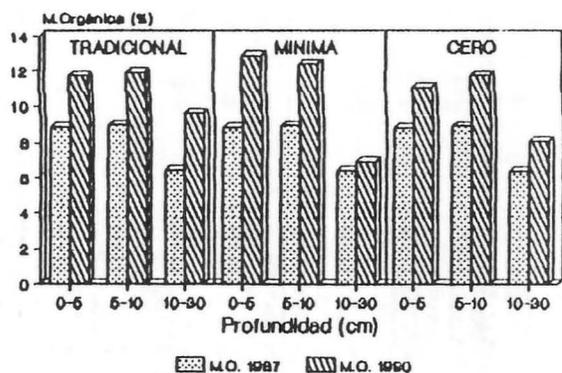


Figura 16. Dosis N 160

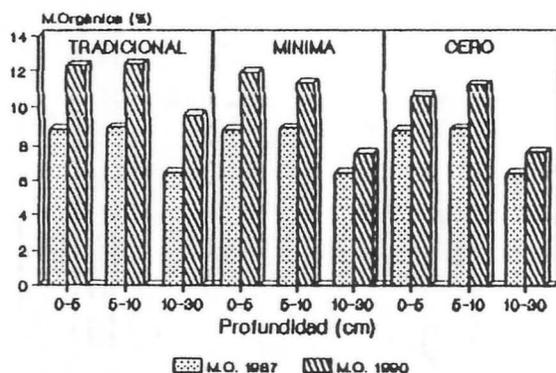


Figura 17. Dosis N 300

Pinto, 1987/1990

# Trigo\*N\*Sistemas de Labranza Precordillera de Ñuble, VIII Región

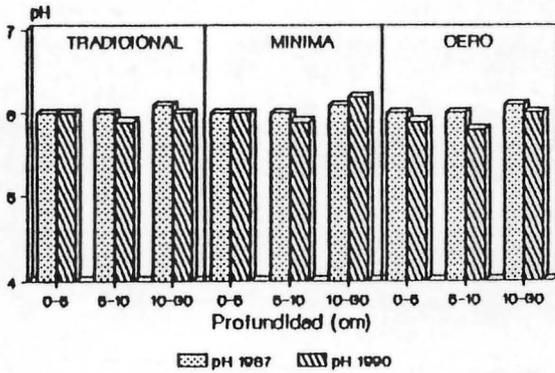


Figura 18. Dosis N 0

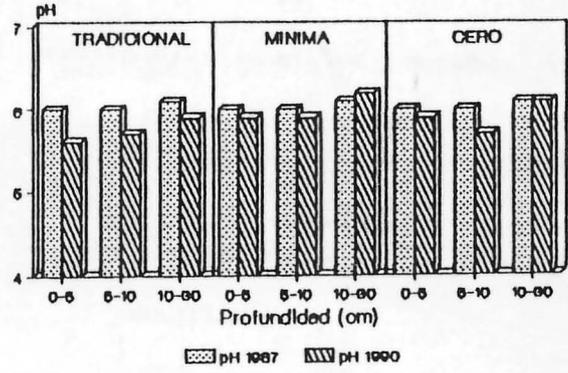


Figura 19. Dosis N 75

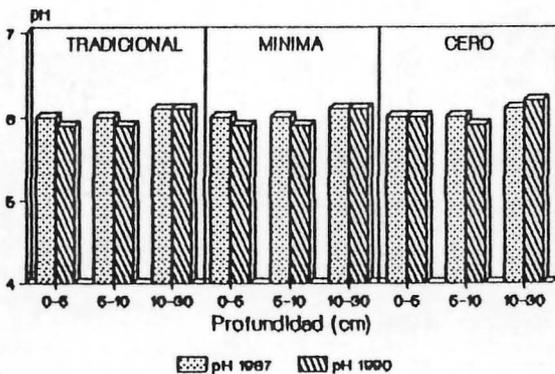


Figura 20. Dosis N 150

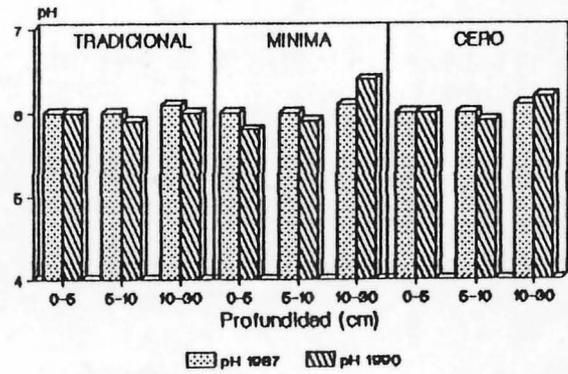


Figura 21. Dosis N 300

Plnto, 1987/1990

### 3. Balance de nitrógeno y eficiencia del fertilizantes

En el Cuadro 4, se presenta el efecto de los sistemas de labranza y fertilización nitrogenada sobre la extracción de este nutriente por el cultivo de trigo durante las temporadas 1987-1988 y 1988-1989. Además, se incluye la eficiencia del nitrógeno aplicado.

CUADRO 4. Balance de nitrógeno y eficiencia del fertilizante en tres sistemas de Labranza y cuatro dosis de nitrógeno. Precordillera Andina, 1987/1989.

SISTEMA DE LABRANZA	BALANCE DE NITROGENO		Eficiencia (%)
	Aplicado (kg/ha)	Extraído (kg/ha)	
	----- 1987 - 1988 -----		
Tradicional	0	31.8 c*	---
	75	67.0 b	47.0
	150	89.3 ab	38.3
	300	130.2 a	32.8
Mínima	0	38.1 c*	---
	75	70.0 b	42.3
	150	87.3 ab	32.7
	300	92.3 a	18.0
Cero	0	12.2 c	---
	75	39.7 b	36.6
	150	66.0 ab	35.8
	300	47.5 a	11.8
	----- 1988 - 1989 -----		
Tradicional	0	52.0 c	---
	75	93.0 b	54.7
	150	139.7 a	58.5
	300	132.0 a	26.7
Mínima	0	35.3 c	---
	75	98.0 b	83.6
	150	128.0 a	61.8
	300	125.7 ab	30.1
Cero	0	48.3 d	---
	75	86.7 c	51.2
	150	123.3 b	50.0
	300	160.3 a	37.3

\* Valores con letras distintas son significativamente diferentes (Duncan,  $P < 0.05$ ).

En la temporada 1987-1988 la extracción de nitrógeno en cero labranza fue significativamente menor que en los otros sistemas (Duncan,  $P < 0.05$ ); cosa que no ocurrió en la temporada siguiente. Por otro lado, y como es natural, la extracción es función de la cantidad de nitrógeno aplicada siendo mayor en los tratamientos 150 y 300 kg/ha. No hubo efecto significativo para la interacción sistemas de labranza y dosis de nitrógeno en ambas temporadas.

La eficiencia de recuperación del fertilizante nitrogenado decrece en la medida que se aplica más nitrógeno. Las menores eficiencias corresponden a cero labranza en la primera temporada y a mínima labranza corresponde la mayor eficiencia en la segunda temporada.

#### 4. Variaciones en la humedad del suelo

La producción agropecuaria en la Precordillera de Ñuble ocurre en condiciones de secano, donde las lluvias primaverales determinan el rendimiento de cultivos y praderas. En el caso del trigo, es importante la disponibilidad de agua aprovechable en el suelo en los estados fenológicos comprendidos entre emisión de hoja bandera y llenado de granos, situación que debiera ocurrir normalmente entre la última quincena de octubre y todo el mes de noviembre.

Con el objeto de cuantificar el efecto de los sistemas de labranza y los niveles de nitrógeno sobre el contenido de

humedad del suelo, ésta se evaluó en todas las temporadas en el perfil. No hubo diferencias significativas entre sistemas de labranza, ni tampoco hubo efecto de la dosis de nitrógeno, aunque a fines de invierno y gran parte de la primavera el sistema cero labranza presenta un perfil más húmedo, especialmente en las primeras estratas. En el Cuadro 5, se muestran estas variaciones en el subtratamiento 150 kg/ha de nitrógeno para las temporadas 1987-1988 y 1988-1989.

CUADRO 5. Variaciones en el contenido de agua (% b.p.s.) del perfil de suelo en tres sistemas de labranza. Precordillera Andina, 1987-1990.

SISTEMAS DE LABRANZA	Profundidad (cm)	1987 - 1988		
		Oct. 26	Nov. 16	Dic. 4
Tradicional	0-5	54.4	40.4	20.5
	5-10	61.7	46.1	21.4
	10-30	68.4	48.5	33.5
	30-50	64.7	60.3	36.4
Mínima	0-5	60.4	44.1	20.4
	5-10	63.3	45.2	22.1
	10-30	63.2	51.2	36.3
	30-50	64.5	51.3	38.6
Cero	0-5	62.6	57.0	22.6
	5-10	64.4	57.3	28.3
	10-30	71.1	62.6	36.0
	30-50	74.0	69.3	40.0
		1987 - 1988		
		Sept. 6	Oct. 13	Nov. 16
Tradicional	0-5	68.8	39.2	28.2
	5-10	69.2	45.9	32.7
	10-30	73.4	54.0	48.9
	30-50	82.5	64.8	----
Mínima	0-5	65.4	45.6	28.5
	5-10	68.1	45.4	33.7
	10-30	75.0	62.7	48.2
	30-50	76.4	71.6	----
Cero	0-5	65.7	53.0	26.9
	5-10	65.0	47.5	30.6
	10-30	74.4	59.0	48.8
	30-50	77.9	60.8	----

Capacidad de Campo: 0-22 cm = 59.9%; 22-102 cm = 64.6%

Punto marchitez: 0-22 cm = 34.9%; 22-102 cm = 46.4%

CONCLUSIONES

: Hay efecto significativo en el rendimiento de trigo de los sistemas de labranza y dosis de nitrógeno, pero no de la interacción de ambos.

En la primera y última temporada el rendimiento es superior en labranza tradicional. En la segunda temporada, lo es en cero labranza. En cambio, labranza mínima es siempre inferior.

En todas las temporadas el rendimiento máximo de trigo se consigue con 150 ó 300 kg/ha de nitrógeno.

Los sistemas de labranza afectan positivamente el contenido de nitrógeno y fósforo del suelo. En cambio, el potasio es afectado negativamente. No se observan cambios significativos en la acidez del suelo.

Los sistemas de labranza no afectan significativamente el contenido de agua en el suelo.

TITULO DEL EXPERIMENTO : Influencia de la fertilización nitrogenada en el crecimiento y producción de avena bajo tres sistemas de labranza.

UNIDAD EJECUTORA : Estación Experimental Quilamapu

PROYECTO : FIA Cero Labranza

INVESTIGADORES PARTICIPANTES : Pedro del Canto S. Ing. Agr.  
Alejandro del Pozo L. Lic.Biol.  
Jorge Riquelme S, Ing.Agr.M.Sc.

AYUDANTE DE INVESTIGACION : Claudio Aliaga D, Ing. Ejec.Agr.  
Manuel Rodríguez I., Téc. Agr.  
Maria Riquelme S., Téc. Progr.  
Jorge Mella G., Laborante

DURACION APROXIMADA : Inicio : Mayo, 1987  
Término : Noviembre, 1990

TIPO DE INVESTIGACION : Aplicada

UBICACION Y N° EXPERIMENTOS : El Rosal, comuna de Pinto, provincia de Ñuble (36°44'S; 71°51' E; 450 m.s.n.m.).

## OBJETIVOS

- : - Evaluar el rendimiento de avena en tres sistemas de labranza y diferentes dosis de nitrógeno.
  
- Evaluar la eficiencia del nitrógeno aplicado como fertilizante.
  
- Estudiar la dinámica del nitrógeno y otros nutrientes en tres sistemas de labranza.

## METODOLOGIA EXPERIMENTAL

: El experimento se llevó a cabo durante tres temporadas consecutivas (1987/88; 1988/89; 1989/90) en un suelo trumao correspondiente a la Asociación Santa Bárbara (Inceptisol, Typical dystrandept, Mella y Khune, 1985) con pendiente de 5-6% y más de 160 cm de profundidad. El clima del área es mediterráneo temperado (Novoa et al, 1989).

Se usó un diseño experimental de bloques completos al azar, en un arreglo de parcelas divididas (Snedecor y Cochran, 1967). Los tratamientos correspondieron a los sistemas de labranza previos a la siembra: tradicional (quema de residuos, rastraje con discos, vibrocultivador, labranza mínima vertical (picado de residuos, arado cincel vibrocultivador) y cero labranza (aplicación de herbicida sobre el residuo). Subtratamientos fueron las dosis de nitrógeno: 0, 75, 150 y 300 kg/ha y tres las repeticiones.

El tamaño de las parcelas principales fue de 5m \* 40m y de 5m \* 10m las subparcelas.

Como fuente de nitrógeno se usó urea (45% N) la que se aplicó en tres parcialidades iguales a la siembra, inicio del macollaje e inicio del encañado.

Se aplicó una fertilización fosfatada base de 150 kg P205/ha. Como fuente de fósforo se usó superfosfato triple (46% P205), localizado con las semillas.

Al inicio del experimento la siembra se efectuó sobre un rastrojo de raps, y sobre avena en los años siguientes. En las tres temporadas se usó 160 kg/ha de semilla desinfectada con Triadimenol 15%. (En las tres temporadas se usó la variedad Nehuén-INIA, sembrada los días 21 de julio, 2 y 5 de mayo, respectivamente.)

*100 kg/ha? ¿trigo?*

En 1987 la siembra se efectuó con una máquina John Deere 1550 y en los años siguientes con una Semeadora <sup>TD</sup> 220 de 15 bajadas.

El control de malezas de presiembra en el tratamiento cero labranza, se efectuó con Paraquat (2 lt/ha P.C.) y surfactante (0.4% v/v) en 1987. En los años siguientes se usó una mezcla de Glifosato (1.5 lt/ha P.C.) y Picloram (0.125 lt/h a P.C.). Posteriormente en todos los tratamientos y en todos los años, se controló malezas de hoja ancha en postemergencia con MCPA (1 lt/ha P.C.) y Dicamba (0.2 lt/ha P.C.); (las malezas gramíneas no se controlaron.)

Se evaluó el rendimiento en grano de avena, corregido a 12% de humedad, el contenido de nitrógeno en las plantas a la cosecha y los nutrientes del suelo antes de cada siembra.

## RESULTADOS

:

### 1. Rendimiento de grano

Los rendimientos de avena fueron significativamente distintos en las temporadas 1987-1988 y 1989-1990. En cambio en 1988-1989, no hubo efecto significativo de los sistemas de labranza en la producción de avena (Cuadro 1). La respuesta a nitrógeno fue significativa en todas las temporadas y se refieren a la diferencia entre el testigo y el cualquier nivel de este nutriente (Cuadro 2), lo que indica que 75 kg/ha de nitrógeno es suficiente para alcanzar un buen rendimiento, dosis superiores no se justifican (Figura 1).

No hubo efecto significativo de la interacción de la interacción sistemas de labranza y dosis de nitrógeno.

CUADRO 1. Rendimiento de avena Nehuén-INIA, en tres sistemas de labranza en la Precordillera de Ñuble. 1987-1990.

SISTEMA DE LABRANZA	TEMPORADA		
	1987-1988	1988-1989	1989-1991
	----- qq/ha -----		
Tradicional	24 a	32 ns	34 a
Mínima	21 ab	31 ns	23 b
Cero	17 bc	33 ns	21 b

\* Valores con letras distintas son diferentes estadísticamente (Duncan,  $P < 0.05$ ).

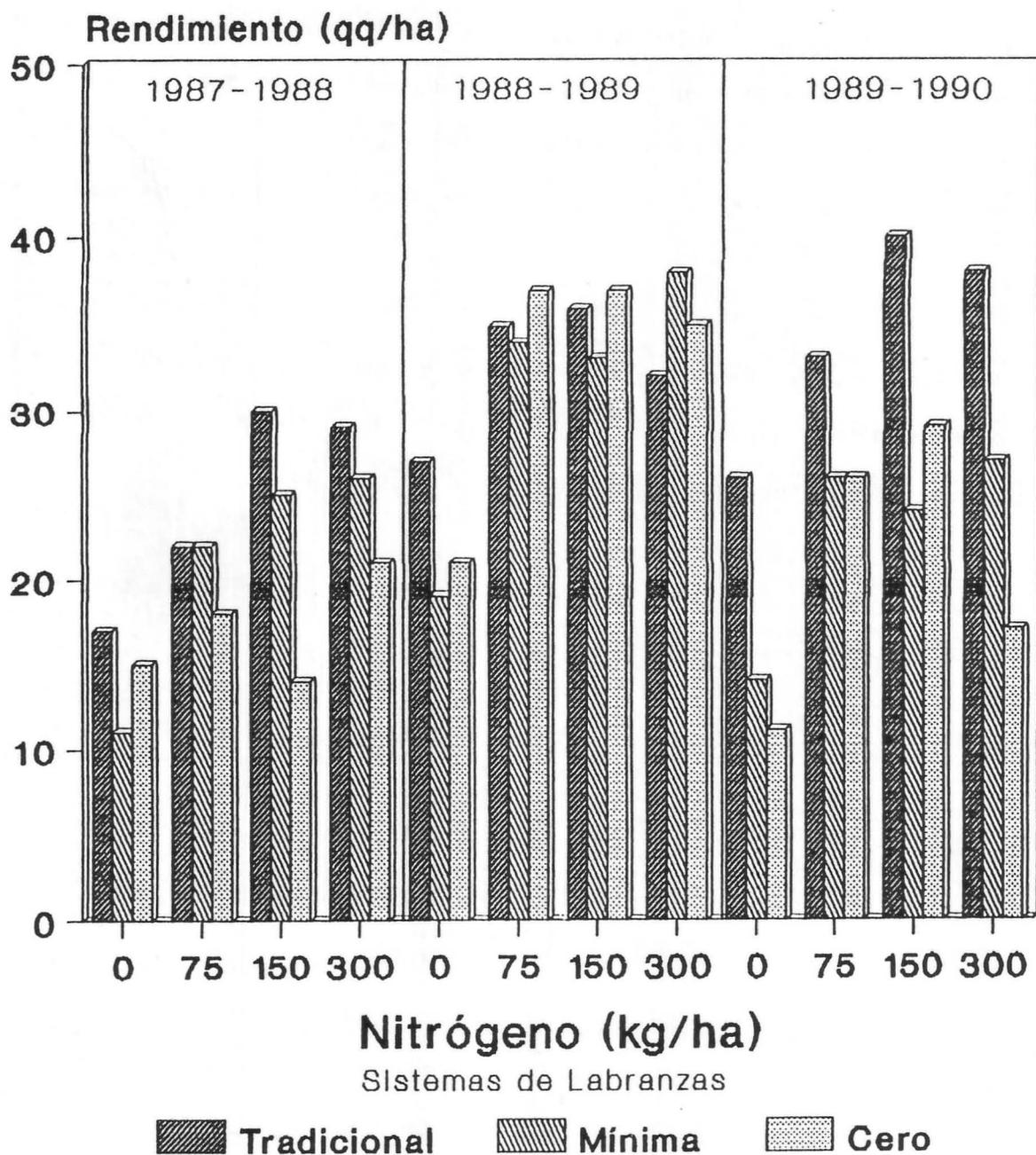
Los menores rendimientos de avena en la última temporada, tanto en labranzas mínimas y cero, son atribuibles al gran enmalezamiento con otras gramíneas que no es posible controlar con herbicidas. Entre estas se destaca el propio trigo sembrado en las temporadas precedentes. En cambio, en labranza tradicional este enmalezamiento no ocurre debido a que se quema el rastrojo de trigo, y con ello las semillas de éste y otras gramíneas.

Otro alcance importante, es que en todos los sistemas de labranza y con niveles de nitrógeno superiores a 150 kg/ha se produce tendadura en avena. Esto explica el bajo potencial de rendimiento observado en estas tres temporadas de estudio (Figura 1).

CUADRO 2. Valores ajustados del rendimiento de avena en dosis crecientes de nitrógeno en tres sistemas de labranza. Precordillera de Ñuble, 1987-1990.

TEMPORADA	Sistemas de Labranza	R <sup>2</sup>
----- Tradicional -----		
1987-1988	$y = 16.29 + 0.12N - 0.00027N^2$	0.61
1988-1989	$y = 27.41 + 0.11N - 0.00025N^2$	0.73
1989-1990	$y = 24.63 + 0.14N - 0.00032N^2$	0.41
----- Mínima -----		
1987-1988	$y = 11.23 + 0.14N - 0.00032N^2$	0.69
1988-1989	$y = 18.87 + 0.15N - 0.00029N^2$	0.81
1989-1990	$y = 15.74 + 0.11N - 0.00026N^2$	0.53
----- Cero -----		
1987-1988	$y = 16.38 + 0.23N - 0.00013N^2$	0.71
1988-1989	$y = 21.65 + 0.18N - 0.00032N^2$	0.68
1989-1990	$y = 13.74 + 0.20N - 0.00064N^2$	0.81

Figura 1. Sistemas de Labranza \* Nitrógeno  
Precordillera de Ñuble, 1987-1990



Avena 'Nehuén-INIA', 1987-1990

## 2. Evolución del nitrógeno y otros nutrientes

El nitrógeno disponible en el suelo varió significativamente en el transcurso de la experiencia. Es en el sistema cero labranza donde esta variación es más notable, cualquier sea la dosis de nitrógeno y la profundidad muestreada (Figuras 2, 3, 4 y 5).

Los cambios de potasio en el suelo son un tanto erráticos y no significativos, aunque en general tienden a ser inferiores con el tiempo (Figuras 10, 11, 12 y 13). Sin embargo, las menores caídas de este nutriente ocurren en labranza mínima, lo que es explicable ya que los residuos del cultivo anterior, trigo en este caso, no se queman y se reciclan en el suelo.

La materia orgánica subió en casi todos los tratamientos de labranza y dosis de nitrógeno, siendo más notorio en los primeros centímetros del suelo (Figuras 14, 15, 16 y 17). Se exceptúa la labranza mínima con 75 kg/ha de nitrógeno, en la profundidad 5-10 cm.

En cuanto a la acidez del suelo, expresada como pH al agua, no sufrió transformaciones en el período analizado (Figuras 18, 19, 20 y 21).

# Avena \*N\* Sistemas de Labranza Precordillera de Ñuble, VIII Región

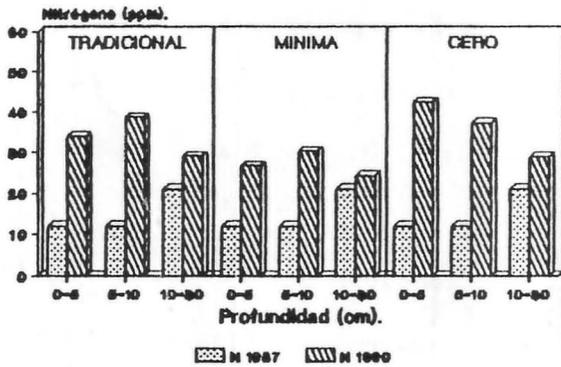


Figura 2. Dosis N 0

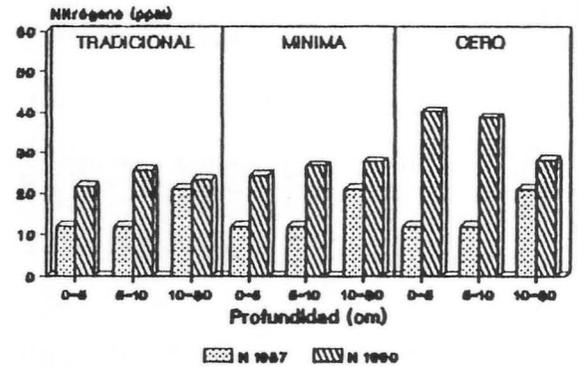


Figura 3. Dosis N 75

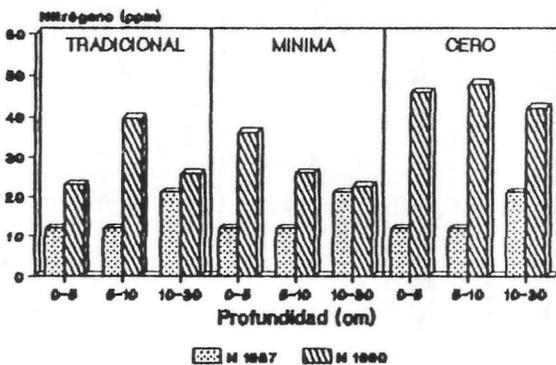


Figura 4. Dosis N 150

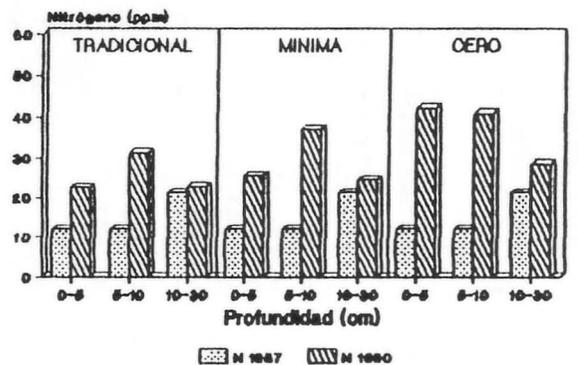


Figura 5. Dosis N 300

Pinto 1987/1990

# Avena\*N\*Sistemas de Labranza

## Precordillera de Ñuble, VIII Región

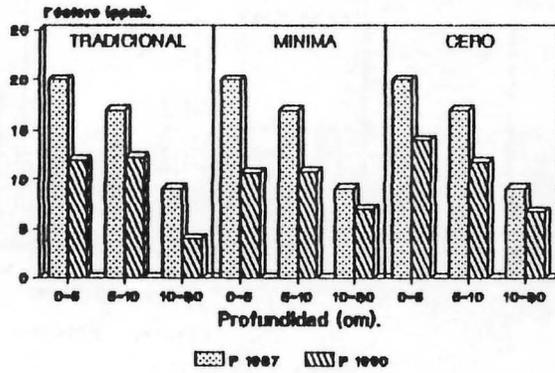


Figura 6. Dosis N 0

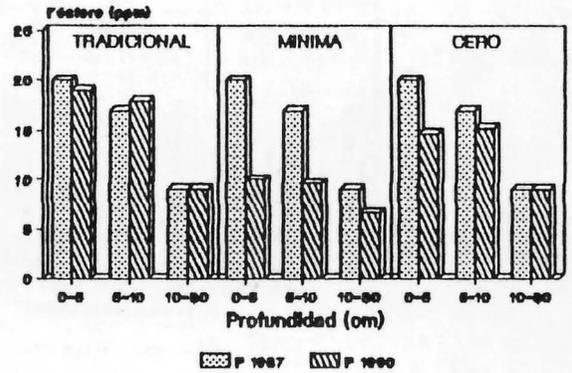


Figura 7. Dosis N 75

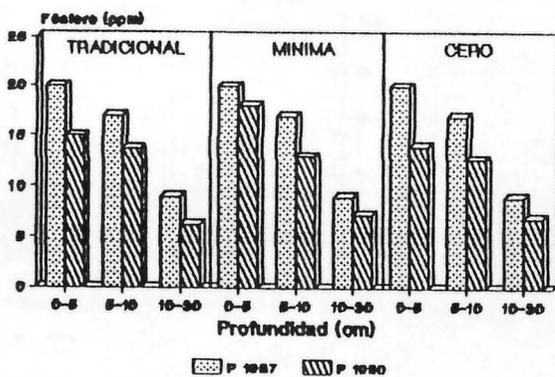


Figura 8. Dosis N 150

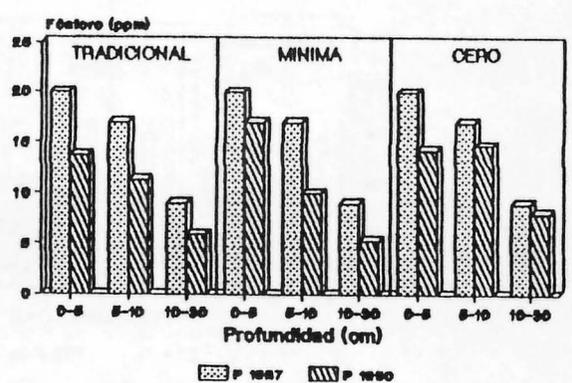


Figura 9. Dosis N 300

Pinto 1987/1990

# Avena \*N\* Sistemas de Labranza Precordillera de Ñuble, VIII Región

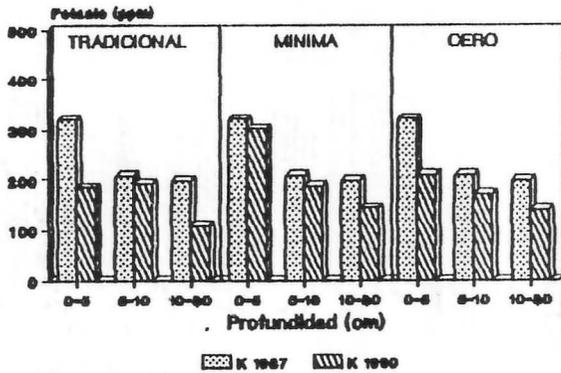


Figura 10. Dosis N 0

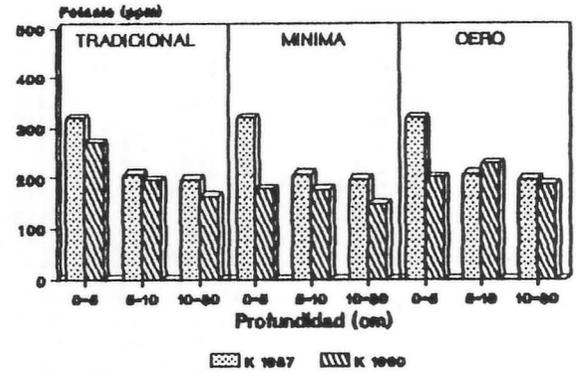


Figura 11. Dosis N 75

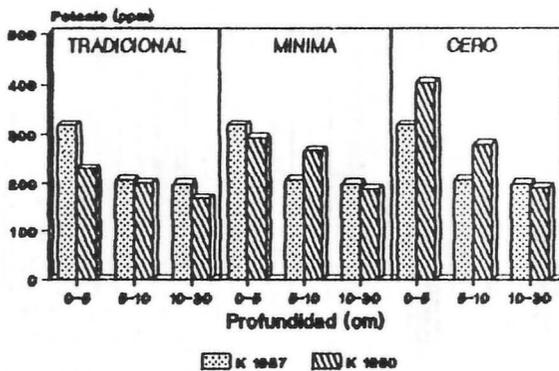


Figura 12. Dosis N 150

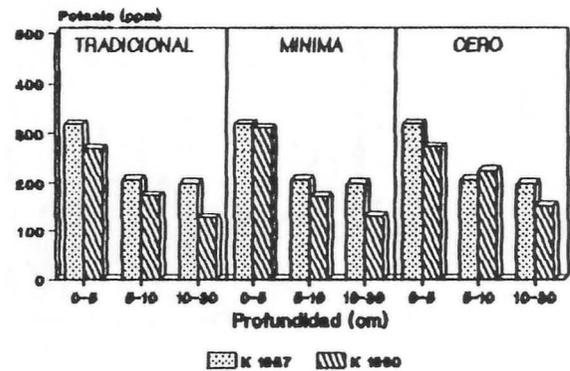


Figura 13. Dosis N 300

Pinto 1987/1990

# Avena\*N\*Sistemas de Labranza Precordillera de Ñuble, VIII Región

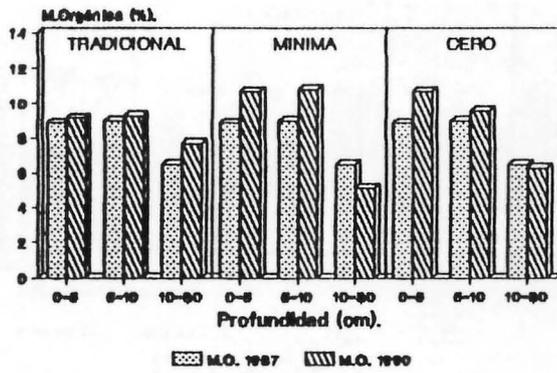


Figura 14. Dosis N 0

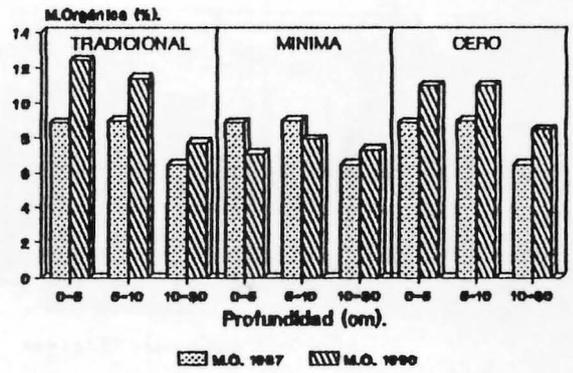


Figura 15. Dosis N 75

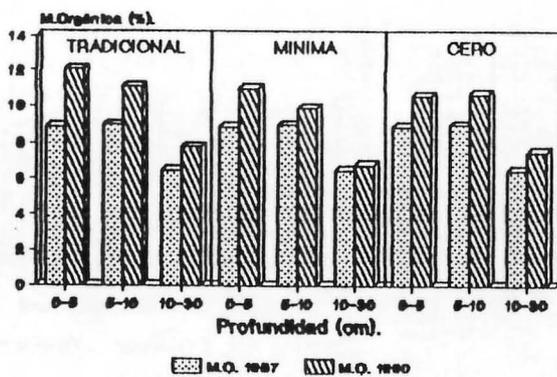


Figura 16. Dosis N 150

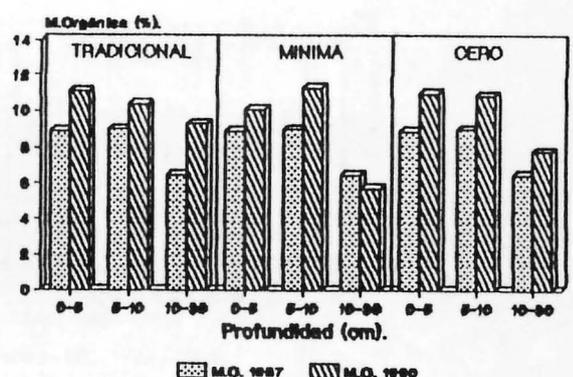


Figura 17. Dosis N 300

Pinto 1987/1990

# Avena\* N\* Sistemas de Labranza Precordillera de Ñuble, VIII Región

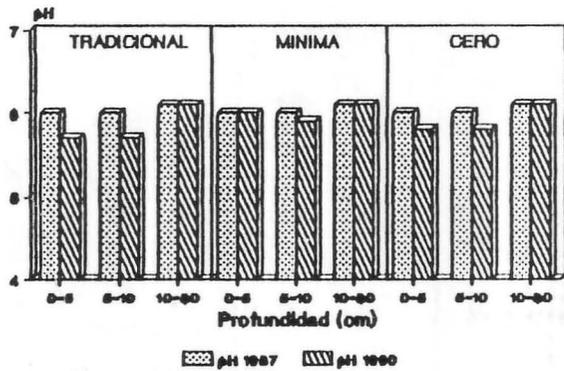


Figura 18. Doña N 0

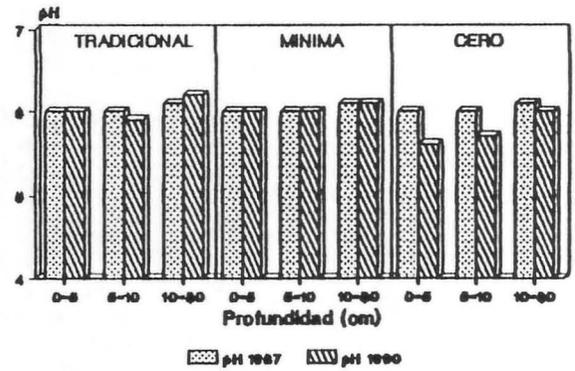


Figura 19. Doña N 75

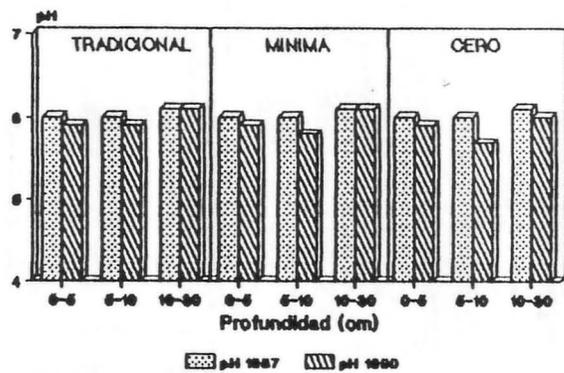


Figura 20. Doña N 150

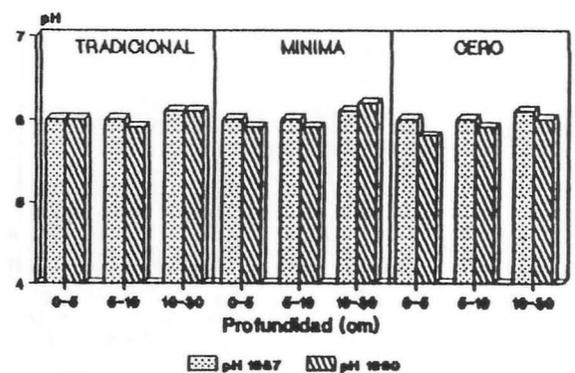


Figura 21. Doña N 300

Pinto 1987/1990

### 3. Balance de nitrógeno y eficiencia del fertilizante

Solamente se dispone de la información correspondiente a la temporada 1988-1989 (Cuadro 3). En la primera temporada no se efectuaron estas determinaciones, y en la última el material a analizar se perdió en un lamentable accidente ocurrido con un horno de secado.

CUADRO 3. Avena. Balance de nitrógeno y eficiencia del fertilizante en tres sistemas de labranza y cuatro dosis de nitrógeno. Precordillera de Ñuble, 1988-1989.

Sistemas de Labranza	BALANCE DE NITROGENO		Eficiencia (%)
	Aplicado	Extraído	
	kg/ha		
Tradicional	0	62.2 c	-----
	75	125.6 b	80.5
	150	141.5 b	50.9
	300	171.2 a	35.3
Mínima	0	56.0 c	-----
	75	101.8 b	61.4
	150	118.7 b	41.8
	300	193.3 a	45.8
Cero	0	70.6 c	-----
	75	105.7 b	46.8
	150	167.6 b	64.7
	300	197.0 a	42.1

\* Valores con letras distintas son significativamente diferentes (Duncan,  $P < 0.05$ ).

La extracción de nitrógeno por la avena, es alta, superior a la de trigo para estos mismos experimentos. Ello se añade a la eficiencia de utilización del fertilizante nitrogenado, que es también superior en avena.

## CONCLUSIONES

Los sistemas de labranza y los niveles de nitrógeno, afectan significativamente el rendimiento en grano de avena. Sin embargo, no hay interacción entre ellos.

Los rendimientos siempre son superiores en labranza tradicional. Pueden o no serlo en los sistemas mínima y cero labranza.

El rendimiento máximo en avena se consigue en la dosis 75 kg/ha de nitrógeno, en todas las temporadas.

El nitrógeno disponible se incrementó en los tres sistemas de labranza, destacándose un mayor incremento en cero labranza sobre todo en las primeras estratas del suelo (0-10 cm). El fósforo y potasio disminuyó en los tres sistemas de labranza. La acidez del suelo no se afectó en el período estudiado.

TITULO DEL EXPERIMENTO : Influencia de la fertilización fosfatada en el crecimiento y producción de trigo bajo tres sistemas de labranza.

UNIDAD EJECUTORA : Estación Experimental Quilamapu

PROYECTO : FIA Cero Labranza

INVESTIGADORES PARTICIPANTES : Pedro del Canto S. Ing. Agr.  
Alejandro del Pozo L. Lic.Biol.  
Jorge Riquelme S, Ing.Agr.M.Sc.

AYUDANTE DE INVESTIGACION : Claudio Aliaga D, Ing. Ejec.Agr.  
Manuel Rodríguez I., Téc. Agr.  
Maria Riquelme S., Téc. Progr.  
Jorge Mella G., Laborante

DURACION APROXIMADA : Inicio : Mayo, 1987  
Término : Noviembre, 1990

TIPO DE INVESTIGACION : Aplicada

UBICACION Y N° EXPERIMENTOS : El Rosal, comuna de Pinto, provincia de Ñuble (36°44'S; 71°51' E; 450 m.s.n.m.).

## OBJETIVOS

- : - Evaluar el rendimiento de trigo en tres sistemas de labranza y diferentes dosis de fósforo.
- Evaluar la eficiencia del fósforo aplicado como fertilizante.
- Estudiar la evaluación de este nutriente en el suelo, en tres sistemas.

## METODOLOGIA EXPERIMENTAL

- : El experimento se llevó a cabo durante tres temporadas consecutivas (1987/88; 1988/89; 1989/90) en un suelo trumao correspondiente a la Asociación Santa Bárbara (Inceptisol, Typical dystrandept, Mella y Khune, 1985) con pendiente de 5-6% y más de 160 cm de profundidad. El clima del área es mediterráneo temperado (Novoa et al, 1989).

Se usó un diseño experimental de bloques completos al azar, en un arreglo de parcelas divididas (Snedecor y Cochran, 1967). Los tratamientos correspondieron a los sistemas de labranza previos a la siembra: tradicional (quema de residuos, rastraje con discos, vibrocultivador, labranza mínima vertical (picado de residuos, arado cincel vibrocultivador) y cero labranza (aplicación de herbicida sobre el residuo). Subtratamientos fueron las dosis de fósforo: 0, 33, 66 y 132 kg/ha (0-75-150 y 300 kg/ha de P2O5) y tres las repeticiones.

El tamaño de las parcelas principales fue de 5m \* 40m y de 5m \* 10m las subparcelas.

Como fuente de fósforo se usó superfosfato triple (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) el que se aplicó localizado junto a la semilla.

Se aplicó una fertilización nitrogenada base de 150 kg <sup>de N</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. Como fuente de <sup>N</sup> fósforo se usó urea (45% N), la que se aplicó en tres parcialidades iguales a la siembra, inicio del macollaje e inicio del encañado.

Al inicio del experimento la siembra se efectuó sobre una pradera degradada de trébol subterráneo, y sobre avena en los años siguientes. En las tres temporadas se usó 160 kg/ha de semilla desinfectada con Triadimenol 15%. En el año 1987 se sembró la variedad Cisne-INIA el 21 de julio. En los años siguientes se usó la variedad Lanco-INIA, sembrada los días 2 y 5 de mayo, respectivamente.

En 1987 la siembra se efectuó con una máquina John Deere 1550 y en los años siguientes con una Semeato 220.

El control de malezas de presiembra en el tratamiento cero labranza, se efectuó con Paraquat (2 lt/ha P.C.) y surfactante (0.4% v/v) en 1987. En los años siguientes se usó una mezcla de Glifosato (1.5 lt/ha P.C.) y Picloram (0.125 lt/h a P.C.). Posteriormente en todos los tratamientos y en todos los años, se controló malezas de hoja ancha en postemergencia con MCPA (1 lt/ha P.C.) y Dicamba (0.2 lt/ha P.C.); las malezas

gramíneas se controlaron con Tralkoxydim (2 lt/h a P.C.) en todo el ensayo.

En este experimento se evaluó e rendimiento de trigo, con 12% de humedad, la extracción de fósforo y la eficiencia con que se usa el fertilizante y la variación en la disponibilidad de este nutriente en el suelo.

Se presentan resultados correspondiente a la primera temporada 1988-1989 para rendimiento de grano y extracción de fósforo, ya que la cosecha de 1989-1990 se perdió al incendiarse un horno de secado en la Estación Experimental.

RESULTADOS :

### 1. Rendimiento de grano

Aunque el promedio de sistemas de labranza favorece al tratamiento cero, no hubo diferencias estadísticas significativas (Cuadro 1).

CUADRO 1. Rendimiento de trigo en tres sistemas de labranza y cuatro dosis de fósforo. Precordillera de Ñuble, 1988-1989.

SISTEMA DE LABRANZA	FOSFORO (P2O5/ha)				X
	0	75	150	300	
	----- qq/ha -----				
Tradicional	3.5	25.5	27.8	23.6	20.1
Mínima	5.8	19.3	19.1	30.6	18.7
Cero	8.0	27.4	27.3	31.7	23.6

En el Cuadro 1, se observa la respuesta a fósforo en los tres sistemas de labranza, sin embargo, el rendimiento es bastante bajo en todos ellos. Esto es consecuencia de una siembra efectuada luego de muchos años de pradera natural degradada, con bajos niveles de disponibilidad de fósforo, como se mostrará más adelante.

## 2. Variaciones en el contenido de fósforo y otros nutrientes del suelo

Es notable el efecto que tiene la cero labranza en el aumento de fósforo del suelo en el corto plazo de estos experimentos. Si bien es cierto, que al aumentar la dosis de este nutriente se comienza a observar la residualidad de éste en los tres sistemas de labranza, éste es más notorio en cero labranza debido a la no inversión de suelo, lo que por lo demás explica que esta acumulación se observe sólo en los primeros 10 cm del suelo (Figuras 1, 2, 3 y 4). En cambio, en labranza tradicional y mínima la acumulación de este nutriente es menor debido a la dilución que se produce al mezclar el suelo con los equipos de preparación de la cama de semillas.

# Trigo\*P\*Sistemas de Labranza Precordillera de Ñuble, VIII Región

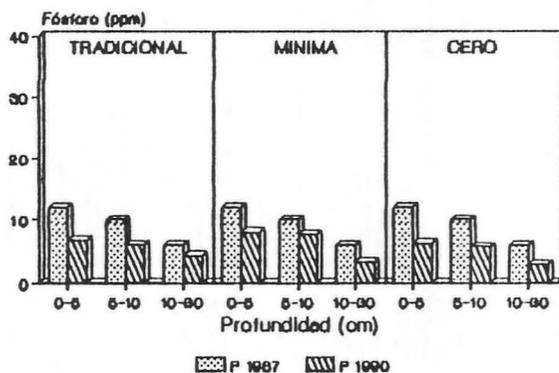


Figura 1. Dosis P 0

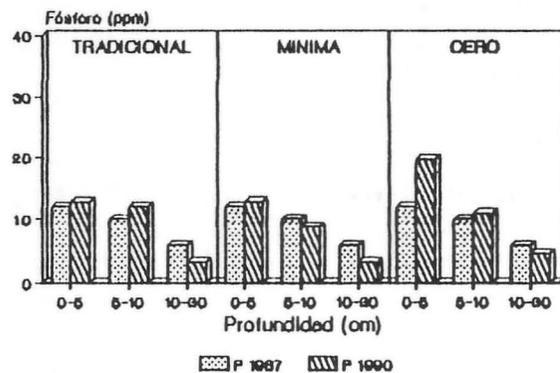


Figura 2. Dosis P 75

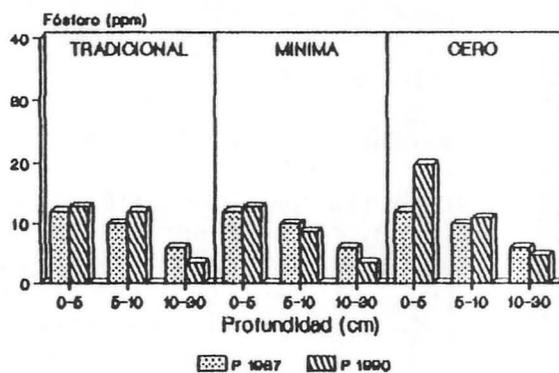


Figura 3. Dosis P 150

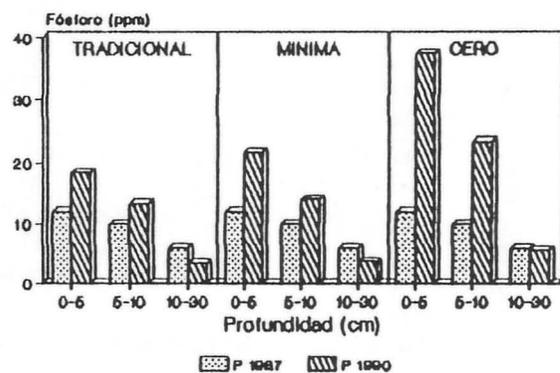


Figura 4. Dosis P 300

Plnto, 1987/1990

El nitrógeno decrece fuertemente por efecto del cultivo de cereales, aún cuando en estos experimentos se coloca una base de 150 kg/ha. Este descenso es independiente de los sistemas de labranza y de las dosis de fósforo aplicadas, en gran medida, porque el contenido inicial era bastante alto como consecuencia de la presencia de trébol subterráneo en la pradera donde se sembró el trigo (Figuras 5, 6, 7 y 8).

Con el potasio ocurre algo similar al nitrógeno, decreciendo notoriamente como consecuencia del cultivo de cereales. Sin embargo, cuando se aplican 300 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tienden a mejorar el contenido en los primeros 10 cm del suelo, en el caso de la labranza tradicional, y en los primeros 5 cm en el caso de la cero labranza, seguramente ello es producto del reciclaje de una mayor cantidad de paja quemada, en un caso, y de los rastrojos que se descomponen lentamente en cero labranza (Figuras 9, 10, 11 y 12).

Contrariamente a lo que ocurre con nitrógeno, la materia orgánica crece como consecuencia del laboreo de suelos. Ello se debe probablemente a la incorporación de los residuos de la pradera degradada de trébol subterráneo (Figuras 13, 14, 15 y 16).

El pH también tiende a subir un poco en los primeros centímetros del suelo, incluso en cero labranza, a pesar de la alta cantidad de urea que se aplica como fuente de nitrógeno (Figuras 17, 18, 19 y 20).

# Trigo\*P\* Sistemas de Labranza Precordillera de Ñuble, VIII Región

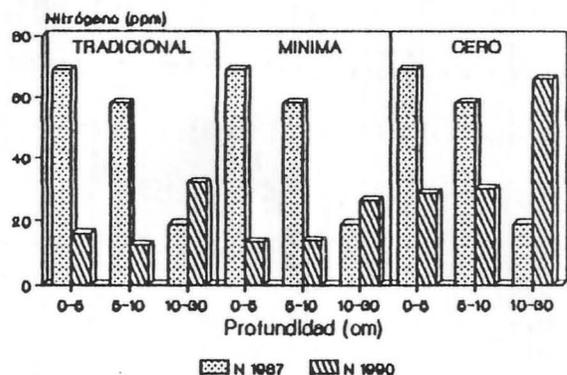


Figura 5. Dosis P 0

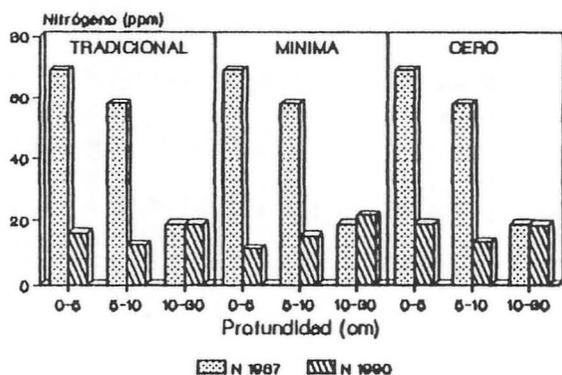


Figura 6. Dosis P 75

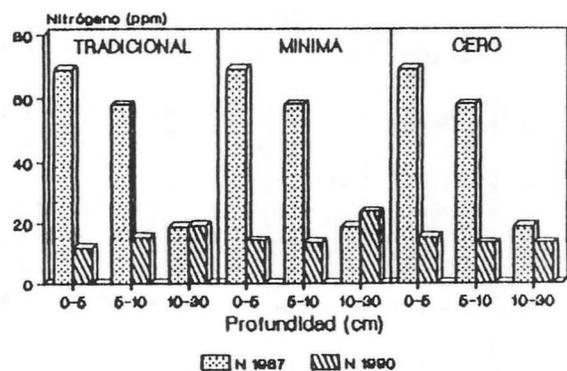


Figura 7. Dosis P 150

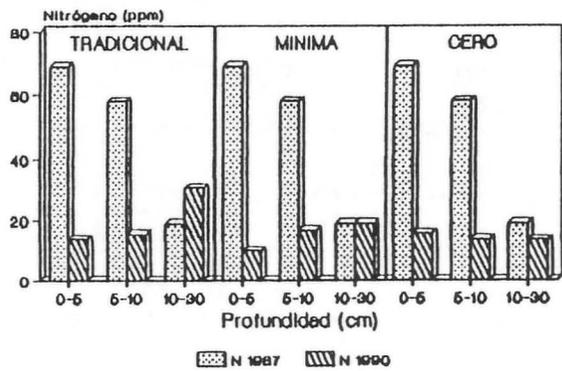


Figura 8. Dosis P 300

Plnto, 1987/1990

# Trigo\*P\*Sistemas de Labranza Precordillera de Ñuble, VIII Región

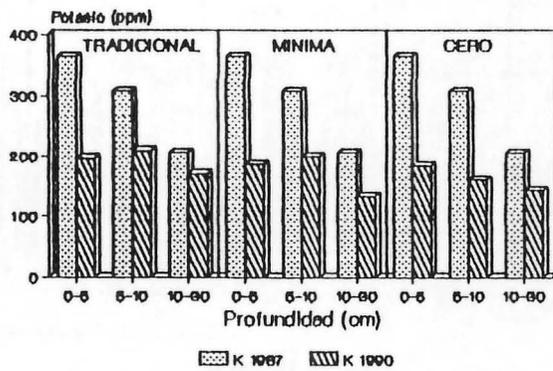


Figura 9. Dosis P 0

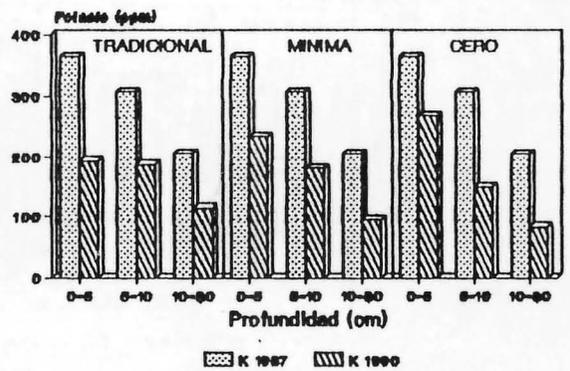


Figura 10. Dosis P 75

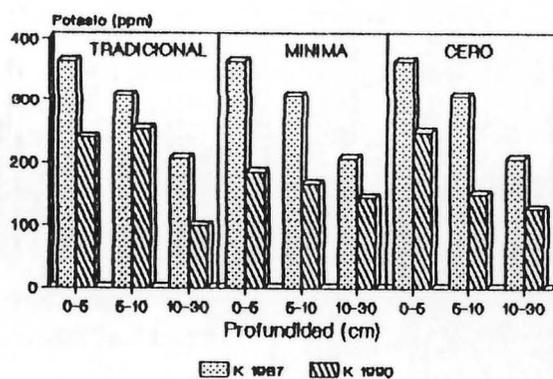


Figura 11. Dosis P 150

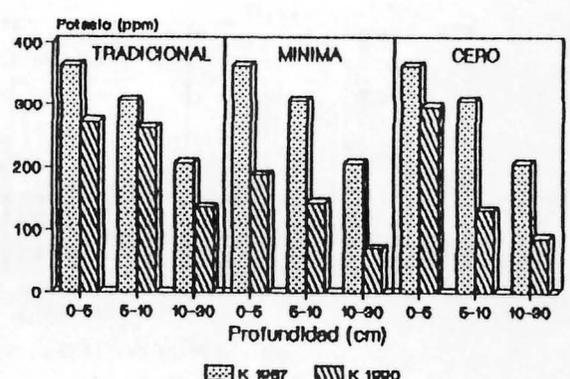


Figura 12. Dosis P 300

Plinto, 1987/1990

# Trigo\*P\*Sistemas de Labranza Precordillera de Ñuble, VIII Región

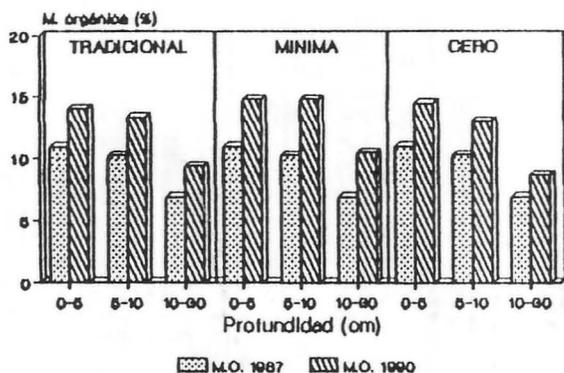


Figura 13. Doña P 0

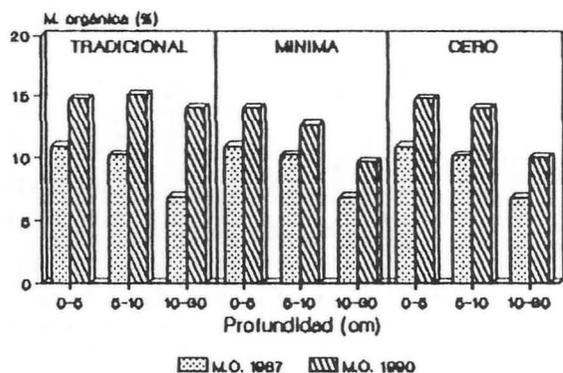


Figura 14. Doña P 75

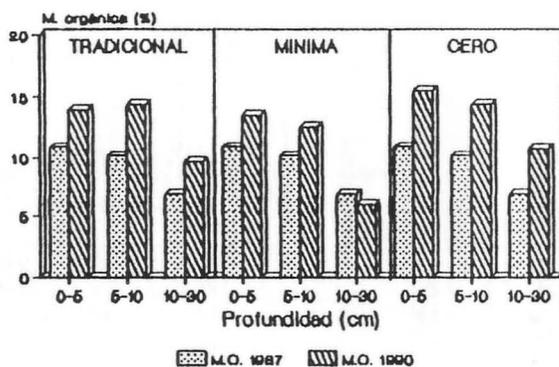


Figura 15. Doña P 150

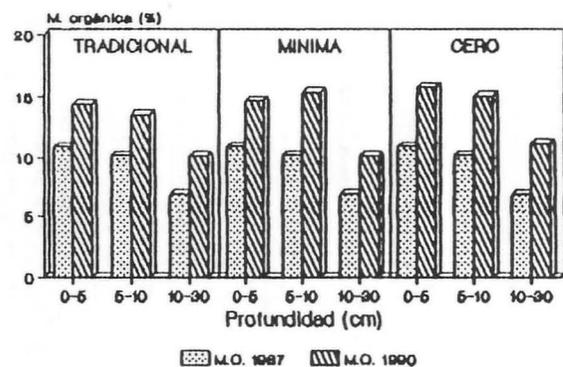


Figura 16. Doña P 300

Plnto, 1987/1990

# Trigo\*P\* Sistemas de Labranza Precordillera de Ñuble, VIII Región

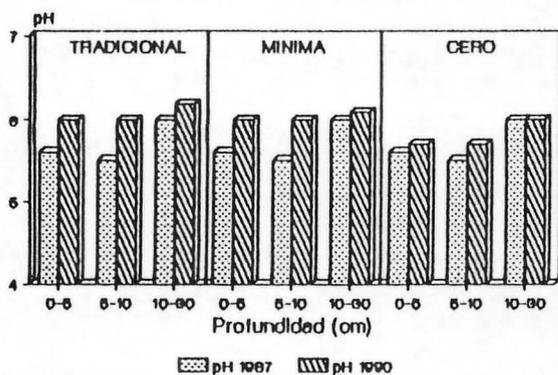


Figura 17. Doels P 0

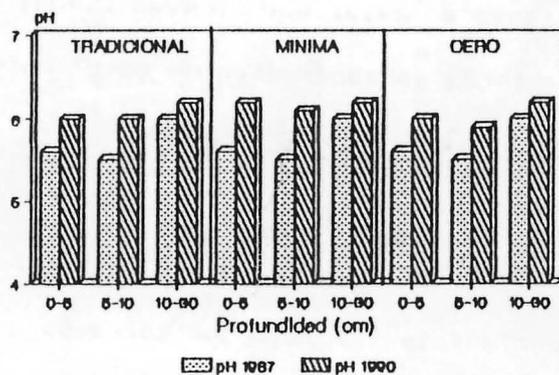


Figura 18. Doels P 75

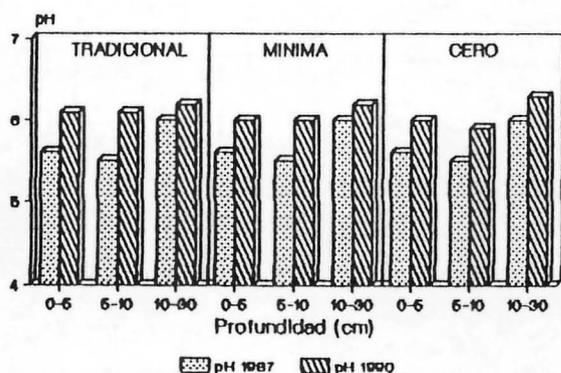


Figura 19. Doels P 150

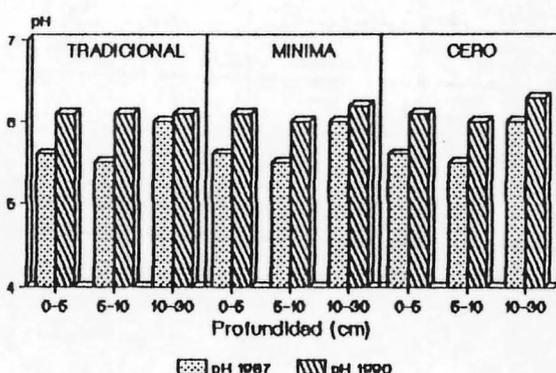


Figura 20. Doels P 300

Pinto, 1987/1990

### 3. Extracción de fósforo y eficiencia del fertilizante

La extracción de fósforo en cero labranza es mayor que en tradicional y mínima (Cuadro 2), debido posiblemente al aumento de concentración de este nutriente en la superficie del suelo, como se demostró en el punto anterior.

A la vez, la eficiencia del superfosfato triple, que corresponde a la fuente de fósforo en este caso, también fue superior en cero labranza (Cuadro 2). También la explicación está por el hecho de la alta concentración con consecuencia de la no inversión del suelo.

CUADRO 2. Efecto del sistema de labranza, dosis de fósforo, y eficiencia del fertilizante en trigo. Precordillera de Ñuble, 1988-1989.

Sistemas de Labranza	BALANCE DE NITROGENO		Eficiencia (%)
	Aplicado	Extraído	
	kg/ha		
Tradicional	0	9.2 b	-
	33	12.5 ab	9.2
	66	15.4 a	9.0
	132	14.6 a	3.9
Mínima	0	7.1 b	-
	33	11.5 ab	13.6
	66	16.0 a	13.6
	132	16.2 a	6.0
Cero	0	12.2 b	-
	33	18.5 a	19.1
	66	20.9 a	13.2
	132	14.2 ab	1.5

\* Valores con letras distintas son significativamente diferentes (Duncan,  $P < 0.05$ ).

## CONCLUSIONES

: No hubo efecto significativo de los sistemas de labranza en el rendimiento de trigo. Sólo hubo efecto de la fertilización fosfatada entre el testigo y cualquier dosis de fósforo.

En cambio, la cero labranza contribuye grandemente a mejorar la disponibilidad de fósforo en el suelo, especialmente en los primeros 10 cm. Esto es sin duda lo más valioso en este trabajo, por la contribución que hace a la economía de este nutriente en suelos trumaos.

Las mayores extracciones de fósforo ocurrieron en cero labranza, así como fue también superior la eficiencia del superfosfato triple.

TITULO DEL EXPERIMENTO : Influencia de la fertilización fosfatada en el crecimiento y producción de avena bajo tres sistemas de labranza.

UNIDAD EJECUTORA : Estación Experimental Quilamapu

PROYECTO : FIA Cero Labranza

INVESTIGADORES PARTICIPANTES : Pedro del Canto S. Ing. Agr.  
Alejandro del Pozo L. Lic.Biol.  
Jorge Riquelme S, Ing.Agr.M.Sc.

AYUDANTE DE INVESTIGACION : Claudio Aliaga D, Ing. Ejec.Agr.  
Manuel Rodríguez I., Téc. Agr.  
Maria Riquelme S., Téc. Progr.  
Jorge Mella G., Laborante

DURACION APROXIMADA : Inicio : Mayo, 1987  
Término : Noviembre, 1990

TIPO DE INVESTIGACION : Aplicada

UBICACION Y N° EXPERIMENTOS : El Rosal, comuna de Pinto, provincia de Ñuble (36°44'S; 71°51' E; 450 m.s.n.m.).

## OBJETIVOS

- : -Evaluar el rendimiento de avena en tres sistemas de labranza y diferentes dosis de fósforo.
- Evaluar la eficiencia del fósforo aplicado como fertilizante.
- Estudiar la evolución de este nutriente en el suelo en tres sistemas de labranza.

## METODOLOGIA EXPERIMENTAL

: El experimento se llevó a cabo durante tres temporadas consecutivas (1987/88; 1988/89; 1989/90) en un suelo trumao correspondiente a la Asociación Santa Bárbara (Inceptisol, Typical dystrandept, Mella y Khune, 1985) con pendiente de 5-6% y más de 160 cm de profundidad. El clima del área es mediterráneo temperado (Novoa et al, 1989).

Se usó un diseño experimental de bloques completos al azar, en un arreglo de parcelas divididas (Snedecor y Cochran, 1967). Los tratamientos correspondieron a los sistemas de labranza previos a la siembra: tradicional (quema de residuos, rastraje con discos, vibrocultivador, labranza mínima vertical (picado de residuos, arado cincel vibrocultivador) y cero labranza (aplicación de herbicida sobre el residuo). Subtratamientos fueron las dosis de fósforo: 0, 33, 66 y 132 kg/ha (0-75-150 y 300 kg/ha de P205) y tres las repeticiones.

El tamaño de las parcelas principales

fue de 5m \* 40m y de 5m \* 10m las subparcelas.

Como fuente de fósforo se usó superfosfato triple (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) el que se aplicó localizado junto a la semilla.

Se aplicó una fertilización nitrogenada base de 150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. Como fuente de fósforo se usó urea (45% N), la que se aplicó en tres parcialidades iguales a la siembra, inicio del macollaje e inicio del encañado.

Al inicio del experimento la siembra se efectuó sobre una pradera degradada de trébol subterráneo, y sobre trigo en los años siguientes. En las tres temporadas se usó 100 kg/ha de semilla desinfectada con Triadimenol 15%. En las tres temporadas se sembró la variedad Nehuén-INIA. En el año 1987, el ensayo se estableció el 21 de julio, y en los años siguientes el 2 y 5 de mayor, respectivamente.

En 1987 la siembra se efectuó con una máquina John Deere 1550 y en los años siguientes con una Semeato 220.

El control de malezas de presiembra en el tratamiento cero labranza, se efectuó con Paraquat (2 lt/ha P.C.) y surfactante (0.4% v/v) en 1987. En los años siguientes se usó una mezcla de Glifosato (1.5 lt/ha P.C.) y Picloram (0.125 lt/h a P.C.). Posteriormente en todos los tratamientos y en todos los años, se controló malezas de hoja ancha en postemergencia con MCPA (1 lt/ha P.C.) y Dicamba (0.2 lt/ha P.C.); las malezas

gramíneas no se controlaron.

En este experimento se evaluó el rendimiento de grano de avena, con 12% de humedad, la extracción de fósforo por el cultivo y la eficiencia del fertilizante. Además, se midió la evolución del fósforo y otros nutrientes en el suelo.

En la temporada 1989-1990, no hay resultados de rendimientos y plantas en general, debido a que se quemaron las muestras en un desafortunado accidente ocurrido en la Estación Experimental.

## RESULTADOS

:

### 1. Rendimiento de grano

No hubo diferencia estadística significativa para el rendimiento de avena en tres sistemas de labranza, pero si ésta respondió a fósforo destacándose en todo caso la producción en los testigos en el primer año del ensayo. En ninguna de las dos temporadas hubo interacción entre sistemas de labranza y niveles de fósforo (Cuadro 1).

CUADRO 1. Rendimiento de avena (qq/ha) en tres sistemas de labranza y cuatro dosis de fósforo. Precordillera de Ñuble, 1987-1990.

SISTEMA DE LABRANZA	FOSFORO (P205/ha)				X
	0	33	66	132	
----- 1987-1988 -----					
Tradicional	31.7	44.8	36.0	45.5	39.5
Mínima	28.0	29.3	25.6	48.3	32.8
Cero	34.6	43.8	39.8	43.6	40.5
----- 1988-1989 -----					
Tradicional	12.2	12.8	18.0	17.4	15.1
Mínima	9.20	16.1	16.4	19.0	15.2
Cero	18.3	17.8	21.4	18.5	19.0

## 2. Variaciones en el contenido de fósforo y otros nutrientes del suelo

A bajos niveles de fósforo aplicado, hay una pérdida de este nutriente con respecto al valor inicial. Sin embargo, en la dosis 75 kg/ha P205 (33 kg de P) comienza a revertirse la situación en los primeros 5 cm cuando se siembra en cero labranza y en el segundo estrato (5-10 cm) cuando se siembra avena en labranza tradicional o mínima vertical. En la dosis mayores, el efecto residual del fósforo es notable cuando se usa la cero labranza, en cambio en los otros sistemas este aporte es muy inferior (Figuras 1, 2, 3 y 4).

# Avena\*P\*Sistemas de Labranza.

## Precordillera de Ñuble, VIII Región.

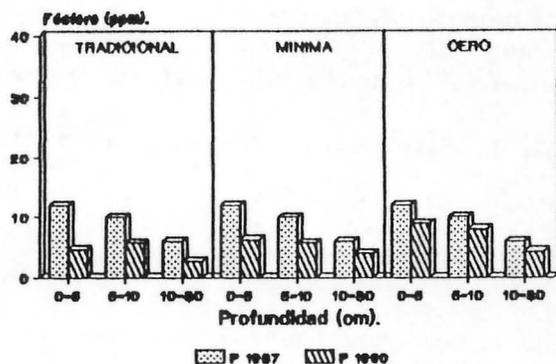


Figura 1. Doña P 0

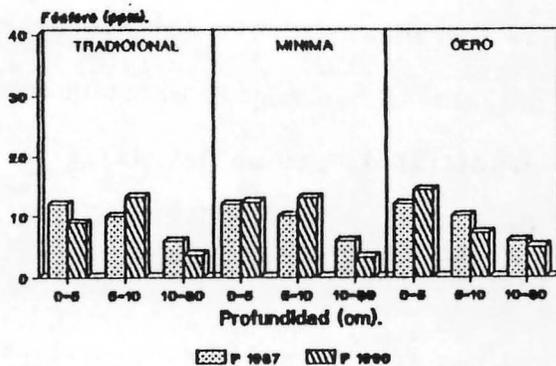


Figura 2. Doña P 75

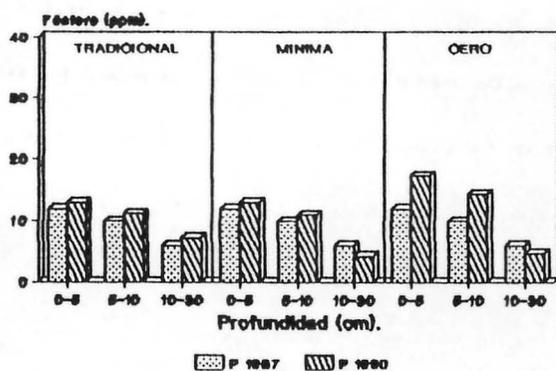


Figura 3. Doña P 160

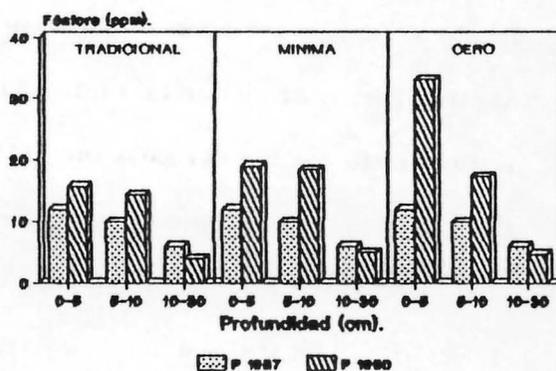


Figura 4. Doña P 300

Pinto, 1987/1990

Nitrógeno y potasio disponibles caen notoriamente al reemplazar la pradera por cultivo de cereales. En el caso de nitrógeno, éste no logra recuperar el nivel inicial cualquiera sea el sistema de labranza o dosis de fósforo usada (Figuras 5, 6, 7 y 8). En cambio, el potasio se ve menos afectado cuando aumenta la dosis de fósforo seguramente debido al aporte de las pajas en el ciclo de este nutriente (Figuras 9, 10, 11 y 12).

La materia orgánica y el pH también sufren transformaciones positivas, aunque no son muy importantes como en el caso del fósforo (Figuras 15 a la 20).

CONCLUSIONES : Los sistemas de labranza tradicional, mínima y cero, no afectan significativamente el rendimiento de avena.

Lo más importante de este estudio, tal vez sea la confirmación del rápido incremento del fósforo en el suelo cuando se siembra avena en cero labranza. Esto no ocurre así en labranza tradicional y mínima vertical, donde el suelo se mezcla en mayor o menor grado y aumenta la posibilidad de ser fijado en estos suelos trumaos.

# Avena\*P\*Sistemas de Labranza.

## Precordillera de Ñuble, VIII Región.

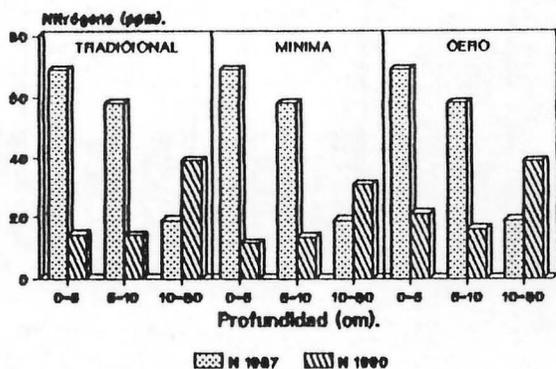


Figura 5. Dosls P 0

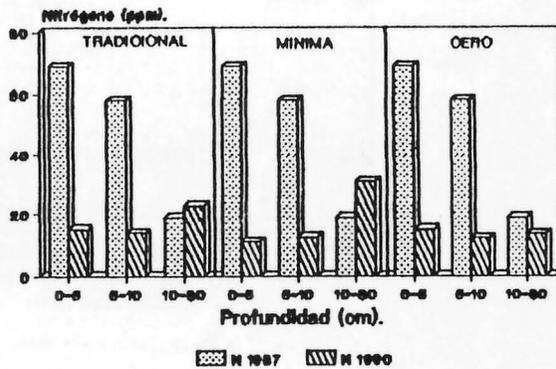


Figura 6. Dosls P 75

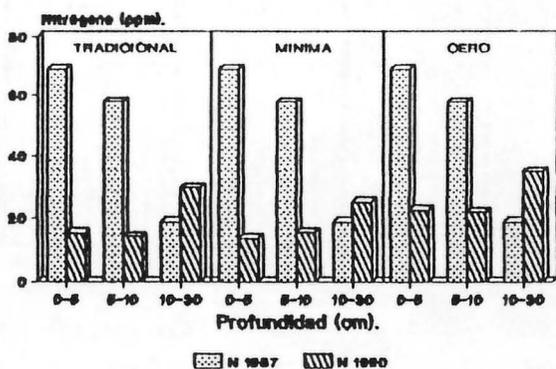


Figura 7. Dosls P 150

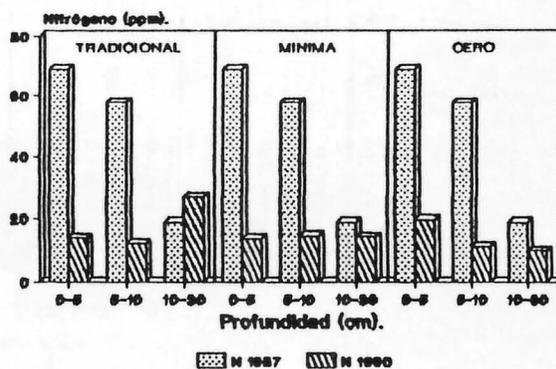


Figura 8. Dosls P 300

Pinto, 1987/1990

# Avena\*P\*Sistemas de Labranza. Precordillera de Ñuble, VIII Región.

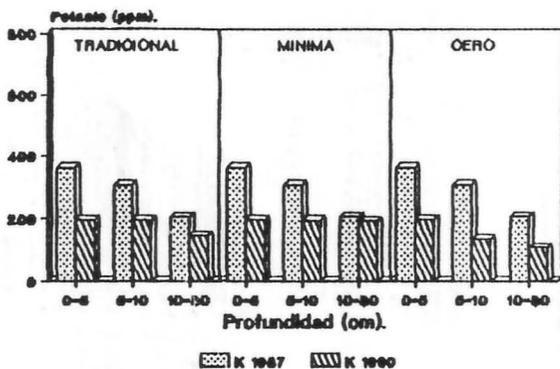


Figura 9. Dosis P 0

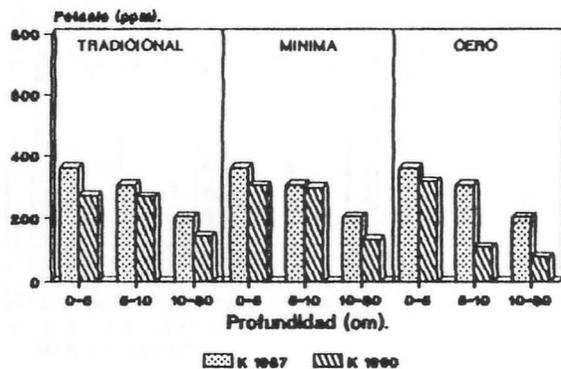


Figura 10. Dosis P 75

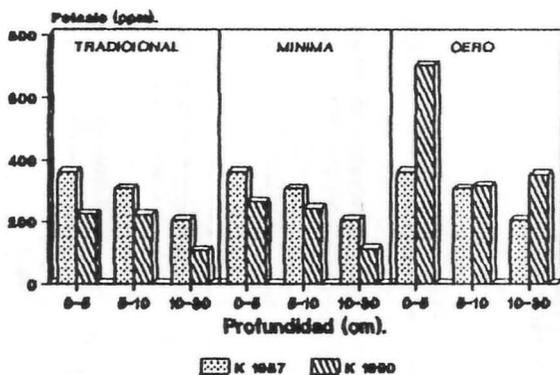


Figura 11. Dosis P 150

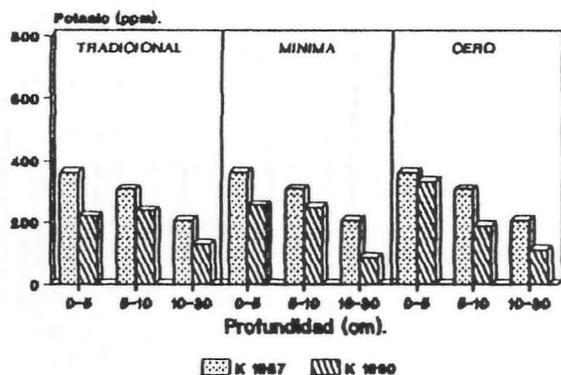


Figura 12. Dosis P 300

# Avena\*P\* Sistemas de Labranza.

## Precordillera de Ñuble, VIII Región.

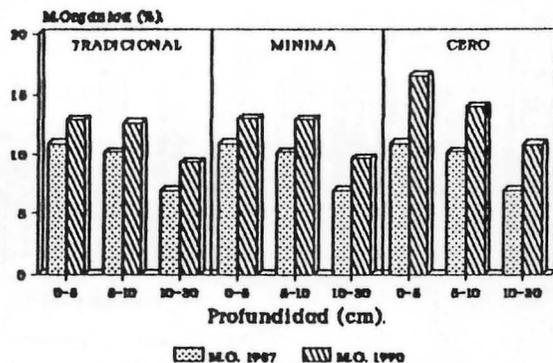


Figura 13. Dosis P 0

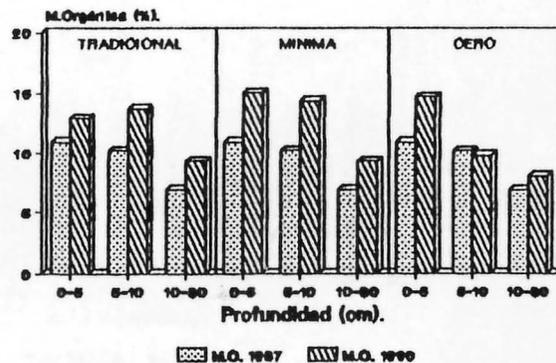


Figura 14. Dosis P 75

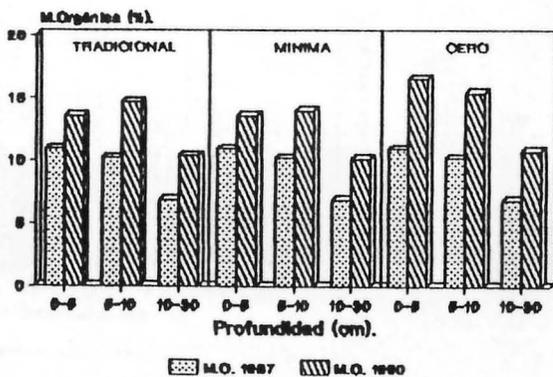


Figura 15. Dosis P 150

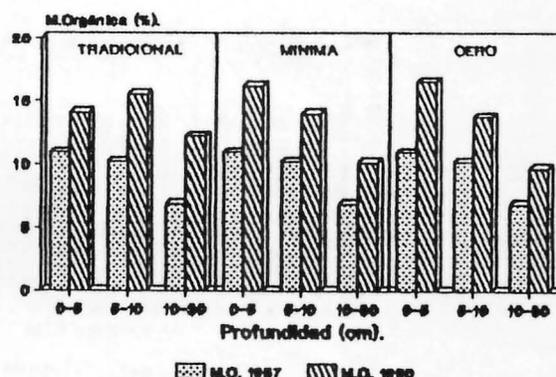


Figura 16. Dosis P 300

Pinto, 1987/1990

# Avena\*P\* Sistemas de Labranza. Precordillera de Ñuble, VIII Región.

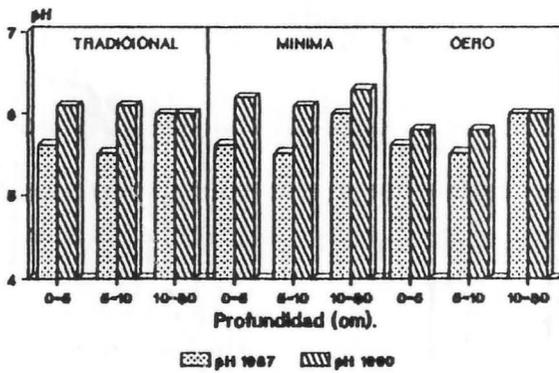


Figura 17. Dosis P 0

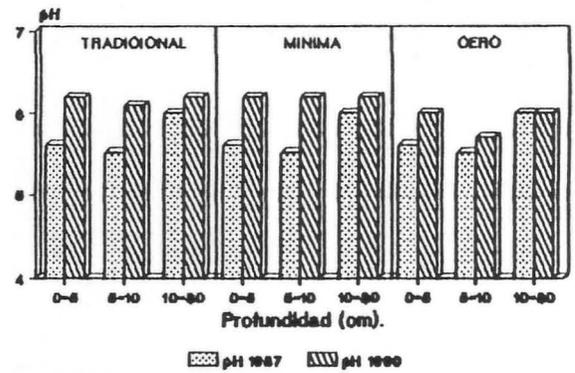


Figura 18. Dosis P 75

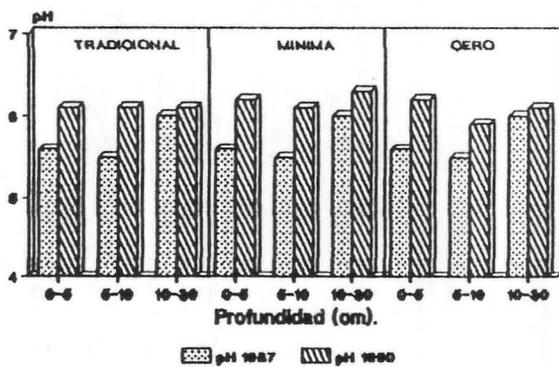


Figura 19. Dosis P 150

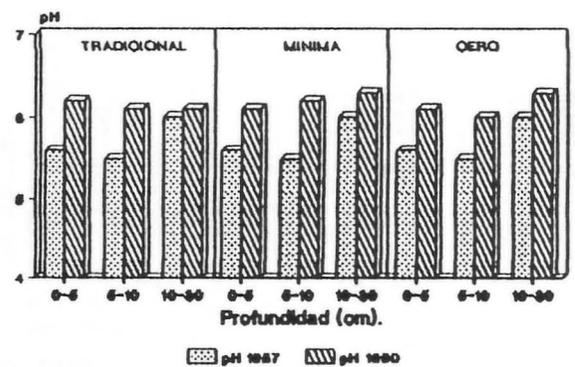


Figura 20. Dosis P 300

Pinto, 1987/1990

TITULO DEL EXPERIMENTO : Consumo de combustible y necesidad de tractores en tres sistemas de labranza.

UNIDAD EJECUTORA : Estación Experimental Quilamapu

PROYECTO : FIA Cero Labranza

INVESTIGADORES PARTICIPANTES : Jorge Riquelme S, Ing. Agr.M.Sc.  
Edmundo Hetz H., Ing. Agr.Ph.D.  
Pedro del Canto S. ing. Agr.

AYUDANTE DE INVESTIGACION : Claudio Aliaga D, Ing. Ejec.Agr.

DURACION APROXIMADA : Inicio : Noviembre, 1987  
Término : Noviembre, 1990

TIPO DE INVESTIGACION : Aplicada

UBICACION Y N° EXPERIMENTOS : Comuna El Carmen, Fundo La Esperanza.

OBJETIVOS :- Se pretende medir el consumo de combustible hasta el establecimiento para tres sistemas de labranza y la necesidad de uso tractor.

METODOLOGIA EXPERIMENTAL : En la Precordillera de Ñuble,

comuna de Pinto (36°44' S; y 71°51' E), se establecieron parcelas permanentes de 5 x 40 m, en un diseño de bloques completos al azar, en un arreglo de parcelas divididas, con tres repeticiones utilizando como tratamientos los siguientes sistemas de labranza:

- a) Labranza Convencional : Aradura con rastra de disco off-set, dos rastrajes, preparación de cama de semilla con vibrocultivador y siembra.
- b) Labranza Mínima : Aradura con cincel; preparación de cama de semilla con vibrocultivador y siembra.
- c) Labranza Cero : Aplicación de una mezcla de herbicidas y siembra.

Para determinar el consumo de combustible, se efectuaron mediciones adicionales en superficie de 3 has, adyacentes a las parcelas experimentales. De acuerdo a las normas convencionales para este tipo de evaluación, se inicia el trabajo con estanque lleno y luego de efectuadas las labores, se procede a la reposición de lo gastado, por lo tanto, el consumo de combustible se obtiene por diferencia entre ambos.

El tiempo empleado para cada labor, se calculó con la fórmula citada por Ortiz-Canavate (1975):

$$T = \frac{25 (1/V + t/L)}{9 * A}$$

Donde:

- T = Tiempo empleado en cada labor en horas por hectáreas
- A = Ancho de trabajo en metros
- V = Velocidad de avance en metros por segundo
- t = Tiempo de virajes en segundos
- L = Longitud del surco, en el presente ensayo tenía 40 m.

## RESULTADOS

: En el Cuadro 1, se observan los resultados de las mediciones de tiempo de trabajo, como puede apreciarse los métodos conservacionistas de suelo disminuyen notablemente el uso del tractor. De esta manera pueden interpretarse los resultados, como que de cada 100 tractores que trabajan con el sistema convencional podrían reducirse a 40 con cero labranza, contribuyendo a un notable ahorro de divisas para el país, ya que esta fuente de energía es totalmente importada.

CUADRO 1. Comparación del uso del tractor en tres sistemas de labranza. Precordillera de Ñuble (hr/ha).

LABORES	SISTEMAS DE LABRANZA		
	Convencional	Labranza	Labranza
Aradura	Rastra off-set 1	Cinzel 0,85	-
Labor secundaria	Rastra off-set	- 0,66	-
Cama de semilla	Vibrocultivador 0,40	Vibrocultivador 0,40	-
Herbicida	-	-	0,3
Siembra	Convencional 0,7	Convencional 0,7	Cero Labranza 1
Rodonado	0,5	-	-
Total hr T/ha (%)	3.26 100	1.95 60	1.3 40

En el Cuadro 2, se revela una notable ventaja de la reducción del laboreo del suelo en el consumo de combustible, así el ahorro de combustible para el sistema de mínima labranza es de un 47% y para la cero labranza de un 83% respecto de la labranza convencional.

CUADRO 2. Consumo de combustible (l/ha) para tres sistemas de labranza

LABORES	SISTEMAS DE LABRANZA		
	Convencional	Mínima	Cero
Aradura	25,2	9,6	-
Rastraje	4,1	4,1	-
Pesticida	-	-	2
Siembra	3,6	3,6	3,7
<b>Total</b>	<b>32,9</b>	<b>17,3</b>	<b>5,7</b>
Equivalencia (%)	100	53	17

Si consideramos que la superficie sembrada de trigo en la Precordillera de Ñuble corresponde a 41.116 ha (ODEPA, 1988 e INIA, 1977), entonces utilizando cero labranza, se podrían ahorrar 1.122.755 lt de petróleo equivalente a USA\$ 380.420.

**CONCLUSIONES** : El uso del tractor en Precordillera puede reducirse en un 60% utilizando cero labranza.

El empleo de la cero labranza reduce en un 83% el consumo de petróleo en esta importante área agroecológica, lo que implica un ahorro de divisas para el país.

RESUMEN

: Se midió y comparó el consumo de combustible para tres sistemas de labranza establecidos en la Precordillera de Ñuble, y la necesidad de horas tractor en una rotación de cultivo trigo-avena.

Los resultados indican que con cero labranza se puede reducir en un 60% el uso del tractor, también se encontró un notable ahorro de consumo de combustible para el sistema cero labranza, reduciéndose en un 83% con respecto al convencional. La utilización de la cero labranza en la Precordillera de Ñuble, permitiría el ahorro de USA\$ 380.420 por la sola reducción en el consumo de combustible.

TITULO DEL EXPERIMENTO : Requerimientos energéticos para la producción de avena en rotación con trigo, bajo tres sistemas de labranza y cuadro niveles de nitrógeno.

UNIDAD EJECUTORA : Estación Experimental Quilamapu  
Universidad de Concepción

INVESTIGADORES PARTICIPANTES : Jorge Riquelme S., Ing. Agr. M.Sc.  
Edmundo Hetz H., Ing. Agr. Ph.D.  
Pedro del Canto S., Ing. Agr.  
Alejandro del Pozo L. Lic. Biol.

AYUDANTE DE INVESTIGACION : Claudio Aliaga D. Ing. Ejec. Agr.

DURACION APROXIMADA : Inicio : Noviembre 1987  
Término : Noviembre 1990

TIPO DE INVESTIGACION : Aplicada

UBICACION Y N° EXPERIMENTOS : El Rosal, comuna de Pinto,  
provincia de Ñuble (36° 44'  
S; 71° 51' E; 450 m.s.n.m.)

AREA DE APLICACION

: Precordillera de Ñuble

OBJETIVOS

: Los objetivos de esta investigación fueron establecer

los requerimientos energéticos para la producción de avena en rotación con trigo, bajo tres sistemas de labranza, usando diferentes niveles de fertilización nitrogenada; establecer la eficiencia energética de los sistemas de labranza y de fertilización reuniendo antecedentes que permitan lograr un uso más racional de los recursos energéticos en la producción agrícola.

La utilización de energía por el hombre ha aumentado desde unas 2.000 Kcal/día/persona cien mil años atrás a cerca de 300.000 Kcal/día/persona en USA y Europa Occidental de la década del 80 (Pimentel, 1980; Pellizzi et al, 1988; Fluck y Baird, 1980).

La utilización de energía en la agricultura también ha aumentado espectacularmente desde 1945. Sin embargo, el aumento de la producción ha sido menor que el aumento en el uso de energía originándose una reducción de la eficiencia energética en la mayoría de los cultivos. Pimentel (1980) demostró que la eficiencia energética del maíz bajó de 3,70 en 1945 a 2,47 en 1980.

La agricultura chilena es altamente dependiente de insumos energéticos importados, especialmente combustibles, fertilizantes y biocidas (Hetz y Villalobos, 1985; Pinto et al, 1983). Esta situación adquiere enorme importancia al considerar que la dependencia

energética de Chile ha aumentado notablemente en los últimos 25 años, ya que en la actualidad es necesario importar 85 % de los combustibles líquidos utilizados en el país (SNA-CAS, 1990).

El trigo y la avena son dos cultivos de gran importancia en Chile, especialmente en la agricultura de secano, ocupando alrededor de 55 % de la superficie sembrada con cultivos anuales (SNA-CAS, 1990). Los aspectos energéticos de la producción de trigo en Chile fueron analizados por Pinto et al (1983) y por Hetz y Villalobos (1985). Sin embargo, no existen estudios relacionados con la utilización de energía en la producción de avena.

Los sistemas de labranza reducida han sido incorporados con bastante éxito a la producción de cereales y otros cultivos, señalándose entre sus ventajas la gran reducción del gasto energético (Unger y McCalla, 1980; Frye, 1984; Hetz, 1988).

METODOLOGIA EXPERIMENTAL : El ensayo se estableció en 1987 en un predio ubicado 10 Km al oriente de Pinto (36° 44' S; 71° 51' E) en la provincia de Ñuble. El suelo corresponde a la serie Santa Bárbara (Typical Dystrandept) derivado de cenizas volcánicas.

El diseño experimental correspondió a Bloques al Azar en un arreglo de parcelas divididas con 3 tratamientos, 4 subtratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos ensayados fueron los siguientes:

1. Labranza Tradicional (LT):
  - a) Rastra de discos off-set (2 pasadas)
  - b) Vibrocultivador
  - c) Sembradora tradicional
  - d) Rodillado
  - e) Pulverización de postemergencia
  
2. Labranza Reducida (LR):
  - a) Arado cincel
  - b) Vibrocultivador
  - c) Sembradora tradicional
  - d) Pulverización de postemergencia
  
3. Labranza Cero (LC):
  - a) Pulverizadora con Glifosato (Round up) 1,5 lt/ha + Picloram (Tordon 24 - K), 0,125 lt/ha + Teepol, 0,250 lt/ha.
  - b) Sembradora Cero Labranza
  - c) Pulverización de postemergencia

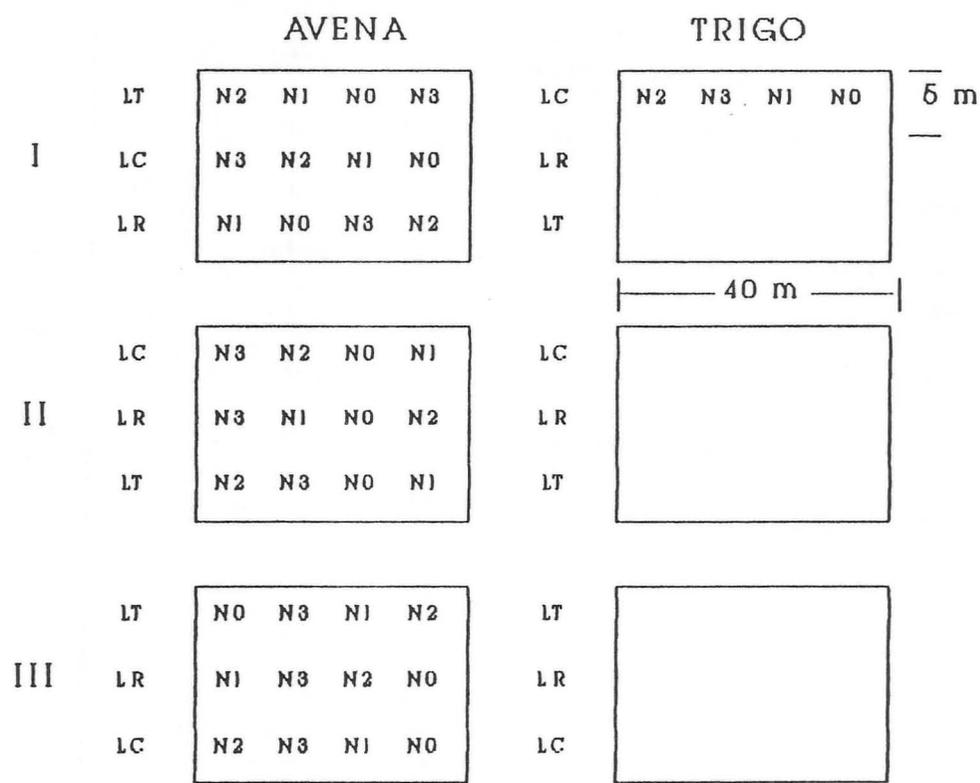
Los subtratamientos comparados correspondieron a 4 dosis de N: 0-75-150-300 Kg/ha., aplicado como urea en 3 parcialidades: siembra, 2 hojas, macolla.

La fertilización base común para todas las unidades correspondió a 150 unidades de P2O5 aplicado como superfosfato triple al momento de la siembra.

La Figura 1 muestra la distribución de las parcelas en terreno durante el año 1987. Para lograr la rotación de cultivos durante los años siguientes se alternó la posición de las especies ubicando la avena en las parcelas del lado derecho y el trigo en las parcelas del lado izquierdo el año 1988, y así sucesivamente hasta 1990.

La siembra se efectuó los primeros días del mes de mayo, usando avena Nehuén y trigo Lanco, en dosis de 100 y 160 kg/ha, respectivamente.

El control de malezas de hojas ancha, aparecidas después de la emergencia de los cultivos se realizó aplicando 2,4-D amina (Hedonal) y Dicamba (Banvel-D) en dosis de 1,0 y 0,2 lt/ha, respectivamente. El tiempo empleado por los equipos para realizar cada una de las faenas se calculó empleando la ecuación propuesta por Ortíz-Cañavate (1975):



Nomenclatura  
Tratamientos

LT: Labranza Tradicional

LR: Labranza Reducida

LC: Labranza Cero

Nomenclatura  
Subtratamientos

N0: 0 unidades de N

N1: 75 unidades de N

N2: 150 unidades de N

N3: 300 unidades de N

Figura 1. Distribución de las especies, tratamientos y subtratamientos en el terreno. Año inicial 1987.

$$T = \frac{25}{9A} \left( 1 + \frac{t}{L} \right) \quad \text{Ecuación 1}$$

donde:

- T = Tiempo empleado, hr/ha
- A = Ancho de trabajo, m
- v = Velocidad de trabajo, m/s
- t = Tiempo de viraje, s
- L = Longitud del surco, m; 40 m en este experimento.

Para determinar el consumo de combustible se efectuaron mediciones en superficies de 3 ha adyacentes a las parcelas experimentales, iniciándose el trabajo con el estanque lleno de combustible y midiendo luego por relleno el consumo correspondiente a la faena específica.

El cálculo de la energía necesaria para ejecutar cada una de las faenas mecanizadas se realizó utilizando la metodología standard para estos trabajos, documentada por Bridges y Smith (1979), Pimentel (1980), y Collins et al (1981). Esta metodología, que determina Kcal/hr, adiciona los valores de energía correspondientes a la fabricación del equipo, combustible, lubricantes, reparaciones/mantenimiento, operador (es) y los relaciona con la Capacidad Efectiva de Trabajo del equipo en hr/ha.

La eficiencia energética de los cultivos, bajo los diferentes tratamientos y subtratamientos comparados, fue calculada dividiendo la energía de salida (equivalente energético de la cosecha) por la energía de entrada (sumatoria de los equivalentes energéticos de todos los insumos) obteniéndose un número adimensional que representa la respuesta del

sistema productivo por cada unidad de energía aportada a él, excluyendo la energía solar.

Los principales equipos utilizados en esta investigación fueron los siguientes:

- a) Tractor; John Deere-2850; 63 KW ETF; 3.165 Kg;
- b) Rastra off-set; Edyce, 22 discos; 2,50 m; 1.600 Kg;
- c) Arado cincel; Edyce AC-102; 9 brazos; 3,15 m; 520 Kg;
- d) Vibrocultivador; Kongskilde SGC-29; 2,90 m; 419 kg;
- e) Rodillo artesanal; 2,50 m; 1.500 kg;
- f) Pulverizadora; Hardy NK; 600 lt; 10 m; 186 Kg;
- g) Sembradora; Rossatto SG-17 D; 17 hileras a 17,8 cm; 1.015;
- h) Sembradora cero labranza; Semeato TD-220; 15 hileras a 15,8cm; 1.730 Kg;
- i) Fertilizadora centrifuga; John Deere; 140 Kg;
- j) Cosechadora automotriz; New Holland-8040; 3,96 m; 7.670 Kg.

Las equivalencias energéticas de los diferentes insumos utilizados con su correspondiente fuente bibliográfica se presentan en el Cuadro 1.

En esta publicación se analizan los resultados obtenidos el año 1989, por ser el más representativo de los años de experimentos.

CUADRO 1.- Equivalencia energéticas de los insumos y fuentes bibliográficas.

INSUMOS	EQUIVALENCIAS (Kcal)	FUENTES Bibliográficas
1 Jornada hombre	4.352	Pinto et al (1983)
Maquinaria (1 Kg)		
Tractor	22.358	Fluck y Baird (1980)
Arado	15.943	Fluck y Baird (1980)
Rastra	15.273	Fluck y Baird (1980)
Vibrocultivador	15.500	Fluck y Baird (1980)
Sembradora	16.931	Fluck y Baird (1980)
Fertilizadora	15.330	Fluck y Baird (1980)
Rodillo artesanal	6.000	Pimentel (1980)
Pulverizador	15.000	Fluck y Baird (1980)
Cosechadora	20.930	Fluck y Baird (1980)
1 lt petróleo Diesel	11.414	Pimentel (1980)
1 lt gasolina	10.109	Pimentel (1980)
Otros insumos (Kg):		
Trigo	3.285	Briggle (1980)
Avena	3.800	Weaver (1980)
N (Urea)	10.485	Pimentel (1980)
P205 (Super fosfato triple)	3.380	Pimentel (1980)
Glifosato (Round up)	108.100	Pimentel (1980)
Picloram (Tordon)	56.700	Pimentel (1980)
Dicamba (Banvel-D)	70.240	Pimentel (1980)
2,4-D amina (Hedonal)	24.200	Pimentel (1980)

RESULTADOS

:

1. Gastos energéticos totales y parciales

El Cuadro 2, muestra que el gasto total de energía para la producción de avena y trigo fluctuó entre 1.476-6.728 y entre 1.622-6.873 Mcal/ha, respectivamente. En ambos cultivos el mínimo se produjo al usar el sistema de labranza reducida y el máximo con el de labranza tradicional.

CUADRO 2. Requerimientos totales de energía para la producción de avena y trigo en Ñuble. Mcal/ha.

Dosis de N (kg/ha)	A V E N A			X Dosis de N	T R I G O			X Dosis de N
	Labranza				Labranza			
	Tradic.	Reduc.	Cero		Tradic.	Reduc.	Cero	
0	1.727	1.476	1.508	1.570	1.873	1.622	1.654	1.716
75	3.019	2.768	2.800	2.862	3.164	2.913	2.945	3.007
150	4.255	4.004	4.036	4.098	4.401	4.150	4.182	4.244
300	6.728	6.477	6.509	6.571	6.873	6.622	6.655	6.717
X Sist. Labranza	3.932	3.981	3.713	----	4.078	3.827	3.859	----

Los valores para avena son menores que los publicados por Weaver (1980) que van de 1.882 a 3.270 Mcal/ha; sin embargo, sus rendimientos fueron también menores, fluctuando entre 8.178 y 10.897 Mcal/ha. Los valores para trigo, usando dosis normales de N, de 75 a 150 kg/ha, fueron muy semejantes a los calculados por Pinto et al (1983) y los encontrados por Hetz y Villalobos (1985).

Del Cuadro 2 deben destacarse dos aspectos importantes: 1) el notable aumento del costo energético total al aumentar la dosis de N, pasando en promedio de 41,1 % a 75,2 % del total; esta situación se explica por la aplicación del nitrógeno como urea y se puede reducir notablemente el gasto energético aplicando el nitrógeno como salitre que solo tiene un gasto energético de 5.037 Kcal/kg N (Hetz y Silva 1986). 2) La escasa reducción de la energía utilizada al disminuir la cantidad de labranza debido al alto valor energético de los herbicidas, especialmente del Glifosato (Frye, 1984). Sin embargo, si se analiza separadamente el consumo de combustible, en los 3 sistemas de labranza se encuentra que ésta bajó, en promedio, de 17,6 % del total en Labranza Tradicional a solo 8,5 % del total en Labranza Cero.

Estudios anteriores (Briggle, 1980; Hetz y Villalobos, 1985; Pimentel, 1980; Pinto et al, 1983; Weaver, 1980), han demostrado que el mayor gasto energético durante la fase primaria de la producción agrícola se genera en el uso de fertilizantes y combustibles. En el Cuadro 3 se presenta el porcentaje del gasto energético total aportado como nitrógeno, combustible y P2O5, a cada uno de los tratamientos y subtratamientos comparados. Se puede apreciar que estos 3 elementos representaron un alto porcentaje del gasto total, muy similar a lo encontrado por los autores citados anteriormente. El único grado energético de alguna importancia no incluido en los tres factores anteriores, es la semilla que representó de 5,6 a 25,7 % en avena y de 7,6 a 32,4 % en trigo; estos valores fueron muy similares a los encontrados por Weaver (1980) en avena y por Hetz y Villalobos (1985) en trigo.

CUADRO 3. Porcentaje del gasto energético total aportado como N, combustible y P2O5.

Dosis de N (Kg/ha)	A V E N A			T R I G O		
	Labranza			Labranza		
	Tradic.	Reducida	Cero	Tradic.	Reducida	Cero
0	70,2	65,0	55,0	64,7	59,2	50,8
75	81,1	79,4	74,8	77,4	75,4	71,1
150	86,6	85,7	82,5	83,7	82,7	79,6
300	91,5	91,2	89,2	89,6	89,2	87,2
X Sist. Labranza	82,3	80,3	75,4	78,9	76,6	72,2

El Cuadro 3, muestra también que el porcentaje del total representado por los fertilizantes y el combustible disminuyó con la reducción de la labranza y que aumentó notable con el incremento de la dosis de nitrógeno.

El gasto energético como mano de obra representó menos del 0,5 % del gasto total, demostrando el altísimo nivel de mecanización utilizado en la producción de éstos dos cereales (Weaver, 1980; Hetz y Villalobos, 1985).

## 2. Eficiencia energética de la avena y del trigo

El Cuadro 4 presenta el equivalente energético de la cosecha de avena y trigo. El análisis de varianza comprobó la existencia de diferencias estadísticas significativas entre las dosis de nitrógeno y el tratamiento sin fertilizantes, pero no detectó diferencias estadísticas significativas entre los sistemas de labranza.

Los equivalentes energéticos correspondieron a rendimientos de avena entre 22,4 y 35,3 qqm/ha para dosis de N y de 31,1 a 32,5 qqm/ha para sistemas de labranza. Por otro lado correspondieron a rendimientos entre 24,1 y 47,2 qqm/ha para dosis de N y de 33,5 a 43,6 qqm/ha para sistemas de labranza. Un problema de tendidura en avena impidió lograr una mejor utilización de la dosis de 300 kg de N/ha.

CUADRO 4. Equivalencia energética de la cosecha. Mcal/ha.

Dosis de N (Kg/ha)	A V E N A			X Dosis de N	T R I G O			X Dosis de N
	Labranza				Labranza			
	Tradic.	Reduc.	Cero		Tradic.	Reduc.	Cero	
0	0.206	7.144	8.132	8.512b	8.442	6.340	8.935	7.906b
75	13.148	13.072	14.022	13.414c	10.906	10.413	13.501	13.501c
150	13.604	12.464	14.174	13.414c	13.928	13.731	16.786	14.815c
300	12.081	4.554	13.110	13.249c	14.980	13.567	18.002	15.516c
X	12.274a	11.809a	12.360a	---	12.064a	11.013a	14.306a	---
Sistema Labranza								

F Tratamiento (Sistema Labranza): no significativo  
 F Subtratamiento (dosis de N): significativo (P < 0,05).

El Cuadro 5, presenta la eficiencia energética de la avena y trigo en Ñuble. Se destaca la notable reducción de la eficiencia a medida que aumentó la dosis de nitrógeno, en ambos cultivos; esto demuestra la gran importancia de utilizar dosis de nitrógeno que permitan explicitar el potencial genético de las especies y variedades sin incurrir en altos gastos energéticos como fertilizantes que, en definitiva, no aumentan los rendimientos de manera importante una vez sobrepasadas ciertas dosis (Frye, 1984).

CUADRO 5.- Eficiencia energética de la avena y trigo en ñuble

Dosis de N (Kg/ha)	A V E N A				T R I G O			
	Labranza			X Dosis de N	Labranza			X Dosis de N
	Tradic.	Reduc.	Cero		Tradic.	Reduc.	Cero	
0	5,94	4,84	5,39	5,42	4,51	3,91	5,40	4,61
75	4,35	4,72	5,01	4,69	3,45	3,57	4,58	3,86
150	3,20	3,11	3,51	3,27	3,16	3,31	4,01	3,49
300	1,80	2,25	2,01	2,02	2,18	2,05	2,70	2,31
X Sist. Labranza	3,12	3,21	3,33	----	2,96	2,88	3,71	----

Para dosis normales de nitrógeno (75 - 150 kg N/ha) los valores de eficiencia energética fluctuaron entre 3,27 y 4,69 en avena y entre 3,49 y 3,86 en trigo. Estos valores también fueron muy similares a los obtenidos para avena por Weaver (1980) en Dakota, Texas y Minnesota y por Pinto et al (1983) y Hezt y Villalobos (1985) para trigo en Chile.

La mayor eficiencia energética se logró con el sistema de cero labranza en ambas especies, confirmando lo encontrado por Frye (1984), Unger y McCalla (1980) y por Hezt (1988).

El Cuadro 6, presenta otra forma de medir la eficiencia energética de los cultivos al mostrar las Kcal necesarias para producir 1 Kg de avena y trigo bajo los diferentes sistemas de labranza y dosis de N comparadas. Aquí las cifras pequeñas indican mayor eficiencia energética; de este modo, la cero labranza y las dosis bajas de

N lograron mayor eficiencia energética que los otros tratamientos y subtratamientos. También estas cifras fueron similares a las publicadas por Weaver (1980), Hetz y Villalobos (1985) y Pellizzi et al (1988).

CUADRO 6. Energía necesaria para producir un kilo de producto. Kcal/Kg.

Dosis de N (Kg/ha)	A V E N A				T R I G O			
	Labranza			X Dosis de N	Labranza			X Dosis de N
	Tradic.	Reduc.	Cero		Tradic.	Reduc.	Cero	
0	640	785	705	710	729	840	608	726
75	872	805	759	812	953	919	716	863
150	1.188	1.121	1.082	1.130	1.035	993	818	949
300	2.116	1.691	1.887	1.334	1.507	1.603	1.214	1.441
X Sist. Labranza	1.204	1.100	1.108	----	1.056	1.089	839	----

En el Cuadro 7, aparece la determinación del beneficio neto energético, es decir la diferencia entre lo que se produce y lo que se gasta. De acuerdo con esto nos conviene producir avena con cero labranza con dosis de nitrógeno de 75 kg/ha y trigo con dosis de 150 k/ha.

CUADRO 7. Beneficio neto energético para la producción de avena y trigo en Ñuble. Mcal/ha.

Dosis de N (Kg/ha)	A V E N A				T R I G O			
	Labranza			X Dosis de N	Labranza			X Dosis de N
	Tradic.	Reduc.	Cero		Tradic.	Reduc.	Cero	
0	8.533	5.668	6.624	6.941	6.569	4.718	7.281	6.189
75	10.129	10.304	11.222	10.552	7.742	7.500	10.556	8.599
150	9.349	8.460	10.076	9.295	9.527	9.581	12.604	10.570
300	5.356	8.077	6.601	6.678	8.107	6.945	11.347	8.800
X Sist. Labranza	8.342	8.127	8.630	----	7.919	7.186	10.447	----

CONCLUSIONES

: Los resultados obtenidos en

esta investigación permiten concluir

que la demanda total de energía para la producción de avena y trigo fluctuó entre 1.476 y 6.728 Mcal/ha y entre 1.622 y 6.873 Mcal/ha, respectivamente.

Los niveles de nitrógeno tuvieron una gran incidencia sobre la demanda total de energía; sin embargo, la reducción de la labranza no tuvo un efecto importante sobre el gasto energético total. El gasto energético como nitrógeno, combustible y P205 sumó de 71 a 87 % del gasto total, para dosis de N entre 75 y 150 kg/ha.

La eficiencia energética fluctuó entre 2,02 y 5,42 para la avena y entre 2,31 y 4,61 para el trigo. La eficiencia energética de ambos cultivos disminuyó notablemente al aumentar la dosis de N; por otro lado, la eficiencia energética sólo aumentó levemente con la reducción de la labranza. Las Kcal necesarias para producir un kilo de avena y de trigo aumentaron notablemente al aumentar la dosis de N y sólo se

redujeron levemente con la disminución de la labranza.

Se puede mejorar la eficiencia del uso de energía en la producción de avena y trigo a través del establecimiento de dosis de fertilizantes nitrogenados y fosfatados en el rango de mayor impacto de estos insumos sobre los rendimientos de ambos cultivos.

De acuerdo al beneficio neto energético conviene producir avena y trigo con cero labranza con 75 y 150 unidades de nitrógeno respectivamente.

RECOMENDACION SOBRE EL FUTURO EXPERIMENTO : Conviene efectuar un cálculo económico de los sistemas para comparar con la evaluación energética.

MATERIAL GENERADO :

HETZ H., EDMUNDO; RIQUELME S., JORGE; DEL CANTO S., PEDRO; DEL POZO L., ALEJANDRO Y ALIAGA D., CLAUDIO: 1992. Requerimientos energéticos para la producción de avena en rotación con trigo, bajo tres sistemas de labranza y cuatro niveles de nitrógeno. Agro-Ciencia (En prensa).

Presentación del trabajo en " 42 Congreso Anual Sociedad Agronómica de Chile ". Chillán 11-15 de noviembre 1991.

## RESUMEN

: Se determinaron los gastos energéticos totales y parciales necesarios para la producción de avena en rotación con trigo, bajo 3 sistemas de labranza y 4 dosis de N, en la Precordillera Andina de Ñuble.

El gasto energético total fluctuó entre 1.476 y 6.973 Mcal/ha. La reducción de la labranza no tuvo un efecto importante sobre la demanda total de energía; por otro lado, los niveles de N tuvieron un efecto notable sobre el gasto energético total. El N, combustible y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> representaron un gran porcentaje del gasto energético total. La eficiencia energética de ambos cultivos, en el rango 2,02-5,42 para avena y 2,31-4,61 para trigo, disminuyó considerablemente al aumentar la dosis de N y solo aumentó levemente con la reducción de la labranza.

De acuerdo al beneficio neto energético conviene producir trigo y avena con cero labranza aplicando 150 y 75 niveles de nitrógeno respectivamente.

TITULO DEL EXPERIMENTO : Evaluación económica de diferentes sistemas de labranza de suelos: Tradicional, mínima y cero. Cultivo de trigo, 1987-1990.

UNIDAD EJECUTORA : Estación Experimental Quilamapu

PROYECTO : FIA Cero Labranza

INVESTIGADORES PARTICIPANTES : Roberto Velasco H., Ing. Agr.  
Pedro del Canto S. Ing. Agr.  
Jorge Riquelme S, Ing.Agr.M.Sc.

AYUDANTE DE INVESTIGACION : Claudio Aliaga D, Ing. Ejec.Agr.  
Manuel Rodríguez I., Téc. Agr.  
Maria Riquelme S., Téc. Progr.  
Jorge Mella G., Laborante

DURACION APROXIMADA : Inicio : Mayo, 1987  
Término : Noviembre, 1990

TIPO DE INVESTIGACION : Aplicada

UBICACION Y N° EXPERIMENTOS : El Rosal, comuna de Pinto,  
provincia de Ñuble (36°44'S;  
71°51' E; 450 m.s.n.m.).

OBJETIVOS : -Evaluar los costos de producción de  
trigo en tres sistemas de labranza:  
tradicional, mínima y cero.

METODOLOGIA EXPERIMENTAL : A fin de evaluar económicamente  
los resultados de trigo obtenidos en  
diferentes sistemas de labranza de suelos, se efectuaron experimentos y  
siembras comerciales en la Precordillera de Ñuble, midiendo los siguientes  
parámetros:

- Número de labores previas a la siembra
- Consumo de combustible en estas labores
- Inversión en maquinarias y equipos
- Costo horario por uso de maquinarias y equipos
- Requerimientos de mano de obra
- Requerimientos de insumos
- Rendimientos de grano

RESULTADOS : El Cuadro 1, indica las labores requeridas por cada sistema de laboreo de suelos y el número de ellas. Se observa un significativo menor tránsito de maquinarias bajo cero labranza.

CUADRO 1. Número de labores para establecer el cultivo de trigo, en tres sistemas de labranza. Precordillera Andina, 1987-1990.

LABORES	SISTEMAS DE LABRANZA		
	Tradicional	Mínima	Cero
Enfardar rastrojo	-	1	-
Limpia y quema	1	-	-
Corte rastrojo	-	-	1
Aradura cincel	-	1	-
Rastraje off-set	2	-	-
Vibrocultivador	1	1	-
Aplic. herbicidas	-	-	1
Siembra	1	1	1
Rodillado	1	-	-
Total	6	4	3

En términos de consumo de combustible, el sistema cero labranza requiere tan solo un 24.65% de las necesidades del sistema tradicional. Esto se traduce en un ahorro de \$/ha 3.089 al considerar el precio del petróleo a septiembre de 1990 (\$/lt 113.54). Si esto lo proyectamos al precio de octubre, el ahorro se eleva a \$/ha 4.941 (Cuadro 2).

CUADRO 2. Consumo de combustible en labores de establecimiento del cultivo de trigo en dos sistemas de labranza. Precordillera Andina, 1990

LABOR	SISTEMA DE LABRANZA	
	Tradicional	Cero
	lt/ha	
Limpia y quema	-	-
Corte rastrojo	-	3.2
Rastraje off-set	25.2	-
Vibrocultivador	4.2	-
Aplicación herbicidas	-	2.0
Siembra	3.6	3.7
Rodillado	3.2	-
<b>Total</b>	<b>36.1</b>	<b>8.9</b>

El Cuadro 3, detalla las inversiones requeridas en maquinaria agrícola y equipos para cada sistema de labranza de suelos trumaos de la Precordillera Andina. Este pool de maquinaria puede ser modificado según preferencias del agricultor. Sin embargo, para fines del análisis se planteó lo descrito.

CUADRO 3. Inversión (Miles de \$) en maquinaria agrícola y equipos según sistema de labranza de suelos. Precordillera Andina (suelos trumaos)

MAQUINARIA O EQUIPO	SISTEMA DE LABRANZA	
	Convencional	Cero
Tractor Ford 5610	5.424	5.424
Rastra Athens LW 18	1.231	-
Vibrocultivador Athens VB-27	690	-
Sembradora Baldan SA 15	1.712	-
Sembradora Semeato 15	-	3.303
Pulverizador Hardi 400 lt	860	860
Trompo Vicon MPS-403	442	442
Desbrozador Baldan RPD	-	980
Total inversión	10.359	11.000

En el se pueden observar que los montos de inversión son similares ya que ambos sistemas requieren el mismo tractor, la misma pulverizadora y trompo abonador, difiriendo sólo en los equipos de rotura de suelos, sembradora y desbrozadora para residuos.

Para determinar el costo por el uso de maquinaria y equipos para cada sistema, es necesario establecer el costo horario operativo total de cada combinación maquinaria-equipo.

El Cuadro 4, indica en detalle el costo horario fijo para cada combinación, considerando para ello la depreciación/hora y el interés al capital invertido.

CUADRO 4. Costo horario fijo de uso de tractor y equipos.

MAQUINARIA O EQUIPO	Valor Nuevo	Valor Residual	Vida útil (hr)	Depreciación	Interés al capital	Costo horario total
Tractor Ford 5610	5.423.700	1.627.110	15.000	253	28	281
Rastra Athens LW 18	1.231.068	246.214	5.000	196	18	214
Vibrocultivador Athens VB-27	689.586	137.917	5.000	110	10	120
Sembradora Baldan SA 15	1.711.950	342.390	3.000	456	41	497
Sembradora Semeato 15	3.302.700	660.540	3.000	881	79	960
Pulverizadora Hardi 400 lt	860.415	172.083	3.000	229	21	250
Trompo Vicon M PS-403	442.484	88.497	4.000	88	8	96
Desbrozador Baldan RPA	980.309	196.062	3.000	261	24	285

Por su parte el Cuadro 5, indica el costo horario variable de cada combinación tractor-equipo, considerando uso de combustible, lubricantes, engrases y mantención.

CUADRO 5. Costo horario variable de tractor y equipos

A. Tractor FORD 5610		\$
Combustible	: 75 HP x 0.21 lt x \$113,5	= 1.788
Lubricantes	: 10% del costo de combustible	= 179
Grasa y man- tención	: Valor nuevo x 0,00007 : (\$5.423.700 x factor)	= 380
Imprevistos	: Valor nuevo x 0,00005 (\$5.423.700 x factor)	= 271
Total		2.618/hora

B. Tractor + Equipo

	COSTO HORARIO VARIABLE		
	Tractor	Equipo	Total
Tractor con rastra	2.618	123	2.741
Tractor con vibrocultivador	1.618	69	1.687
Tractor con sembradora	2.618	342	2.960
Tractor con sembradora cero labranza	2.618	661	3.279
Tractor con pulverizador	2.618	258	2.876
Tractor con trompo	2.618	132	2.750
Tractor con desbrozador	2.618	196	2.814

El Cuadro 6, resume los costos horarios totales de cada combinación tractor-equipo.

CUADRO 6. Costo horario total por uso de tractor equipado (\$)

EQUIPO	COSTO HORARIO		
	Variable	Fijo	Total
Tractor + rastra	2.741	495	3.236
Tractor + vibrocultivador	2.687	401	3.088
Tractor + sembradora	2.960	778	3.738
Tractor + sembradora cero labranza	3.279	1.241	4.520
Tractor + pulverizador	2.876	531	3.407
Tractor + trompo	2.750	377	3.127
Tractor + desbrozador	2.814	566	3.380

Estos valores expresados en el Cuadro 6, sirven para determinar el costo de cada labor medida en terreno e indicada en las siguientes cédulas de cultivo, las que incluyen además, los requerimientos de mano de obra e insumos para ambos sistemas de labranza.

En ellas se puede apreciar que el sistema cero labranza, tiene sus mayores ahorros justamente en el ítem maquinaria agrícola, siendo semejantes los costos de mano de obra e insumos. El sistema cero labranza tiene ahorros por hectárea del orden de los \$ 6.500, para rendimientos similares.







## CONCLUSIONES

- El consumo de energía expresada en términos de litros de petróleo por hectárea de cultivo es significativamente menor bajo el sistema cero labranza, ésto como resultado de un requerimiento más bajo de uso de maquinarias y equipos.
- La oportunidad y rapidez de las labores es otra ventaja del sistema cero labranza que se suma a otras ventajas agroecológicas.
- En términos generales, cualquier sea el sistema de preparación de suelos, éste no tiene incidencia en el rendimiento del trigo y en los costos de producción, siempre y cuando las labores propias y cada sistema se realicen en forma adecuada y oportuna.
- Cero labranza presenta sus mayores ventajas, respecto a un laboreo de suelos "convencional" en aspectos agroecológicos y su ventaja económica es de largo plazo, como resultado de las anteriores.
- El sistema cero labranza permite un uso más intensivo de la tierra, lo que puede aumentar el volumen total de producción e ingresos.

**b) Valle Regado**

TITULO DEL EXPERIMENTO : Producción de frejoles en segunda sistemas después de trigo en la provincia de Ñuble.

UNIDAD EJECUTORA : Estación Experimental Quilamapu

INVESTIGADOR PARTICIPANTE : Pedro del Canto S., Ing.Agr.  
Mario Paredes C., Ing.Agr.M.Sc.  
Marcos Gerding P., Ing.Agr.M.Sc.  
Iván Gallardo A., Ing.Agr.

AYUDANTE DE INVESTIGACION : Claudio Aliaga D, Ing. Ejec.Agr.  
Ignacio Marín H., Memorante U.  
de Concepción.

DURACION APROXIMADA : Inicio : Enero, 1987  
Término : Abril, 1990

TIPO DE INVESTIGACION : Aplicada

UBICACION Y N° EXPERIMENTOS : Campo Experimental Quilamapu, 1 experimento.

AREA DONDE SE APLICARAN :  
LOS RESULTADOS

OBJETIVOS : Explorar la posibilidad de establecer un segundo cultivo en la temporada agrícola, de modo de aumentar la eficiencia en el uso de suelo.

METODOLOGIA EXPERIMENTAL : A continuación de la cosecha de trigo (Ciko), cosechado el 27 de diciembre de 1988, se estableció un ensayo en un diseño de parcelas divididas, donde los tratamientos principales fueron sistemas de labranza y los subtratamientos niveles de nitrógeno. El número de repeticiones fueron tres y el tamaño de las subparcelas fue de 5 m \* 5 m.

La siembra se efectuó el 15 de enero de 1988, con una máquina cerealera especial para cero labranza (Semeato 220). Se usó la variedad de frejol "Fleetwood", en dosis de 90 kg/ha y en surcos distanciados a 0.40 m. La semilla se desinfectó con Benzimidazol (100 g/100 kg semilla) y se inoculó. Se aplicó un riego de presiembra el 27 de diciembre y su objetivo fue lograr la humedad óptima para una adecuada germinación de la semilla.

Los tratamientos fueron:

- a) Labranza convencional : Quema de rastrojos, rastra off-set (2 pasadas), vibrocultivador, siembra.
- b) Labranza Cero I : Quema de rastrojo y siembra
- c) Labranza Cero II : Corte de rastra con segadora, aplicación de Gramoxone ( 2 lt/ha + 125 cc Citowett). También se aplicó 2,4-D (2 lt/ha) y Bladex (0,5 lt/ha), para controlar Correhuela y Manzanillón.

Los subtratamientos fueron:

SUBTRATAMIENTOS	Aplicación N (kg/ha)	
	Siembra	Floración
1	0	0
2	30	0
3	30	30
4	30	60
5	30	90
6	30	120
7	60	60

Se usó una fertilización base de 240 kg/ha de superfosfato normal, los que se localizaron junto a las semillas. Esto significó aplicar, aproximadamente 50 kg/ha de P2O5, 25 kg/ha de azufre y 75 kg/ha de CaO.

Las malezas de hoja ancha se

controlaron con Basagrán en dosis de 2,5 lt/ha P.C. en 200 lt de agua. Las gramíneas se controlaron con Assure, en dosis de 0,5 lt/ha de P.C. y en 150 lt de agua.

El ensayo se regó por platabandas o borde. La frecuencia de basó en las características físicas del suelo y del estado fenológico del frejol, entregándose un total de 5 riegos. Para la cosecha se consideró una superficie de 4 m<sup>2</sup> y se efectuó el 12 de abril de 1989. Se evaluó número de plantas/m<sup>2</sup>, rendimiento y sus componentes.

RESULTADOS : La densidad poblacional en los diferentes tratamientos y subtratamientos se muestran en el cuadro 1. El número de plantas por m<sup>2</sup> fue significativamente menor en la cero labranza sin quema de residuos. En este tratamiento, se produjo una mayor muerte de plántulas, debido probablemente al deficiente control de malezas.

CUADRO 1. Efecto del sistema de labranza y fertilización nitrogenada sobre el número de plantas/m<sup>2</sup>.

SISTEMA DE LABRANZA	Nitrógeno aplicado. (siembra-floración)							Tratam.
	0-0	30-0	30-30	30-60	30-90	30-120	$\bar{x}$ 60-60	
Convencional	44,0	48,7	48,7	54,0	55,3	56,7	48,7	40,9a
Labranza Cero I	55,7	59,0	51,0	49,7	45,0	55,0	51,0	52,3a
Labranza Cero II	33,7	43,3	42,3	36,3	37,0	42,0	36,7	38,8 b
$\bar{x}$ Subtratamiento	44,4a*	50,3a	47,3a	46,7a	45,8a	51,2a	45,4a	

\*: Las medidas con letras distintas son diferentes estadísticamente ( $P < 0,05$ ), de acuerdo a la prueba de Duncan.

En el Cuadro 2, se muestra el rendimiento obtenido en los tratamientos y subtratamientos. No existe diferencia significativa entre labranza convencional y cero labranza con quema de residuo, pero sí de éstos con respecto a la labranza cero sin quema de residuo. En relación a los subtratamientos, se puede indicar que el sin nitrógeno difiere significativamente ( $P < 0,05$ ) de los subtratamientos con nitrógeno.

Los tratamientos de labranza convencional y cero labranza con quema, presentaron los mayores rendimientos, lo cual se atribuye al adecuado control de malezas, buena respuesta del cultivar a la fertilización nitrogenada y alta densidad poblacional. Con respecto al menor rendimiento que se obtuvo en la cero labranza sin quema, éste se puede atribuir al deficiente control de malezas

y menor densidad poblacional.

CUADRO 2. Efecto del sistema de labranza y fertilización nitrogenada sobre el rendimiento.

SISTEMA DE LABRANZA	Nitrógeno aplicado. (siembra-floración)							Tratam.
	0-0	30-0	30-30	30-60	30-90	30-120	$\bar{x}$ 60-60	
Convencional	13,3	18,5	20,5	20,3	19,8	24,0	21,3	19,7a
Labranza Cero I	10,3	14,0	14,5	17,3	21,5	18,3	20,0	16,6a
Labranza Cero II	1,8	6,5	8,8	9,3	10,5	8,3	7,8	7,6 b
$\bar{x}$ Subtratamiento	8,5c**	13,0b	14,6ab	15,6ab	17,3a	16,9a	16,4a	

\*: Las medidas con letras distintas son diferentes estadísticamente ( $P < 0,05$ ), de acuerdo a la prueba de Duncan.

No se encontró diferencia estadística ( $P < 0,05$ ) entre los tres sistemas, en el número de vainas por planta y peso de los 100 granos, pero el número de vainas por m<sup>2</sup> fue menor en cero labranza sin quema.

## CONFRONTACION DE LOS RESULTADOS:

### CONCLUSIONES

: La siembra de frejol como segunda siembra, a continuación de trigo, es factible de realizar en los suelos regados de Ñuble. Este se puede efectuar tanto en labranza convencional como en labranza cero, quemando el rastrojo de trigo.

La aplicación de 60 kg N/ha, aplicado parcialmente en siembra y floración (30 + 30 kg N/ha) aparece como la combinación más adecuada para el frejol establecido en segunda siembra. Esto significa que los aportes de nitrógeno vía fijación simbólica no son suficientes para alcanzar altos rendimientos.

c) Secano Interior

TITULO DEL EXPERIMENTO : Efecto de tres sistemas de labranza en el crecimiento y producción de trigo.

UNIDAD EJECUTORA : Estación Experimental Quilamapu

INVESTIGADOR PARTICIPANTE : Pedro del Canto S., Ing.Agr.  
Alejandro del Pozo L.,  
Lic. Biol. M.S.  
Jorge Riquelme S., Ing.Agr.M.S.

AYUDANTE DE INVESTIGACION : Claudio Aliaga D, Ing. Ejec.Agr.  
Manuel Rodríguez I., Téc.Agríc.  
María Riquelme S., Téc.Program.  
Jorge Mella G., Laborante.

DURACION APROXIMADA : Inicio : Mayo, 1988  
Término : Noviembre, 1990

TIPO DE INVESTIGACION : Aplicada

UBICACION Y N° EXPERIMENTOS : Cauquenes, Campo Experimental  
Porvenir.

AREA DONDE SE APLICARAN  
LOS RESULTADOS

:

OBJETIVOS

: - Evaluar el rendimiento de trigo en tres sistemas de labranza.

- Estudiar la evolución de los nutrientes en el suelo manejado en tres sistemas de labranza.

METODOLOGIA EXPERIMENTAL

: El experimento se llevó a cabo

durante dos temporadas consecutivas (1988/89 y 1989/90) en un suelo granítico correspondiente a la serie Cauquenes (IREN, 1964). El clima del área es mediterráneo marino (Novoa et al., 1989).

Se usó un diseño experimental de bloques completos al azar (Snedecor y Cochran, 1967). Los tratamientos correspondieron a los sistemas de labranza, ejecutados con elementos de tracción animal, previos a la siembra: tradicional (arado de vertedera, rastra de clavos); labranza vertical (arado cincel, rastra de clavos) y cero labranza (aplicación de herbicida sobre el residuo). Los tratamientos se replicaron tres veces.

El tamaño de las parcelas fue de 5 m

\* 40 m.

Como fuente de nitrógeno se usó urea (45 % N) la que se aplicó en tres parcialidades iguales a la siembra, inicio del macollaje e inicio del encañado, totalizando 120 kg/ha de N.

Se aplicó una fertilización fosfatada base de 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. Como fuente de fósforo se usó superfosfato normal (22 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), aplicado localizado con las semillas.

Al inicio del experimento la siembra se efectuó sobre una pradera natural, y sobre lentejas en los años siguientes. En ambas temporadas se usó 160 kg/ha de semilla desinfectada con Triadimenol 15 %. La variedad sembrada fue Dalcahue-INIA y el ensayo se estableció la segunda semana de mayo.

En 1988 la siembra se efectuó con una Semeato 200. En el año siguiente con una sembradora de tracción animal desarrolladas por INIA en el transcurso del proyecto.

El control de malezas de presiembra en el tratamiento cero labranza, se efectuó con Paraquat (2 lt/ha P.C.) y surfactante (0.4 % v/v). Posteriormente, en todos los tratamientos y en todos los años se controló malezas de hoja ancha en postemergencia con MCPA (1 lt/ha P.C.) y Dicamba (0.2 lt/ha P.C.); las malezas gramíneas se

controlaron con Tralkoxydim (2 lt/ha P.C.) en todo el ensayo.

Se evaluó el rendimiento en grano de trigo, expresado con un 12 % de humedad y la variación en el contenido de nutrientes y agua en el suelo.

## RESULTADOS :

### 1. Rendimiento de grano.

Los rendimientos de trigo "Dalcahue-INIA" obtenidos en las dos temporadas en que se llevó a cabo esta experiencia se muestran en el Cuadro 1. No hubo diferencias significativas entre sistemas de labranza para una misma temporada, y la diferencia entre estas se debe fundamentalmente a la oferta de humedad de suelo en la primavera, como se analizará más adelante.

CUADRO 1. Rendimiento de trigo en tres sistemas de labranza. Cauquenes, 1988-1990.

TEMPORADA	Sistema de Labranza		
	Tradicional	Mínima	Cero
	qq/ha		
1988-1989	30.6	34.9	31.7
1989-1990	19.5	24.0	21.8

Al igual que lo ocurrido con lentejas, estos rendimientos avalan la posibilidad de cambiar el sistema tradicional de siembra por labranza más conservacionista, como sería el caso del barbecho con arado cincel. En una segunda etapa se podría promover también la cero labranza, con lo cual se terminaría definitivamente el proceso erosivo que es tan propio de los suelos del secano interior.

## 2. Variación en el contenido de nutrientes del suelo.

A pesar de ser sólo dos las temporadas en que se ha experimentado la cero labranza, es posible constatar que ésta causa cambios notables en los primeros 5 cm del suelo. La materia orgánica aumenta, y como consecuencia de ello también ocurre lo mismo con el nitrógeno (Figura 1 y 2), aunque aquí tal vez esto se confunda con el aporte que hace la lenteja como cultivo anterior al trigo.

Trigo \* Sistemas de Labranza

Secano Interior, VII Región

Cauquenes, 1990

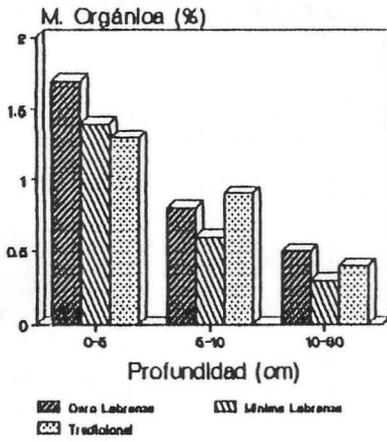


Figura 1.

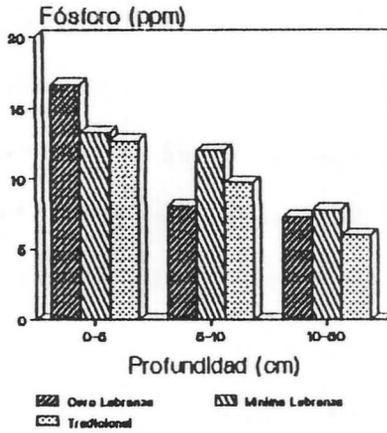


Figura 3.

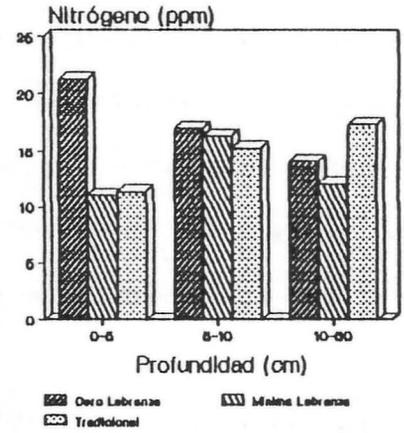


Figura 2.

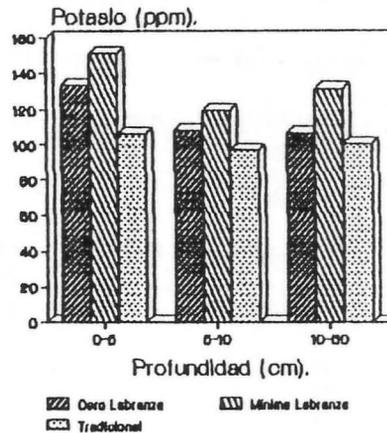


Figura 4.

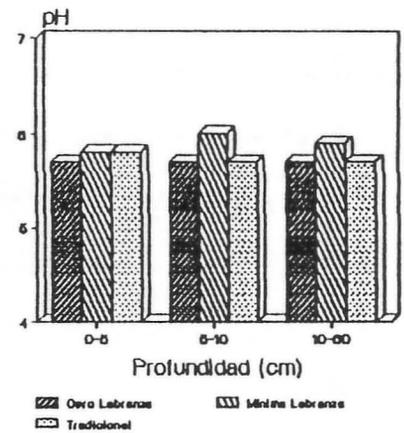


Figura 5.

El fósforo también se va incrementando como consecuencia de la cero labranza, en los primeros 5 cm del suelo, y de los otros sistemas en la segunda profundidad muestreada (Figura 3).

En cambio el potasio no sufre grandes alteraciones, aunque se observa un leve incremento en los primeros centímetros del suelo en el caso de labranza mínima vertical. La razón de ello puede ser la escasa cobertura dejada aún por el cultivo anterior, lentejas en este caso, que no es suficiente para reciclar este nutriente en el suelo (Figura 4).

Al igual que en lentejas, la acidez del suelo no se afecta por motivo de los sistemas de labranza, manteniéndose el pH alrededor de 6 (Figura 5).

### 3. Variaciones en el contenido de humedad del suelo.

No se producen diferencias significativas en el contenido de agua del suelo por efecto de los sistemas de labranza. De nuevo una explicación podría ser que la cantidad de residuos es muy baja, ya que la producción también lo es.

Sin embargo, hay diferencias entre temporadas lo que indudablemente afectó el rendimiento en 1989-1990, pues dejó de llover en el mes de agosto en forma significativa.

En el Cuadro 2 se muestran los

contenidos de humedad del suelo en fechas correspondientes a encañado, espigadura y antesis.

CUADRO 2. Variaciones en el contenido de agua (% b.p.s.) del suelo en tres sistemas de labranza para el cultivo de trigo. Cauquenes, 1988-1990.

FECHAS	Profundidad (cm)	Sistema de Labranza		
		Tradicional	Mínima	Cero
26/08/88	0 - 5	16.9	17.6	17.6
	5 - 10	17.6	17.6	16.9
	10 - 30	18.5	18.3	17.5
28/09/88	0 - 5	13.4	14.5	15.1
	5 - 10	14.4	13.5	13.2
	10 - 30	14.3	14.7	14.2
02/11/88	0 - 5	2.7	2.6	2.3
	5 - 10	3.1	4.1	3.8
	10 - 30	7.2	7.1	7.8
10/08/89	0 - 5	13.3	13.3	13.5
	5 - 10	11.9	12.1	11.3
	10 - 30	13.1	13.7	12.7
09/10/89	0 - 5	3.9	3.0	3.1
	5 - 10	4.1	4.0	3.1
	10 - 30	-	-	-

Capacidad de campo = 21.8 %

Punto de Marchitez = 13.8 %

CONCLUSIONES

: El rendimiento de trigo no fue  
afectado significativamente por los

sistemas de labranza.

La cero labranza contribuyó a  
aumentar la materia orgánica, nitrógeno y fósforo en los primeros 5 cm del  
suelo.

El potasio y la acidez del suelo no  
tuvieron transformaciones significativas.

La disponibilidad de agua en el suelo  
durante la primavera es igual en los tres sistemas de labranza estudiados.

TITULO DEL EXPERIMENTO : Efecto de tres sistemas de labranza  
en el crecimiento y producción de  
lentejas.

UNIDAD EJECUTORA : Estación Experimental Quilamapu

INVESTIGADOR PARTICIPANTE : Pedro del Canto S., Ing.Agr.  
Alejandro del Pozo L.,  
Lic. Biol. M.S.  
Jorge Riquelme S., Ing.Agr.M.S.

AYUDANTE DE INVESTIGACION : Claudio Aliaga D., Ing.Ejec.Agr.  
Manuel Rodríguez I., Téc.Agríc.  
María Riquelme S., Téc.Program.  
Jorge Mella G., Laborante.

DURACION APROXIMADA : Inicio : Mayo, 1988  
Término : Noviembre, 1990

TIPO DE INVESTIGACION : Aplicada

UBICACION Y N° EXPERIMENTOS : Cauquenes, Campo Experimental.

AREA DONDE SE APLICARAN :  
LOS RESULTADOS

OBJETIVOS : - Evaluar el rendimiento de lentejas  
en tres sistemas de labranza.  
  
- Estudiar la evolución de los  
nutrientes en el suelo manejado en  
tres sistemas de labranza.

METODOLOGIA EXPERIMENTAL : El experimento se llevó a cabo  
durante dos temporadas consecutivas  
(1988/89 y 1989/90) en un suelo granítico correspondiente a la serie  
Cauquenes (IREN, 1964). El clima del área es mediterráneo marino (Novoa et  
al., 1989).

Se usó un diseño experimental de  
bloques completos al azar (Snedecor y Cochran, 1967). Los tratamientos  
correspondieron a los sistemas de labranza, ejecutados con elementos de  
tracción animal, previos a la siembra: tradicional (arado de vertedera,  
rastra de clavos); labranza vertical (arado cincel, rastra de clavos) y cero  
labranza (aplicación de herbicida sobre el residuo). Los tratamientos se  
replicaron tres veces.

El tamaño de las parcelas fue de 5 m \* 40 m.

Para favorecer la fertilización nitrógenada, se inocularon las semillas de lentejas antes de la siembra.

Se aplicó una fertilización fosfatada base de 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. Como fuente de fósforo se usó superfosfato normal (22 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), aplicado localizado con las semillas.

Al inicio del experimento la siembra se efectuó sobre una pradera natural, y sobre trigo en los años siguientes. En ambas temporadas se usó 80 kg/ha de semilla desinfectada con Benomil 50 %. La variedad sembrada fue Araucaria-INIA y el ensayo se estableció la segunda semana de mayo.

En 1988 la siembra se efectuó con una Semeato 200. En el año siguiente con una sembradora de tracción animal desarrollada por INIA en el transcurso del proyecto.

El control de malezas de presiembra en el tratamiento cero labranza, se efectuó con Paraquat (2 lt/ha P.C.) y surfactante (0.4 % v/v). Posteriormente, en todos los tratamientos y en todos los años se controló malezas de hoja ancha en postemergencia con Linurón (1 lt/ha P.C.); las malezas gramíneas se controlaron con Sethoxydim (1.5 lt/ha P.C.) en todo el ensayo.

Se evaluó el rendimiento en grano de

lentejas, la variación en el contenido de nutrientes y agua en el suelo.

## RESULTADOS

:

### 1. Rendimiento de grano.

No hubo diferencia significativa en la producción de lentejas en las dos temporadas analizadas (Cuadro 1). La gran variabilidad en el rendimiento que se observó entre años se debe a las condiciones de humedad del suelo durante el período floración-llenado de vainas, como se mostrará más adelante.

CUADRO 1. Rendimiento de lentejas "ARAUCANA-INIA" tres sistemas de labranza. Cauquenes, 1988-1990.

TEMPORADA	Sistema de Labranza		
	Tradicional	Mínima	Cero
	qq/ha		
1988-1989	12.8	15.8	10.2
1989-1990	12.4	9.7	8.4

Los rendimientos obtenidos en lenteja hacen promisorio el posible cambio del sistema tradicional de labranza, por técnicas de labranza conservacionista donde se destaca el arado cincel de tracción animal y la siembra en cero labranza, también con una máquina tirada por caballos o buyes.

## 2. Variación de nutrientes en el suelo.

El efecto de la cero labranza es notable en cuanto a incrementar la disponibilidad de nutrientes en los primeros centímetros del suelo. Gracias a este sistema de labranza se produce un incremento de la materia orgánica, respecto a la labranza tradicional, lo que trae como consecuencia un incremento en la disponibilidad de nitrógeno (Figuras 1 y 2).

Lenteja \* Sistemas de Labranza

Secano Interior, VII Región

Cauquenes, 1990

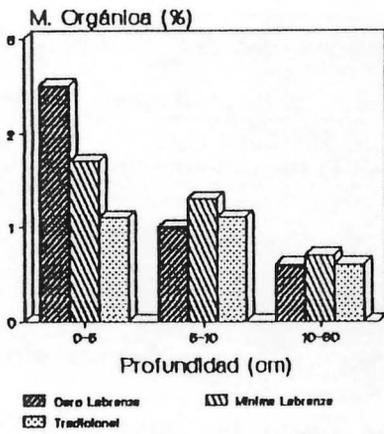


Figura 1.

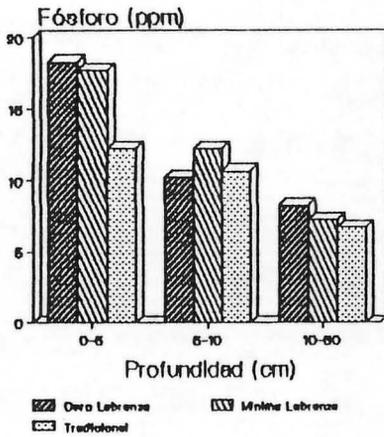


Figura 3.

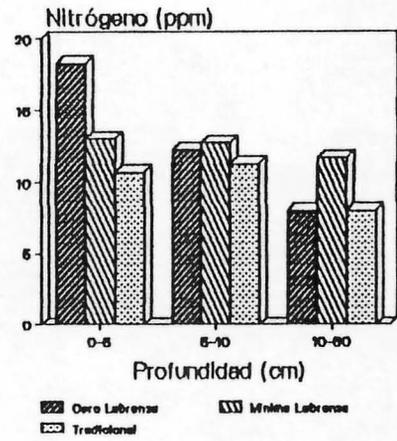


Figura 2.

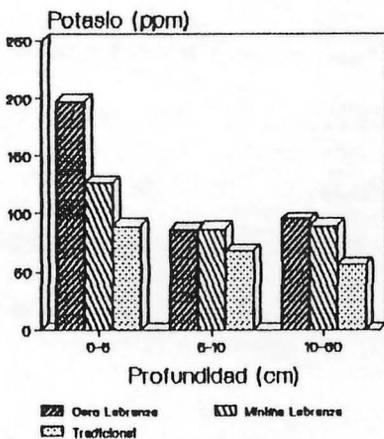


Figura 4.

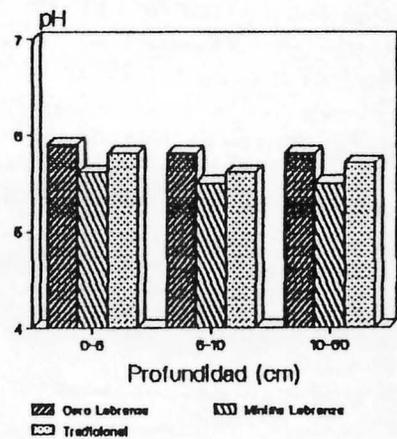


Figura 5.

A su vez, fósforo es más abundante en cero y mínima labranza que en la tradicional (Figura 3). Esta abundancia es notable en los primeros 5 cm de suelo y se debe, en gran medida, a la no inversión y a la bajísima capacidad de fijación de este nutriente en un suelo granítico.

El potasio es superior en cero labranza que en los otros sistemas (Figura 4). Esto seguramente se debe al reciclaje de los residuos de trigo de la temporada anterior, que permanecen en la superficie del suelo durante el período de crecimiento de la lenteja.

Sólo la acidez del suelo no sufre modificaciones por efecto de los sistemas de labranza (Figura 5).

### **3. Variaciones en el contenido de humedad del suelo.**

No hay mayores diferencias en el contenido de agua del suelo para los diferentes sistemas de labranza (Cuadro 2). Naturalmente existe una gran diferencia entre fechas y entre temporadas. En efecto, en 1988-1989 la humedad fue superior al punto de marchitez permanente la humedad hasta fines de septiembre; en cambio, en la temporada siguiente la humedad del suelo se agotó en los primeros días de agosto cuando la lenteja recién comenzaba a florecer. Esto afectó negativamente los rendimientos (Cuadro 1), ya que posteriormente no se registraron lluvias que cambiaran esta situación.

CUADRO 2. Variaciones en el contenido de agua (% b.p.s.) del suelo en tre sistemas de labranza. Cauquenes, 1988-1990.

FECHAS	Profundidad (cm)	Sistema de Labranza		
		Tradicional	Mínima	Cero
26/08/88	0 - 5	12.2	12.0	12.4
	5 - 10	15.0	13.3	10.8
	10 - 30	15.7	14.8	12.8
28/09/88	0 - 5	13.3	13.3	13.5
	5 - 10	11.9	12.1	11.3
	10 - 30	13.1	13.7	12.7
09/10/89	0 - 5	3.2	2.8	3.0
	5 - 10	5.0	5.6	5.4
	10 - 30	-	-	-

Capacidad de campo = 21.8 %  
Punto de Marchitez = 13.8 %

CONCLUSIONES : El rendimiento de lentejas no se afectó como consecuencia de los sistemas de labranza.

La cero labranza produjo cambios químicos importantes en los primeros 5 cm del suelo: subieron la materia orgánica, nitrógeno, fósforo. El pH se mantuvo estable.

Aunque es prematuro afirmarlo, el sistema tradicional de cultivar lentejas en el secano interior puede ser reemplazado por labranza conservacionista con implementos de tracción animal.

TITULO DEL EXPERIMENTO : Evaluación tecnológica de tres sistemas de labranza en una rotación trigo-lenteja.

UNIDAD EJECUTORA : Estación Experimental Quilamapu

PROYECTO : FIA Cero Labranza

INVESTIGADOR PARTICIPANTE : Jorge Riquelme S, Ing.Agr.M.Sc.  
Pedro del Canto S., Ing. Agr.  
Alejandro del Pozo L. Lic.Biol.

AYUDANTE DE INVESTIGACION : Claudio Aliaga D, Ing. Ejec.Agr.

DURACION APROXIMADA : Inicio : Noviembre, 1987  
Término : Noviembre, 1990

TIPO DE INVESTIGACION : Aplicada

OBJETIVOS : Comparar tres sistemas de labranza:  
Sistema convencional (labranza de inversión de suelo), mínima labranza (labranza vertical) y cero labranza, con tracción animal, en una rotación de cultivo trigo y lenteja.

- Desarrollar y evaluar equipos que permitan el establecimiento de cultivos sin pérdida de suelo.

## METODOLOGIA EXPERIMENTAL

:

### ACTIVIDADES TEMPORADA 1988/1989

Los detalles referente a la forma de llevar el ensayo, se encuentran explicados en la unidad experimental "Efecto de tres sistemas de labranza ... en el Secano Interior".

Para la preparación de suelo se usaron los siguientes implementos:

- Arado de vertedera estandar montado en una barra portaimplemento simple construido en el Convenio FAMAÉ-INIA (INIA, 1988).
- Cultivador conformado por 5 vástago tipo canadienses con cinco herramientas tipo cincel montado en la barra portaimplemento anterior.
- Rastra de clavo tipo FAMAÉ.

Evaluaciones: En la labor de arado se midió ancho y profundidad de trabajo en metros; tiempo para arar una superficie de 200 m<sup>2</sup> en hr/ha.

## RESULTADOS

:

### 1. Aradura de inversión

En el Cuadro 1, se aprecia que el

tiempo empleado en arar una franja de 40 m de largo, no presenta gran variación. La mayor demora detectada en la observación 7 se debe a que el arado se salió del surco provocando con ello un atraso. El ancho de trabajo presenta una gran variación, debida a la falta de capacidad del operador para controlar la dirección de éste. Aquellas mediciones que superan los 0.22 m (ancho de trabajo del arado) revelan que quedan sectores sin remover. Esto es lo que obliga generalmente a los agricultores a repetir las labores. En los tiempos muertos por giros, se encuentra una mayor variación derivada de la capacidad del operador para efectuar este trabajo.

CUADRO 1. Medición de algunos parámetros en el trabajo de un arado de vertedera tirado por un caballo de 600 kg. Cauquenes, 1988.

Nº Observ.	Tiempo Seg./40m	Ancho trabajo (m)	Tiempo muerto giros (seg)	Profundidad aradura (m)
1	32	0,20	27	0,15
2	40	0,30	36	0,15
3	41	0,24	18	0,14
4	47	0,21	25	0,14
5	41	0,16	15	0,17
6	37	0,31	18	-
7	57	-	19	-
8	45	-	25	-
9	-	-	22	-
10	-	-	20	-
x	42,40	0,24	22,50	0,15
s	7,45	0,06	6,06	0,01
C.V.(%)	18	25	27	8

En otras mediciones (INIA, 1988), se ha obtenido un promedio de 13 segundos, necesarios para realizar el giro con el arado. Obsérvese que este tiempo es importante si se le compara con el utilizado en la franja de 40 m, por lo que al trabajar en potreros más largos debe esperarse un mejoramiento en la eficiencia de operación. El coeficiente de variación para la profundidad de aradura es mínimo y demuestra el buen sistema de regulación de profundidad que posee el implemento.

## 2. Aradura vertical

El Cuadro 2, muestra los resultados de las evaluaciones realizadas en la operación de un cultivador de tracción animal. El tiempo empleado en arar una franja de 40 m de largo es bastante parejo demostrando un funcionamiento normal del caballo. Existe una mayor diferencia en la profundidad de trabajo debido a que provoca una remoción irregular del suelo, en forma distinta al de vertedera, pero a su vez con esto se impide un límite uniforme de la aradura, lo que podría transformarse en un pie de arado.

CUADRO 2. Medición de algunos parámetros en el trabajo de un cultivador tirado por un tirado por un caballo de 600 kg. Cauquenes, 1988.

Nº Observ.	Tiempo Seg./40m (seg)	Profundidad aradura (m)
1	29	0,08
2	31	0,08
3	32	0,09
4	33	0,05
5	32	0,09
6	36	0,07
7	-	0,08
8	-	0,08
9	-	0,08
x	32,17	0,08
s	2,32	0,01
C.V. (%)	7	18

### 3. Comparación de dos sistemas de aradura

El Cuadro 3, muestra los tiempos medidos en segundos para arar parcelas de 200 m<sup>2</sup>. El análisis de varianza de estos datos que aparecen en el Cuadro 4, indican que no existen diferencias por repeticiones, y las diferencias son significativas al 5%. Expresando los resultados obtenidos en términos de hectárea de suelo, se obtienen los valores que aparecen en el Cuadro 5.

CUADRO 3. Comparación entre dos sistemas de labranza. Tiempo en segundos para parcelas de 200 m<sup>2</sup>. Cauquenes, 1988.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			x
	1	2	3	
Arado vertedera	1.400	1.320	1.380	1.380
Cultivador	660	840	600	700

CUADRO 4. Análisis de varianza para medición de tiempos por parcela

FUENTE DE VARIAC.	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medio	F Calculado	F Tabla	
					5%	1%
Tratamiento	1	693.600	693.600	46,24	18,5	98,5
Bloques	2	8.400	4.200	0,28	19,0	99,0
Error	2	30.000	15.000	-	-	-
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>732.000</b>				

CUADRO 5. Comparación entre dos métodos de labranza en el Secano Interior. Equipo tirado por un caballo de 600 kgs. Cauquenes, 1980.

EQUIPO	Profund. Labor	Ancho trab.	Veloc. km/hr	C.T. ha/hr	C.E. Ha/hr	Efic. (%)	C.E. Hr/ha
	(cm)	(m)					
Arado de Vertedera	15	0,225	3,39	0,076	0,052	68	19,2
Cultivador	8	0,500	4,48	0,224	0,103	46	9,7

C.T. = Capacidad teórica de trabajo  
 C.E. = Capacidad efectiva de trabajo  
 EFIC. = Eficiencia

Como puede apreciarse, el cultivador tiene una amplia ventaja sobre el arado de vertedera, llegando a necesitar menos de la mitad del tiempo. Esta mayor capacidad se debe al mayor ancho de trabajo y la velocidad de operación del cultivador. Un implemento de labranza vertical no requiere energía para invertir el suelo y este ahorro más el de la profundidad de trabajo, permite ampliar el ancho de operación. Como puede apreciarse en los resultados de la evaluación de los cultivos (trigo y lenteja) en la unidad experimental "Efecto de tres sistemas de labranza ...

en el Secano Interior", el hecho de arar más profundo no tiene ningún efecto positivo sobre los rendimientos del cultivo.

Otra ventaja del cultivador está en la velocidad de operación, la que no puede ser mayor en el caso de labranza de inversión, ya que debe transcurrir un tiempo para que el suelo se desprenda de la vertedera del arado, en cambio, el cultivador actúa por estallamiento de suelo por lo que su desplazamiento es más rápido. Las mediciones de eficiencia de operación indican que aún es posible mejorar la eficiencia del cultivador, ya que por tratarse de un implemento nuevo en uso, requiere de mayor tiempo por parte del operador para su dominio. Las mediciones obtenidas por el arado de vertedera concuerdan con los valores obtenidos por la investigación realizada en Quirihue y Cobquecura por Ibáñez et al, (1982).

Como la mayoría de los agricultores del Secano Interior poseen bueyes, se evaluó en un predio de Cauquenes en un suelo con las mismas características de las parcelas de investigación, el rendimiento de un cultivador tirado por una yunta de bueyes, animales de 650 kg cada uno. En el Cuadro 6, se muestran los resultados de esta evaluación. Como puede apreciarse, no existe gran variación en el tiempo empleado en arar franjas de 20 m de largo. El ancho de trabajo sólo en dos casos supera el teórico del implemento que correspondió a 1 m (5 cinceles separados a 20 cm). La profundidad de trabajo también muestra una mayor variación que la que se puede encontrar en un arado de vertedera, pero ésta sería una cualidad del arado como se discutió anteriormente.

CUADRO 6. Medición de algunos parámetros de un cultivador tirado por una

yunta de bueyes. Cauquenes, 1988.

Nº Obser.	Tiempo seg/40 m trabajo	Ancho (m)	Tiempo muerto giro (seg.)	Profund.- aradura (m)	Tiempo reque- rido para arar 1.517 m2 (hr)
1	27	1,56	24	0,115	1,23
2	21	0,80	25	0,140	
3	28	0,85	23	0,095	
4	24	0,90	24	0,105	
5	23	0,75	31	0,105	
6	28	0,85	29		
7	28	0,65	22		
8	24	0,90	26		
9	30	1,10	22		
10		0,80	28		
X	25,89	0,87	25,90	0,112	
s	2,98	0,13	3,98	0,017	
CV (%)	11	15	15	15	

El Cuadro 7, muestra los rendimientos del arado cincel tirado por bueyes expresados en hectáreas. Podemos apreciar que la velocidad de los bueyes es inferior que la de los caballos, lo que concuerda con antecedentes entregados por otras publicaciones nacionales y extranjeros (Reyes et al, 1988 y Goe et al, 1980). Pero a pesar de la menor velocidad, se puede obtener un mayor rendimiento considerando el ancho de trabajo. La profundidad de trabajo también fue mayor que en el caso anterior, ya que una pareja de bueyes tiene una mayor capacidad de tiro. Si tomamos en cuenta que una aradura en lomaje con arado de vertedera requiere entre 38,2 hr/ha y una cruz de 29,6 hr/ha Ibáñez, et al, 1982, entonces puede apreciarse el beneficio que significa para los pequeños agricultores el uso de esta práctica de manejo de suelo. Con ello se puede evitar la necesidad del barbecho, uno de los factores más nocivos en la erosión del suelo, ya que éste queda desprotegido de una cubierta vegetal durante casi todo un año.

CUADRO 7. Rendimiento de un cultivador tirado por una yunta de bueyes en Cauquenes, 1988.

PARAMETRO	Valor
Profundidad de labor (cm)	11
Ancho de trabajo (m)	1
Velocidad (km/hr) 2,78	
Capacidad Teórica (ha/hr)	0,278
Capacidad Efectiva (ha/hr)	0,123
Eficiencia (%)	44
Capacidad Efectiva (hr/ha)	8,1

También debe considerarse que la labranza vertical no invierte el suelo, lo que deja una gran parte del residuo sobre éste, actuando como una capa protectora contra el impacto de la gota de lluvia. El arado de vertedera invierte el suelo, dejándolo totalmente desnudo y además provoca una erosión mecánica, sobre todo por parte del arado reversible, el que año a año rebaja una capa de suelo en dirección de la pendiente, formándose una especie de grada en la parte superior del potrero y apareciendo material de formación, granito (Camacho, 1988).

#### 4. Comparación en hora hombre/ha de tres sistemas de labranza

El Cuadro 8, muestra las necesidades de hora-hombre para los tres sistemas de labranza hasta el momento de la siembra. Como puede apreciarse, es notable la diferencia entre el sistema convencional y la mínima labranza. La cero labranza como puede observarse, consulta un significativo ahorro de mano de obra, pero es dependiente de herbicidas y una máquina sembradora especial que no está al alcance de un pequeño

agricultor.

CUADRO 8. Necesidad de mano de obra en tres sistemas de labranza hasta el momento de la siembra (hr/hombre/ha). Cauquenes, 1988.

L A B O R E S	TIPOS DE LABRANZA		
	Convencional	Mínima	Cero
Barbecho año anterior	25	-	-
Aradura presiembra	19	10	-
Mullimiento de suelo	3	1,5	-
Herbicida de presiembra	-	-	0,5
Siembra (Sembradora SEMEATO 220-TD)	2,1	2,1	3
TOTAL	49,1	13,6	3,5
(%)	100	28	7

NOTA: En la siembra se considera la necesidad de tres hombres durante la labor.

## ACTIVIDADES TEMPORADA 1989/1990

Tomando en cuenta las ventajas alcanzadas la temporada anterior, en la labranza vertical se continuaron los trabajos destinados a obtener un cultivador más apropiado para ejecutar esta labor y se realizaron mediciones sobre la necesidad de tracción para los equipos involucrados en los ensayos.

### 1. Desarrollo

A un cultivador mecánico de tracción animal desarrollado y construido por AGRITECNIA para el control mecánico de maleza y aireación de suelo (Foto 1), se le incluyeron una serie modificaciones que permitieron el uso adecuado como implemento de labranza primaria.

### 2. Especificaciones

#### Datos generales

Equipo	:	Arado cincel de tiro animal
Marca	:	AGRITECNIA
Modelo	:	Lorena Fabricación:Chilena
Fabricante	:	Arturo Gutiérrez,
Chillán-Chile		



FOTO 1. Cultivador mecánico de remolacha. AGRITECNIA

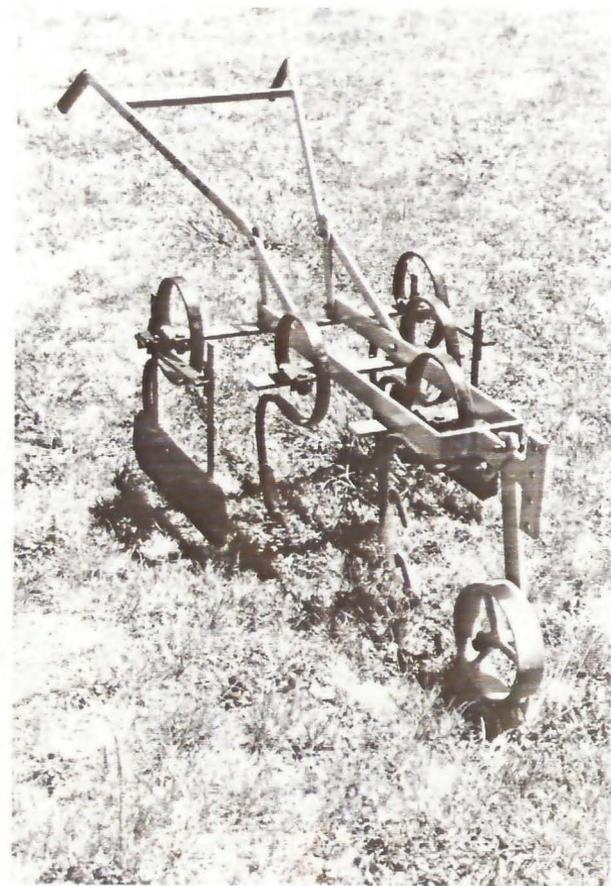


FOTO 2. Arado cincel de tracción animal  
AGRITECNIA - LORENA

## **Dimensiones**

Ancho	:	76 cm
Largo	:	180 cm
Altura máxima manquera	:	101 cm
Altura mínima manquera	:	82 cm
Diámetro ruedas	:	23 cm
Número de brazos	:	5

## **Pesos**

Peso total	:	53
Peso sin guardaplantas	:	47 kg

## **2. Descripción del equipo**

El arado cincel de tracción animal consta de un chasis principal de forma rectangular, con tres platinas soldadas e forma transversal, donde se pueden fijar hasta cinco vástagos cultivadores y un par de guardaplantas si se le desea utilizar como cultivador (Foto 2).

Los vástagos son del tipo "s" y se conectan con una abrazadera ajustable, lo que permite variar la ubicación lateral de éstos (Foto 3).

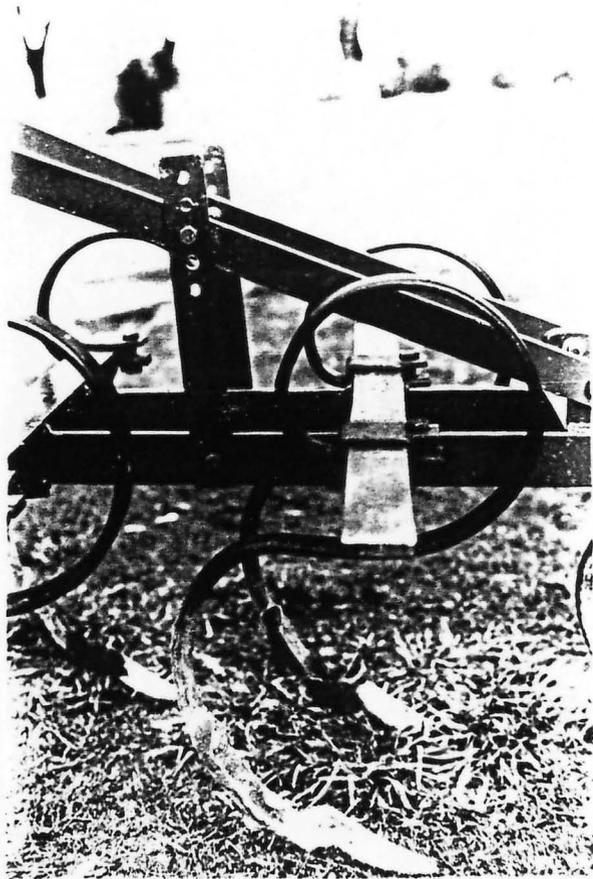


FOTO 3. Vástago tipo "S"



FOTO 4. Herramienta tipo cincel reversible

En el extremo inferior del perno, se ubica una herramienta tipo cincel reversible mediante un perno (Foto 4). El vástago acepta otro tipo de herramientas como escardillos para el control mecánico de malezas o un surcador para trabajos de aporca. En el extremo de la punta del cincel se ha ubicado un diente recto unido con soldadura para mejorar la penetración de la herramienta en suelo con menos requerimiento de tracción (Foto 5).

En el extremo frontal del marco portador, se encuentra la placa de enganche del equipo con diferentes orificios para modificar la profundidad de trabajo del equipo (Foto 6). En general, si el balancín se ubica en un punto inferior, el equipo tenderá a levantarse y enterrar menos.

Una rueda guía va ubicada en la parte frontal del equipo unida mediante una mordaza que permite variar su ubicación de acuerdo a la profundidad de trabajo que se requiera (Foto 7).

En la parte posterior del equipo, van ubicadas las manceras, apernadas y con la posibilidad de modificar su altura dependiendo del tamaño del operador y de acuerdo a las normas ergonómicas que se requieren para este tipo de equipo (Foto 8).

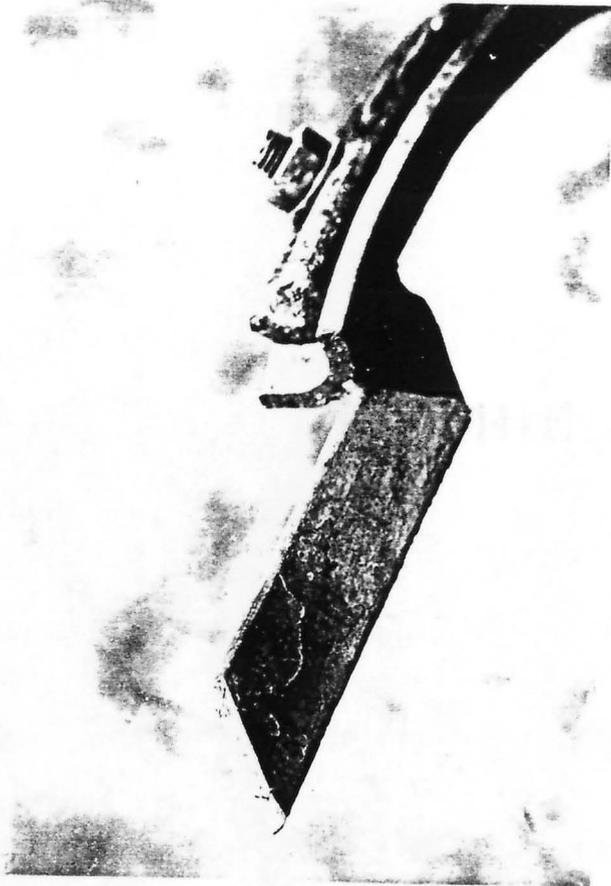


FOTO 5. Puntilla soldada a la herramienta tipo cincel

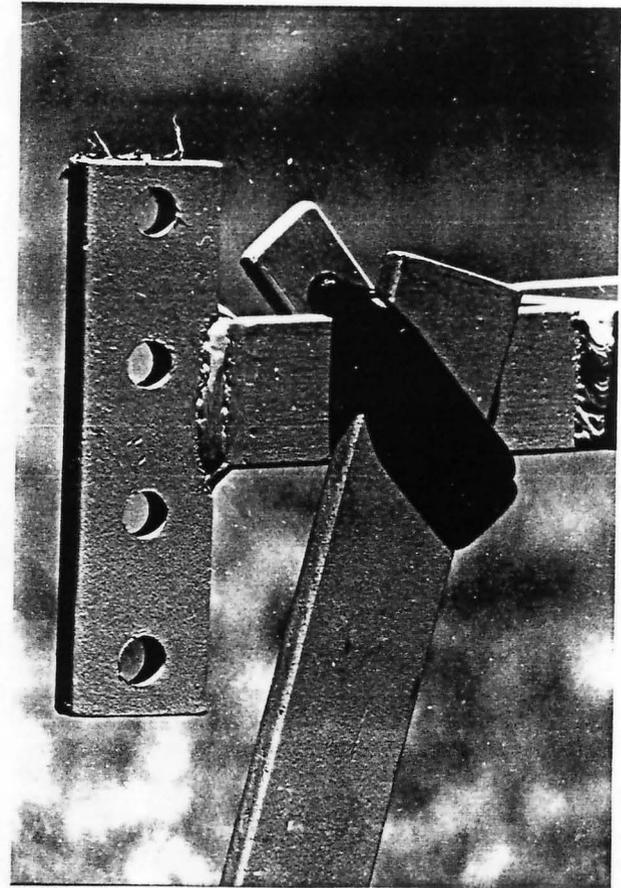


FOTO 6. Placa de enganche del implemento

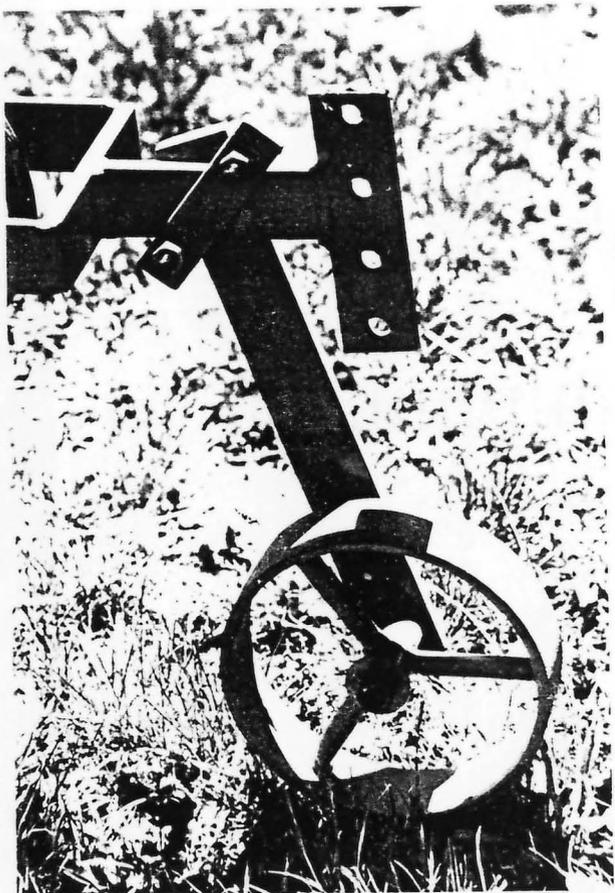


FOTO 7. Rueda guía

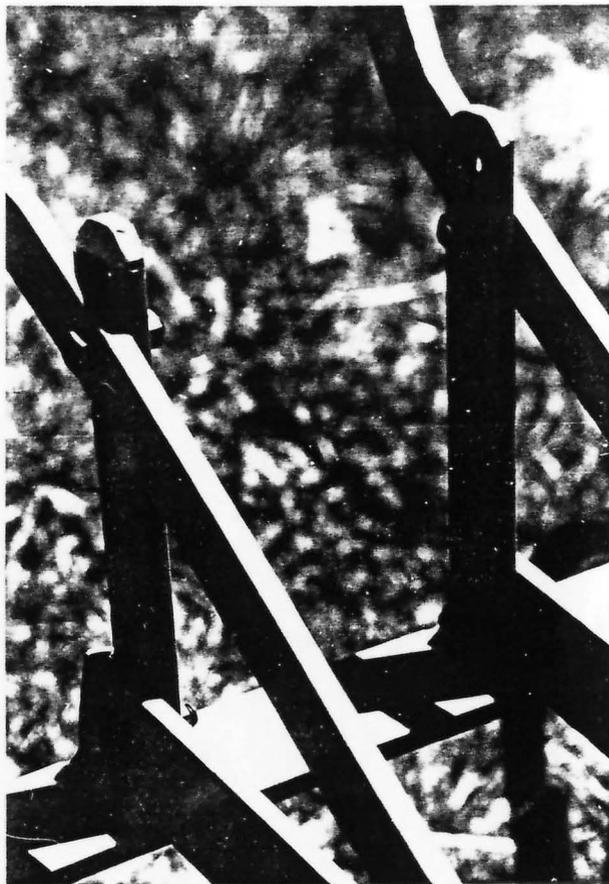


FOTO 8. Modificación de la altura de las manceras.

También se pueden ubicar un par de guardaplantas apernados al equipo, en casode utilizarlo como cultivador cuando las plantas que se quieren proteger están en sus primeros estados de desarrollo (Foto 9).

Los vástagos junto con las abrazaderas y las herramientas tipo cincel reversible que portan, son de procedencia alemana. Las características de estas herramientas reportado por un Laboratorio Metalúrgico alemán, aparecen en el Cuadro 9. En la Figura 1, aparece un esquema de ambas piezas. En la Figura 2, se muestran los resultados de las pruebas de fuerza de deflexión a que fue sometido el vástago (P50).

CUADRO 9. Características mecánicas de los vástagos y herramientas tipo cincel informadas por el Laboratorio Metalúrgico Smedjebacken S B Boxholm, Alemania Federal, (1986/12/10).

Fabricante	:	KRUPP BRUNNICH AUS WERDOHL
Grado del acero	:	DIN 60SiCr7
Fundición	:	Nº 8-7074
Análisis de composición (%)	:	0.65 C 2.0 Si 0.96Mn 0.023 P 0.007 S 0.23 Cr
Número de la pieza	:	P 50/1
Dimensiones vástago (mm)	:	32 x 10
Peso de 100 piezas (kg)	:	304
Número de la pieza	:	P 50/6
Dimensiones herramienta (mm)	:	40 x 5 x 190
Peso de 100 piezas (kg)	:	26

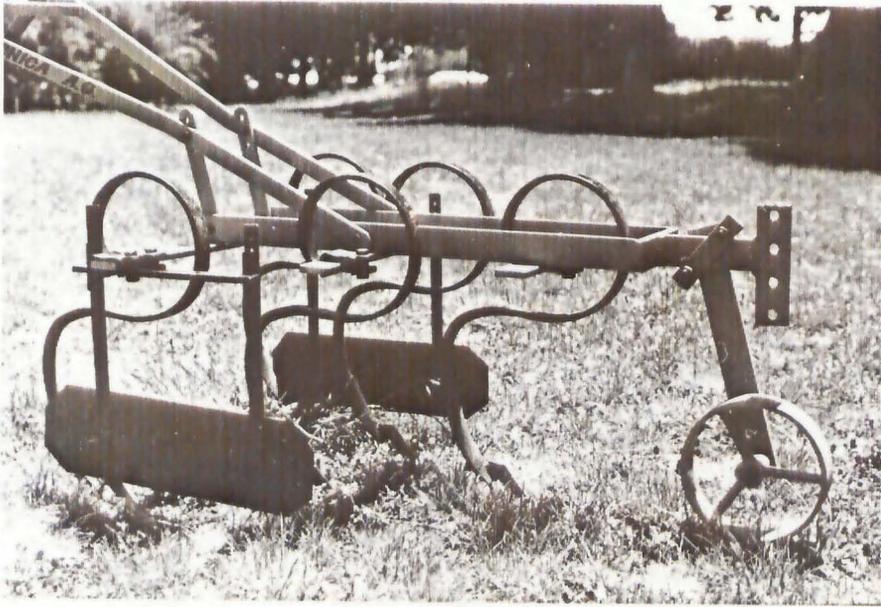


FOTO 9. Guardapuntas tipo cortinas



FOTO 10. Arado reversible "americano"

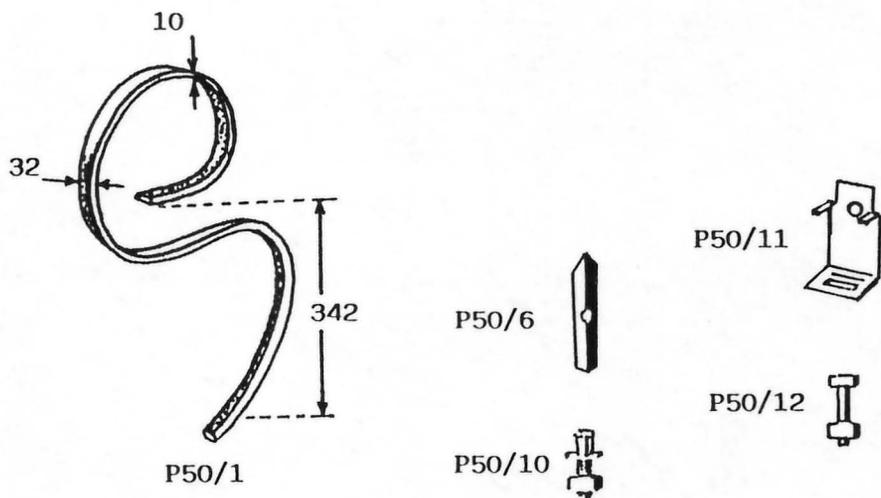


FIGURA 1- Detalle del vástago tipo "S", herramienta, cincel y uniones.

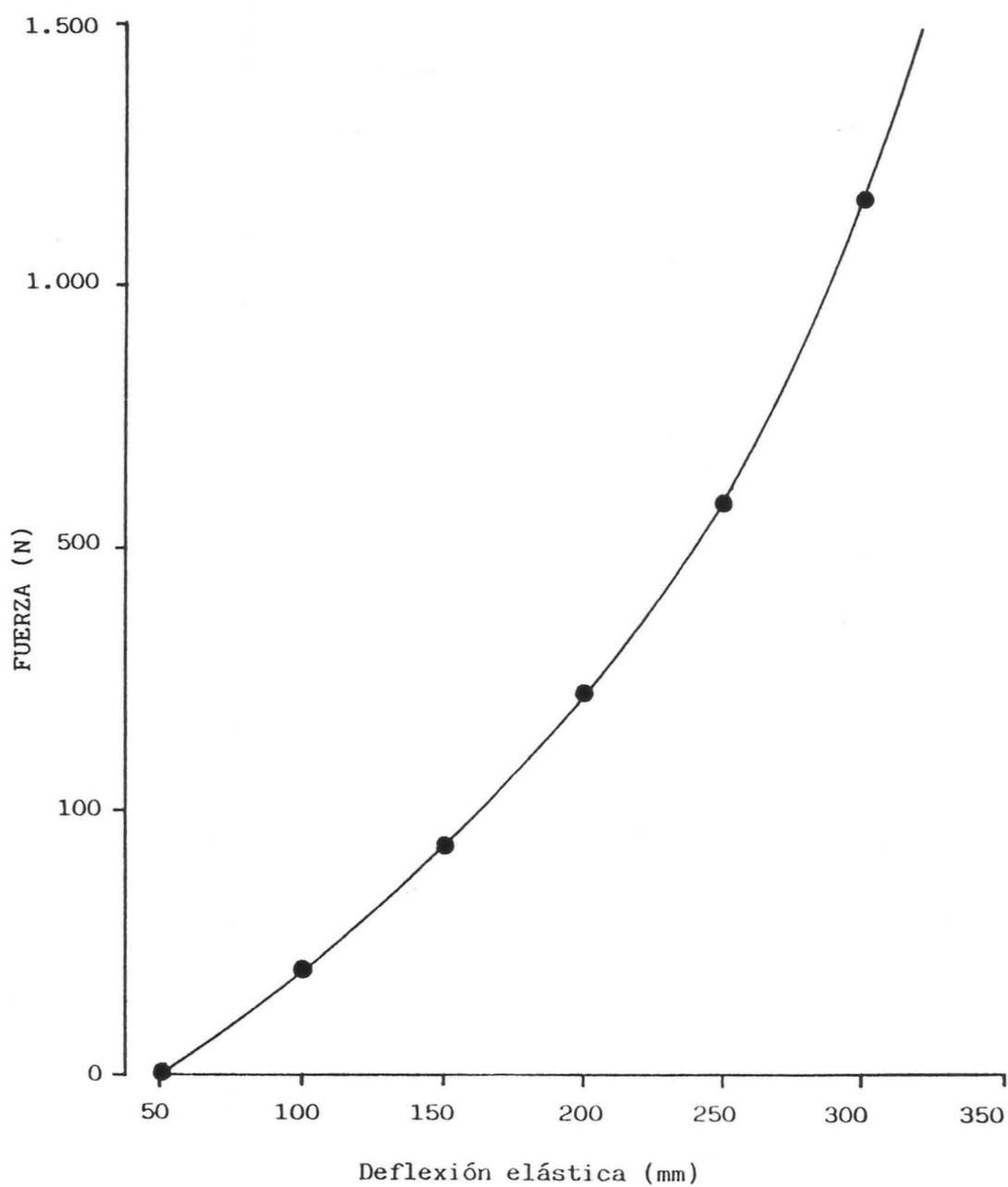


FIGURA 2- Curva de fuerza/deflexión elástica para un vástago cultivador P50. SMEDJEBACKEN 1986-12-10.

Esta capacidad de deflexión del vástago presenta la ventaja de reducir la necesidad de tracción de acuerdo con Ashburner y Sims (1984) y a su vez, absorber los diferentes cambios de resistencia que se presentan en el suelo debido a la presencia de piedras o raíces, los que en el caso de vástagos rígidos provocan tirones sobre los aperos del animal, provocando la molestia de éstos y reticencia al continuar trabajando.

MATERIALES Y METODOS : El suelo serie Cauquenes de la comuna de Portezuelo, provincia de Ñuble, VIII región, localidad "Liucura", se evaluó y comparó con un arado cincel de tracción animal con un arado de vertedera reversible de la localidad (Foto 10).

Se midió el requerimiento de tracción para ambos instrumentos mediante un dinamómetro hidráulico desarrollado por el Laboratorio de Mecánica del Departamento de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción en Chillán.

El dinamómetro consiste básicamente en un cilindro hidráulico construido en acero SAE 1045 rectificado interiormente a 50,8 mm de diámetro. Sus vástagos son de acero inoxidable AISi 304 de 25,4 mm de diámetro y terminan en una platina de acero SAE 5160 con una perforación de 25,4 mm de diámetro que permiten las conexiones del dinamómetro en su lugar de trabajo (Figura 3).

Durante el trabajo en terreno, el operador lee la presión en el manómetro en lb/pul.2, cifra que multiplicada por un factor de conversión 10,5 transforma esta presión a fuerza en Newton.

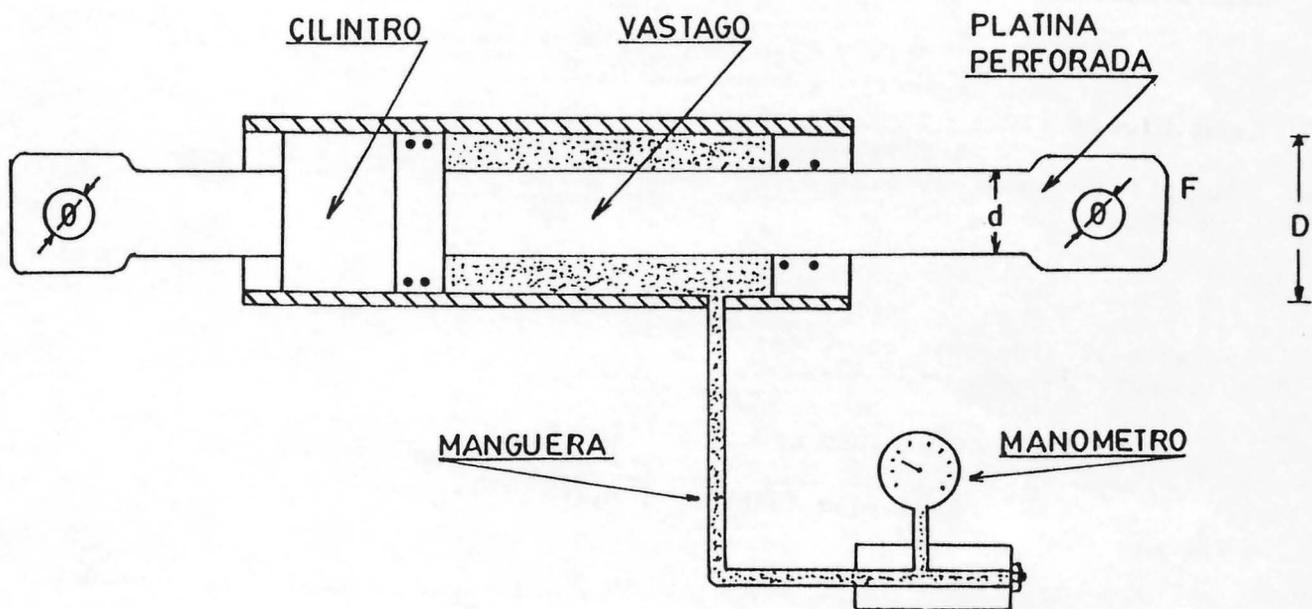
La velocidad se determina midiendo el tiempo necesario, en segundos, para que el implemento trabajando recorra la distancia (27,2 m) entre dos señales claramente visibles.

La potencia desarrollada se calculó utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Potencia (KW)} = \frac{\text{Fuerza de tiro (N)} \times \text{veloc. de avance (m/s)}}{1000}$$

La capacidad teórica de trabajo para los dos equipos fue estimada mediante la relación:

$$\text{Cap. teórica = (ha/hr)} = \frac{\text{Ancho de trab. equipo (m)} \times \text{veloc. (km/hr)}}{10}$$



$F$  = Fuerza de tiro

$D$  = Diámetro del cilindro = 50,8 mm

$d$  = Diámetro del vástago = 25,4 mm

$\emptyset$  = Diámetro perforación platina = 25,4 mm

FIGURA 3- El dinamómetro en corte

La Capacidad Efectiva se estimó midiendo el tiempo total requerido para ejecutar el trabajo en una determinada superficie, mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Capac.Efec.} = \frac{\text{Superficie trabajada (ha)}}{\text{Tiempo total utilizado (hr)}}$$

La eficiencia de campo se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Efic. Campo (\%)} = \frac{\text{Capacidad Efectiva (ha/hr)}}{\text{Capacidad Teórica (hr/ha)}} \times 100$$

En el arado cincel, las puntas se ubicaron con separaciones de 0.145 m, por lo que con cinco puntas se obtuvo un ancho de trabajo de 0.725 m. El arado fue tirado por una pareja de caballos.

El arado de vertedera reversible, presentaba un ancho de trabajo de 0.23 m y fue tirado por un solo caballo.

RESULTADOS : En el Cuadro 10, se aprecian los resultados de las observaciones de algunos parámetros mecánicos medidos en las pruebas de campo. Se aprecia un porcentaje bajo de variación en las mediciones. Si comparamos el ancho promedio de labor con el ancho de trabajo del equipo, encontramos una pérdida de un 35% debido a traslapo, esta pérdida con una mayor práctica del operador, podría reducirse hasta un 15%.

CUADRO 10. Observaciones de algunos parámetros mecánicos en el trabajo de un caballo con arado de vertedera de tracción animal (2/08/89).

Profundidad Nº Observ.	Tracción	Tiempo	Ancho	
	lb/pul.2	seg/27.2m	labor (m)	aradura (m)
1	140	21	0.2	0.15
2	140	23	0.2	0.13
3	120	21	0.3	0.15
4	120	-	0.3	0.14
5	120	-	-	0.15
6	120	-	-	0.12
7	140	-	-	0.15
Suma	900	65	1	0.99
Promedio	128.0	21.7	0.25	0.14
D.St.	10.7	1.2	0.06	0.012
C.V. (%)	8.3	5.5	24.6	8.6

En el Cuadro 11, aparecen las observaciones realizadas con el arado de vertedera, en general se aprecia un aumento en coeficiente de variación con respecto al cuadro anterior. No ocurre esto para el caso de la profundidad de trabajo, ya que para el caso de la vertedera debido a su diseño, se altera menos este parámetro que en el caso del cincel, esto también contribuye a que se forme una estrata impermeable a la misma profundidad en el caso del arado de vertedera. Si comparamos el ancho de labor del equipo con el ancho de trabajo de éste, encontramos que es superior, en este caso es más fácil controlar el ancho de labor del equipo debido al surco que queda en cada pasada, también podría provocarse el problema de dejar lenguetas sin arar, lo que obligaría posteriormente a repetir la labor mediante una "cruza".

CUADRO 11. Observaciones de algunos parámetros mecánicos en el trabajo de una pareja de caballos con un arado cin-cel de tracción animal (2/08/89).

Profundid. Nº Observ.	Tracción		Tiempo		Ancho	
	lb/pul.2	seg/27.2m	labor (m)	muerto en giros (seg.)	aradura (m)	
1	180	23	0,5	11	0,10	
2	180	22	0,5	11	0,14	
3	180	23	0,4	15	0,12	
4	180	22	0,4	-	0,12	
5	200	24	0,5	-	0,14	
6	180	23	0,5	-	0,14	
7	180	-	-	-	0,10	
Suma	1.280	137	2,8	37	0,84	
Promedio	182,8	22,8	0,47	12,3	0,12	
D.St.	7,5	0,8	0,05	2,3	0,016	
C.V. (%)	4,1	3,5	10,6	18,6	13,3	

En el Cuadro 12, aparecen los resultados de las mediciones de fuerza de tiro y potencia par ambos equipos, se aprecia que la fuerza de tiro del arado cin-cel excede en un 42% a la del arado de vertedera. En la experiencia realizada se utilizó un solo caballo para tirar el arado de vertedera, por lo que el uso de una pareja de animales equipara con holgura los requerimientos de tracción de arado de vertedera. De acuerdo con Reyes y Hetz, (1988), un equipo de 500 kg de peso en un tiempo de trabajo de 6 horas diarias, podría desarrollar una fuerza de tracción media equivalente a 936 N, por lo que dos caballos de 600 kg serían suficientes para traba jar con el equipo. No así en el caso del arado de vertedera, donde un solo animal estaría siendo demasiado exigido para ejecutar esa labor. Si relacionamos los valores de potencia obtenidos en el

Cuadro 12, con el ancho de labor promedio, mostrados en los cuadros anteriores, encontramos un requerimiento de potencia de 6.5 HP por metro de ancho de labor para el arado cincel y de 9 HP para el arado de vertedera, lo que indicaría una mayor eficiencia en el uso de la energía animal, para el arado cincel.

CUADRO 12. Comparación de requerimientos de fuerza y potencia de dos implementos de tracción animal en un suelo serie Cauquenes de la Comuna de Portezuelo (2/08/89).

IMPLEMENTO	Fuerza de tiro (N)	Velocidad (m/s)	Potencia	
			kw	HP
Arado Cincel	1919	1.19	2.28	3.06
Arado Vertedera reversible	1350	1.25	1.69	2.26

En el Cuadro 13, aparece una comparación de la capacidad de trabajo que es posible conseguir en ambos equipos. Encontramos una mayor velocidad de trabajo para el caso de la vertedera, esto es factible que se deba al uso de un solo animal, en comparación al cincel donde se utiliza una pareja de animales, con lo cual disminuye la velocidad de trabajo, también el exceso de tiro para un solo animal, tiende a que éste se apure en la labor. Pero sin duda, el parámetro que más interviene en la mayor capacidad de trabajo del arado cincel, es el ancho de trabajo el cual excede más de 3 veces al arado de vertedera.

CUADRO 13. Comparación de la capacidad de trabajo de dos implementos de tracción animal en un suelo serie Cauquenes de la comuna de Portezuelo (2/08/89).

ARADO	Nº Caballos	Profundidad trabajo (m)	Ancho trabajo (m)	Velocidad (km/hr)	Capacidad teórica (ha/hr)	Capacidad efectiva (ha/hr)	Eficiencia (%)	Capacidad efectiva (hr/ha)
Cinzel	2	0.12	0.725	4.28	0.310	0.121	39	8.26
Vertedera	1	0.14	0.23	4.51	0.104	0.037	36	27.03

## ACTIVIDADES TEMPORADA 1990/1991

En esta temporada se evalúa en las parcelas de ensayos de Cauquenes, el arado cincel desarrollado en la temporada anterior y se le compara con el arado más utilizado en la zona, arado de vertedera reversible (Ibáñez, et al, 1982).

Se desarrolla y evalúa una sembradora de cero labranza de tracción animal.

### 1. EVALUACION SISTEMAS DE LABRANZA

METODOLOGIA EXPERIMENTAL : La misma utilizada en la temporada 1988/1989.

RESULTADOS :

#### 1. Aradura de inversión

En el Cuadro 14, se aprecia que el tiempo empleado en arar una franja de 40 m de largo, no presenta gran variación, se observa también una notable reducción en el tiempo empleado en comparación con el arado Famae, empleado en la temporada 1988/1989. El ancho de trabajo presenta una gran variación debido a la inexperiencia del operador, para arar hacia la izquierda, lo que le hace salirse del surco y excederse en el ancho de corte, que para este implemento es de 0.23 m. La profundidad de aradura también presenta variaciones altas, para este tipo de implemento, debido a fallas del operador.

CUADRO 14. Medición de algunos parámetros en el trabajo de un arado de vertedera reversible tirado por un caballo de 600 kgs. Cauquenes, 1990.

Profundidad Nº Observ.	----- Tiempo	Ancho	Tiempo	
	seg/40 m	trabajo (m)	muerto giros (seg)	aradura (m)
1	26	0.26	23	0.11
2	25	0.15	17	0.13
3	27	0.35	22	0.13
4	25	0.16	18	0.15
5	27	0.28	19	0.10
6	27	0.12	24	0.15
7	28	0.28	25	0.15
8	26	0.19	22	0.12
9	27	0.22	29	0.16
10	28	0.15	26	-
x	26.6	0.22	22.5	0.13
s	1.08	0.07	3.75	0.02
C.V. (%)	4	35	17	16

En el trabajo del implemento también se pudo apreciar el desplazamiento mecánico de suelo, con la formación de una grada en la parte superior de la parcela, esto en años continuados de labranza puede traer como consecuencia la aparición de "calvas" o afloramiento de subsuelo (Camacho, 1988).

## **2. Aradura vertical**

El Cuadro 15, muestra los resultados de las evaluaciones realizadas en la operación del arado cincel de tracción animal. No existe una gran variación en el tiempo de arar una franja de 40 m. Apréciase la ventaja del ancho de labor en comparación al arado de vertedera reversible. En cuanto a la profundidad de labranza, es más reducida que la convencional, pero en los resultados de rendimiento de cultivo no se aprecian diferencias atribuibles a este parámetro.

CUADRO 15. Medición de algunos parámetros en el trabajo de un arado cincel tirado por un caballo de 600 kgs. Cauquenes, 1990.

Profundidad Nº Observ.	Tiempo	Ancho	Tiempo	
	seg/40 m	trabajo (m)	muerto giros (seg)	aradura (m)
1	27	0.69	23	0.05
2	26	0.65	30	0.06
3	29	0.51	18	0.05
4	28	0.61	17	0.06
5	28	0.60	22	0.07
6	26	0.51	14	0.10
7	27	0.49	16	0.06
8	27	0.76	18	0.09
9	23	0.45	16	0.06
10	28	0.35	22	-
x	26.9	0.56	19.6	0.07
s	1.66	0.12	4.72	0.02
C.V. (%)	6	22	24	26

### 3. Comparación de dos sistemas de aradura

En el Cuadro 16, se muestra los tiempos medidos en segundos para arar parcelas de 200 m<sup>2</sup>. El análisis de varianza de estos datos que aparecen en el Cuadro 17, indican que no existen diferencias por repeticiones, y las diferencias son significativas al 5%. Expresando los resultados obtenidos en términos de hectárea de suelo, se obtienen los valores que aparecen en el Cuadro 18.

CUADRO 16. Comparación entre dos sistemas de labranza. Tiempo en segundos para parcelas de 200 m<sup>2</sup>. Cauquenes, 1990.

REPETICIONES

TRATAMIENTOS	1	2	3	x
Arado reversible	1577	1354	1376	1436
Arado cincel	460	414	318	397

CUADRO 17. Análisis de varianza para medición de tiempos por parcela

FUENTE DE VARIAC.	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medio	F Calculado	Pr >F
Tratamiento	1	1617204	1617204	398.21	0.0025
Bloques	2	32581	16290	4.01	0.1995
Error	2	8122	4061	-	-
Total	5	1657907			

CUADRO 18. Comparación entre dos métodos de labranza en el Secano Interior. Equipo tirado por un caballo de 600 kgs. Cauquenes, 1990.

EQUIPO	Profund. Labor (cm)	Ancho trab. (m)	Veloc. km/hr	C.T. ha/hr	C.E. Ha/hr	Efic. (%)	C.E. Hr/ha
Arado de Vertedera	13	0.23	5.4	0.125	0.050	40	19.9
Arado cincel	7	0.70	5.4	0.378	0.181	48	5.5

C.T. = Capacidad teórica de trabajo  
 C.E. = Capacidad efectiva de trabajo  
 EFIC. = Eficiencia

Como puede apreciarse, el arado cincel requiere menos de  $1/3$  del tiempo necesario para arar una hectárea, con el arado convencional, ésto se debe principalmente a su mayor ancho de trabajo, que sólo se puede alcanzar con labranza vertical y reduciendo la profundidad de trabajo, la que sólo incrementa los requerimientos de tracción.

Si se compara estos resultados del arado cincel con los obtenidos con el cultivador en la temporada 1988/1989, se aprecia una reducción del 24% en el tiempo requerido para arar una hectárea, esto puede deberse principalmente al aumento de velocidad producida en esta última temporada, ya que se utilizó para el ensayo un caballo acostumbrado sólo a mover un carro de transporte.

## 2. DESARROLLO Y ENSAYO DE UNA SEMBRADORA DE CERO LABRANZA

### 1. Especificaciones

#### - Dimensiones Totales:

Ancho de transporte	:	1.73 m
Altura de transporte	:	1.33 m
Longitud de transporte	:	3.73 m
Altura de carga	:	1.330 mm
Capacidad tolva semilla	:	0.099 m <sup>3</sup>
Capacidad tolva abono	:	0.099 m <sup>3</sup>
Masa en vacío	:	200 kg
Dimensiones neumáticos	:	6.00 x 14
Radio de las ruedas bajo carga media	:	318 mm
Presión de inflado	:	20 lb/pulg.2

- **Dosificador de semilla:** Tipo cilindro acanalado, la cantidad de semilla se regula corriendo el cilindro a lo largo

del eje para variar la longitud activa de los canales portadores de la semilla que sale por los orificios de la tolva, donde actúa un agitador de semilla.

- **Velocidad de trabajo:** 2,5 a 4,5 km/hr

- **Especies de semilla:** Trigo, avena, cebada, lenteja, arveja, frejoles, chícharos y hualputra.
  
- **Distribuidor de abono:** Tipo rodillo individual, con agitador y abertura modificable.
  
- **Abridor de surco:** Tipo cincel, regulación de profundidad desde 2 a 7 cm, ubicación entre hileras modificables desde 15 a 80 cm.

**2. Descripción:** La sembradora de tracción animal, de siembra directa, consiste en un carro básico, con dos ruedas con semiejes, asiento para el operador y varas para caballo (Foto 1 y 2), opcionalmente puede llevar un pértigo para bueyes. Sobre el carro básico se instala, apernada el sistema de tolva de semilla, (Foto 3), y fertilizante con sus respectivos sistemas de dosificadores. En la barra portaimplemento del carro, se instala el sistema abridor de surco de la máquina, que consiste en cinco vástagos canadienses con herramientas tipo cincel, tras los cuales se deposita la semilla y el fertilizante mediante un tubo, que se conecta a los dosificadores de la máquina mediante mangueras plásticas flexibles (Foto 4). El sistema dosificador es accionado por el giro de la rueda, el que se



FOTO 1. Vista frontal sembradora de tracción animal para siembra directa

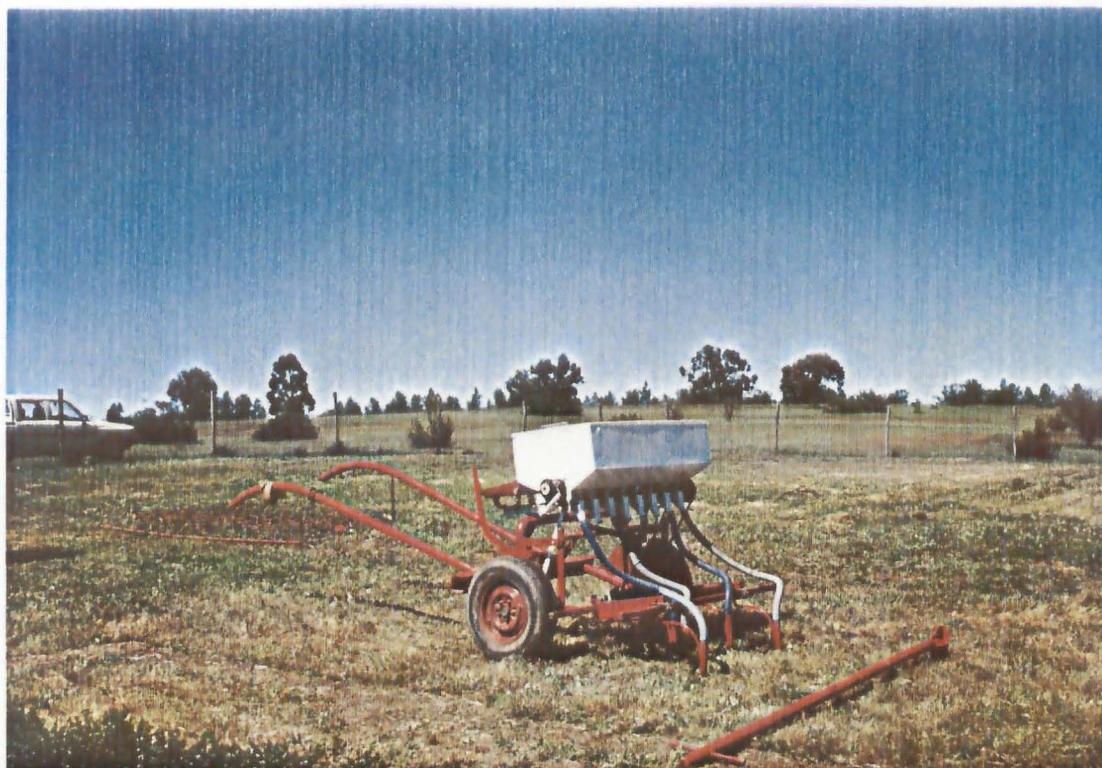


FOTO 2. Vista anterior del sistema abridor de surco de la sembradora



FOTO 3. Tolva de semilla

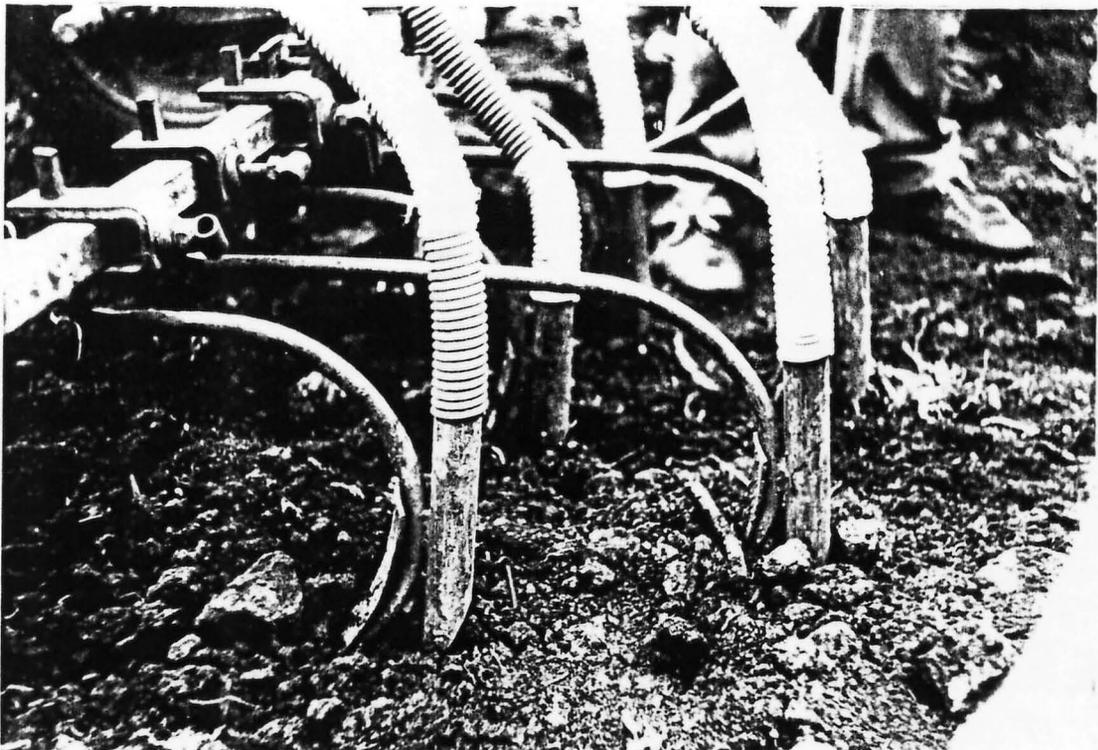


FOTO 4. Sistema abridor de surco de la máquina

trasmite mediante una cadena que conecta dos ruedas dentadas, la rueda dentada superior posee un sistema de embrague, que se conecta o desconecta con el accionamiento de la palanca de levante del sistema abridor de surco. La primera rueda dentada acciona los dosificadores de semilla y a su vez en el otro costado mediante transmisión de cadena conecta al eje del sistema dosificador de fertilizante. El sistema dosificador de semilla se regula mediante una palanca que desplaza el cilindro acanalado, aumentando o disminuyendo la longitud activa de los canales portadores de la semilla (Foto 5 y 6).

### **3. Ensayo de la sembradora**

3.1. Metodología. Se utilizó la norma Española ISO y la norma Argentina IRAM.

Para la semilla se determinó la variedad, el calibre y el peso por hectolitro.

El ensayo fue del tipo estático, para ello con la máquina parada, se accionó la rueda motriz de la sembradora a una velocidad equivalente a la que tendría en trabajo real.

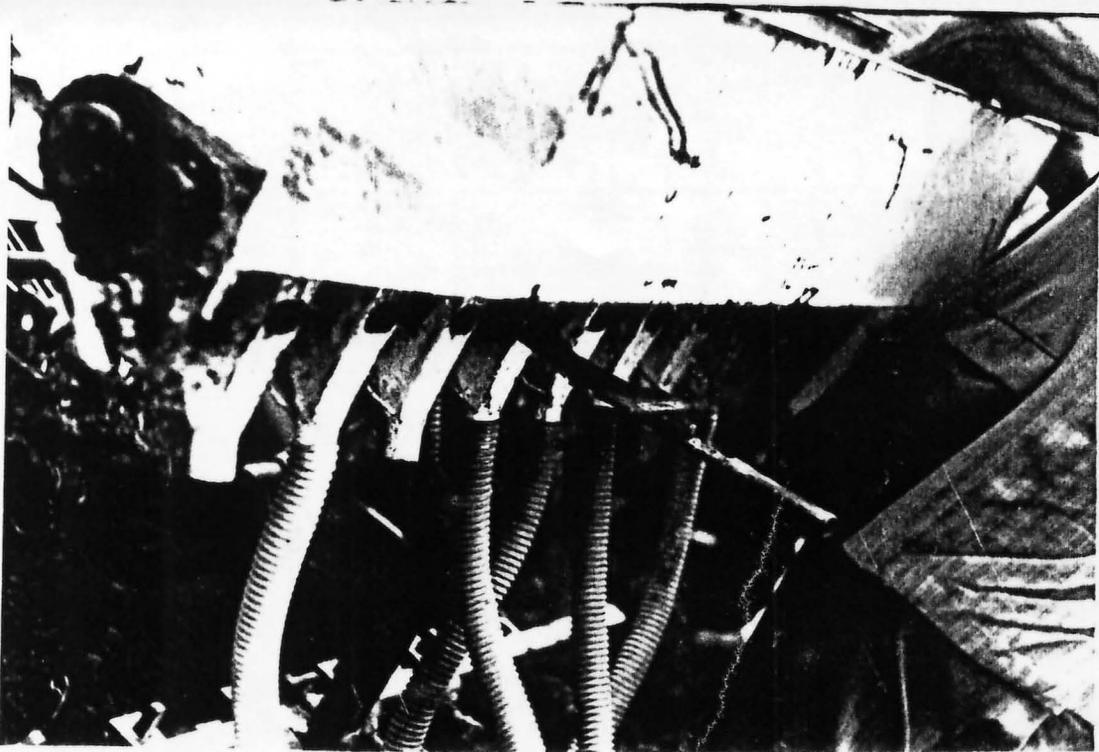


FOTO 5. Detalle del dosificador de semilla



FOTO 6. Máquina tirada por caballo

Se dieron 20 vueltas a la rueda y se recogió la semilla en bolsas individuales. Se utilizó el esquema de la Tabla 1 para anotar las observaciones.

TABLA 1. Disposición de los resultados en los ensayos estáticos.

POSICION	Tiempo (seg)	Cantidad colectada (g)										
		Dosificador										
Repetición		1	2	3	4	5	6	7	8	Xt	s	CV
I												
II												
III												
X												

X : Promedio por dosificador  
 Xt : Promedio de todos los dosificadores  
 s : Desviación estandar entre dosificadores  
 CV : Coeficiente de variación entre dosificadores

Se determinó y graficó el desvío de cada dosificador respecto al promedio general, para ello se utilizó la relación:

$$\text{Desvío Xt} = \frac{(X_{\text{dos}} - X_t)}{X_t} \times 100$$

Donde:

Desvío Xt : Desvío de cada dosificador respecto del promedio general (%)  
 X dos : Media de cada dosificador  
 Xt : Promedio general

También se realizó un análisis de varianza y test de Duncan para determinar si las diferencias entre

posiciones o entre dosificadores eran estadísticamente significativas.

El mismo procedimiento se utilizó en el ensayo de dosificadores de fertilizantes, efectuándose también mediciones en el fertilizante utilizado, sobre: Granulometría, densidad aparente, contenido de humedad.

### 3.2 RESULTADOS :

#### 1. Característica de la semilla

Variedad	: Cisne
Calibre	: 2,3 mm
Peso hectolitro	: 78 - 82 kg

#### 2. Ensayo estático dosificador de semilla

En el Cuadro 19, se muestran los resultados del ensayo de dosificador de semilla. En general, se aprecia que a medida que se utiliza una abertura más grande, disminuye el coeficiente de variación.

CUADRO 19. Ensayo estático dosificador de semilla (gr/hilera).

POSICION (mm)	Tiempo (seg)	DOSIFICADOR								x	s	CV
		1	2	3	4	5	6	7	8			
5	27	29	41	23	39	43	27	39	31			
	29	27	37	22	37	43	25	39	29			
	26	29	34	21	35	40	23	35	29			
x	27	28	37	22	37	42	25	38	30	31	7,1	22
9	29	34	52	29	42	38	25	35	35			
	26	40	57	36	47	42	30	43	41			
	26	43	57	37	53	45	32	47	45			
x	27	39	55	34	47	42	29	42	40	41	7,9	19,2
9,4	24	60	65	48	67	63	51	65	57			
	24	58	69	49	65	67	55	65	57			
	25	57	69	48	63	65	51	65	58			
x	24	58	68	48	65	65	52	65	57	60	7,2	12
9,5	26	58	71	48	65	67	50	69	58			
	24	60	69	49	63	67	52	71	57			
	24	60	69	47	65	67	51	65	59			
x	25	59	70	48	64	67	51	68	58	61	8,1	13,3
9,7	17	61	71	50	69	71	54	71	60			
	25	62	71	50	65	71	53	69	60			
	25	60	69	49	65	67	53	67	57			
x	26	61	70	50	66	70	53	69	59	62	7,8	12,6
10	26	60	73	52	73	79	60	73	55			
	27	67	79	60	79	81	63	81	67			
	29	67	81	59	79	83	61	77	69			
x	27	65	78	57	77	81	61	77	64	70	9,2	13,2
11,2	25	70	79	57	77	77	65	77	69			
	26	74	85	59	81	81	71	83	73			
	26	72	83	58	81	79	67	79	73			
x	26	72	82	58	80	79	68	80	72	74	8,1	11

12,1	27	82	93	69	91	89	75	89	79			
	25	80	91	71	89	87	75	89	75			
	25	85	89	67	87	89	75	87	75			
x	26	82	91	69	89	88	75	88	76	82	8,1	9,8
14	36	96	109	91	111	109	95	107	97			
	29	97	107	87	109	109	93	105	95			
	28	97	105	87	109	107	93	105	95			
x	31	97	107	88	104	110	94	106	96	100	7,6	7,6
14,5	25	100	109	89	109	107	95	101	97			
	27	102	113	91	113	111	97	109	99			
	26	108	109	87	111	105	93	105	97			
x	26	103	110	89	111	108	95	105	98	102	7,8	7,6
15	27	107	117	99	117	123	105	119	107			
	27	107	119	97	119	121	105	119	105			
	26	103	117	95	121	121	121	115	108			
x	27	106	118	97	119	122	104	118	107	111	9	8,1
16	32	119	129	109	131	131	115	127	117			
	29	121	127	107	129	129	111	125	-			
	27	111	119	101	125	121	105	119	107			
x	29	117	125	106	128	127	110	124	112	119	8,5	7,2
17	32	128	141	121	145	145	130	139	130			
	31	129	141	117	143	143	125	139	127			
	32	129	139	117	143	137	121	135	123			
x	32	129	140	118	144	142	125	138	127	133	9,4	7,1
18	30	139	149	125	153	147	131	145	135			
	30	137	145	125	149	149	129	141	131			
	27	135	145	121	147	141	131	143	131			
x	29	137	146	124	150	146	130	143	132	139	9,2	6,6

19	30	145	155	137	161	155	143	153	143			
	28	143	155	131	159	155	135	151	139			
	28	141	147	129	151	147	131	145	137			
x	29	143	152	132	157	152	136	150	140	145	8,8	6,1
20	40	167	179	153	183	185	167	183	171			
	35	161	163	143	171	173	155	169	157			
	33	157	167	145	173	172	155	169	155			
x	36	162	170	147	176	177	159	174	161	166	10,4	6,3
22	32	175	183	161	189	185	169	179	167			
	29	173	179	159	185	181	165	179	167			
	29	169	183	159	185	179	163	175	165			
x	30	172	182	160	186	182	166	178	166	174	9,4	5,4
23	30	189	189	169	199	191	179	187	177			
	28	189	191	171	195	191	173	187	175			
	29	181	191	165	193	187	175	185	177			
x	29	186	190	168	196	190	176	186	176	184	9,3	5,1
24	33	189	199	175	203	195	185	197	181			
	27	185	197	173	201	195	181	187	179			
	28	187	197	171	203	195	181	191	181			
x	29	187	198	173	203	195	182	192	180	189	10,1	5,3
25	31	217	221	203	229	231	213	225	217			
	32	219	221	203	227	223	211	225	215			
	35	217	219	203	224	227	209	225	219			
x	33	218	220	203	228	227	211	225	217	219	8,5	3,9

En el Cuadro 20, aparece el resultado del test de Duncan.

CUADRO 20. Resultado del test de Duncan para las diferentes posiciones del dosificador.

Posición abertura (mm)	Promedio (gr)	Grupo Duncan
5	32	S
9	41	R
9,4	60	Q
9,5	61	Q
9,7	62	P
10	70	O
11,2	74	N
12,1	82	M
14	100	L
14,5	102	K
15	111	J
16	119	I
17	133	H
18	139	G
19	145	F
20	166	E
22	174	D
23	184	C
24	189	B
25	219	A

F : 24941; P > 0.01, Significativo

Tal como se aprecia, existen diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes posiciones del dosificador en el caso de la posición 9.4 y 9.5 mm, no existen diferencias significativas, lo que indica que la variación en un décimo de milímetro del dosificador no produce cambio en la dosis, sí al variar en dos décimos, como sucede entre 9,5 y 9,7.

En el Cuadro 21, se muestra el resultado del test de Duncan, para los dosificadores.

CUADRO 21. Resultado del test de Duncan para los dosificadores de semilla.

Nº Dosificador	Promedio (gr)	Grupo Duncan
1	111	D
2	121	B*
3	100	G
4	122	A
5	120	B*
6	105	F
7	118	C
8	108	E

F = 1471; > 0.01, Significativo

Se observa en el Cuadro 21, que sólo dos dosificadores no presentan diferencias estadísticamente significativas, para una sembradora de chorro se aceptan diferencias hasta de  $\pm 20\%$  con respecto al promedio total de dosificadores.

En las Figuras 4 a la 23, se muestra el desvío de cada dosificador con respecto al promedio general. Se aprecia que sólo en aberturas inferiores a 12,1 mm se presentan diferencia superiores a 20%, y sobre la abertura de 9 mm es sólo el dosificador número 3, el que presenta la más alta desviación.

FIGURA 4. DESVIO DE CADA DOSIFICADOR DE SEMILLA RESPECTO AL  $\bar{x}$  T

POSICION 5 mm

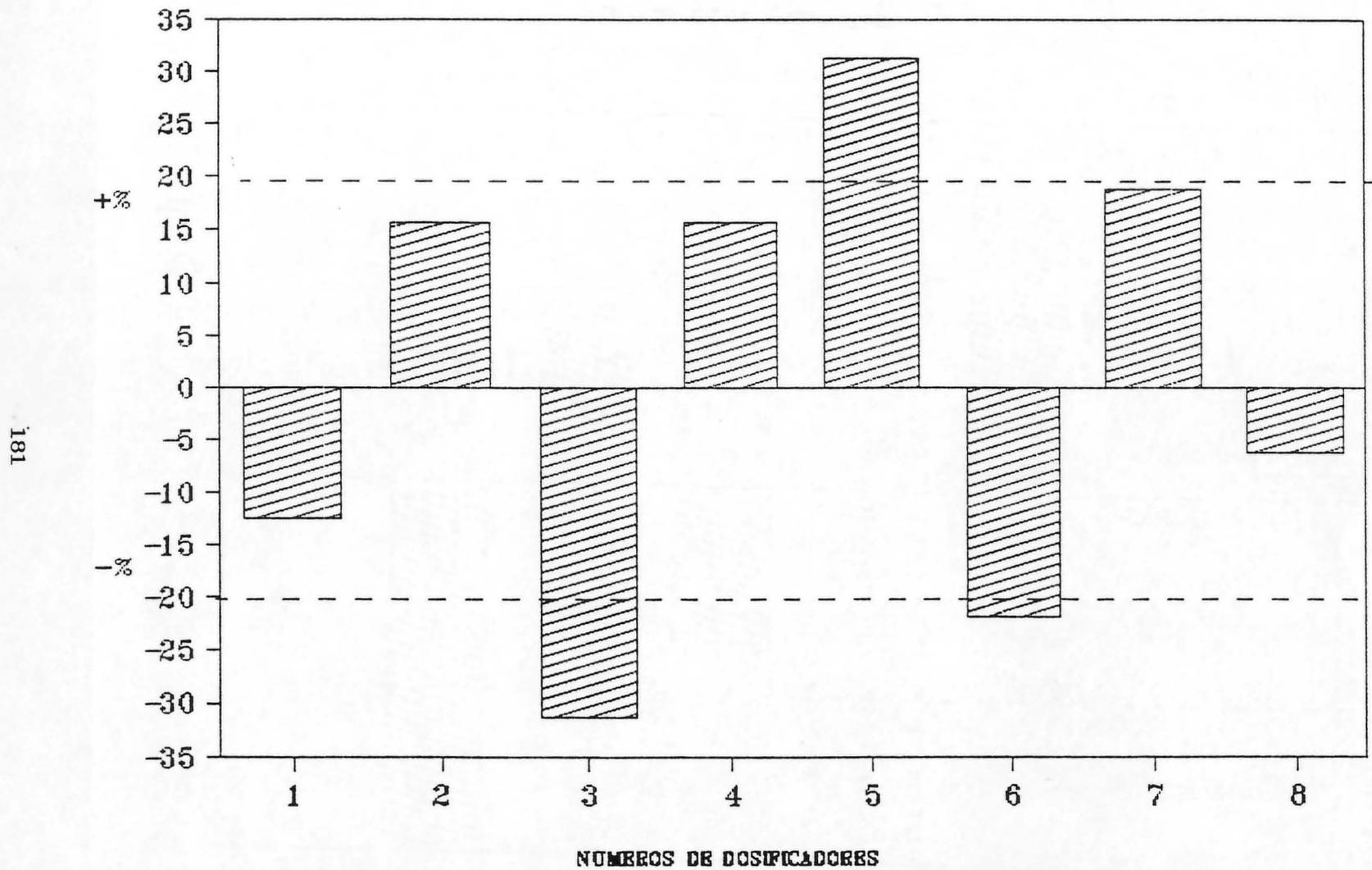


FIGURA 5. DESVIO DE CADA DOSIFICADOR DE SEMILLA RESPECTO AL  $\bar{x}$  T

POSICION 9 mm

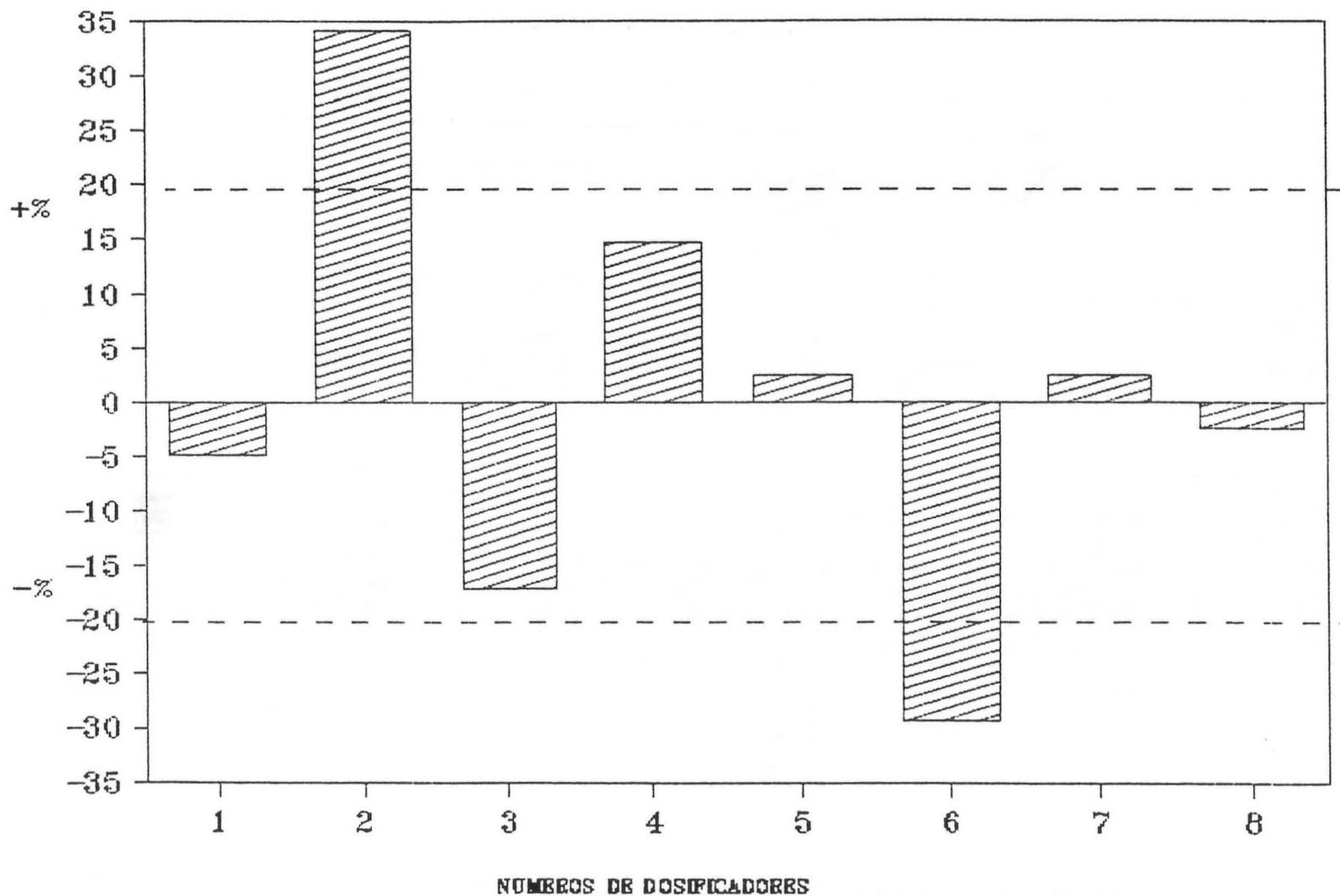


FIGURA 6. DESVIO DE CADA DOSIFICADOR DE SEMILLA RESPECTO AL  $\bar{x}$  T

POSICION 9.4 mm

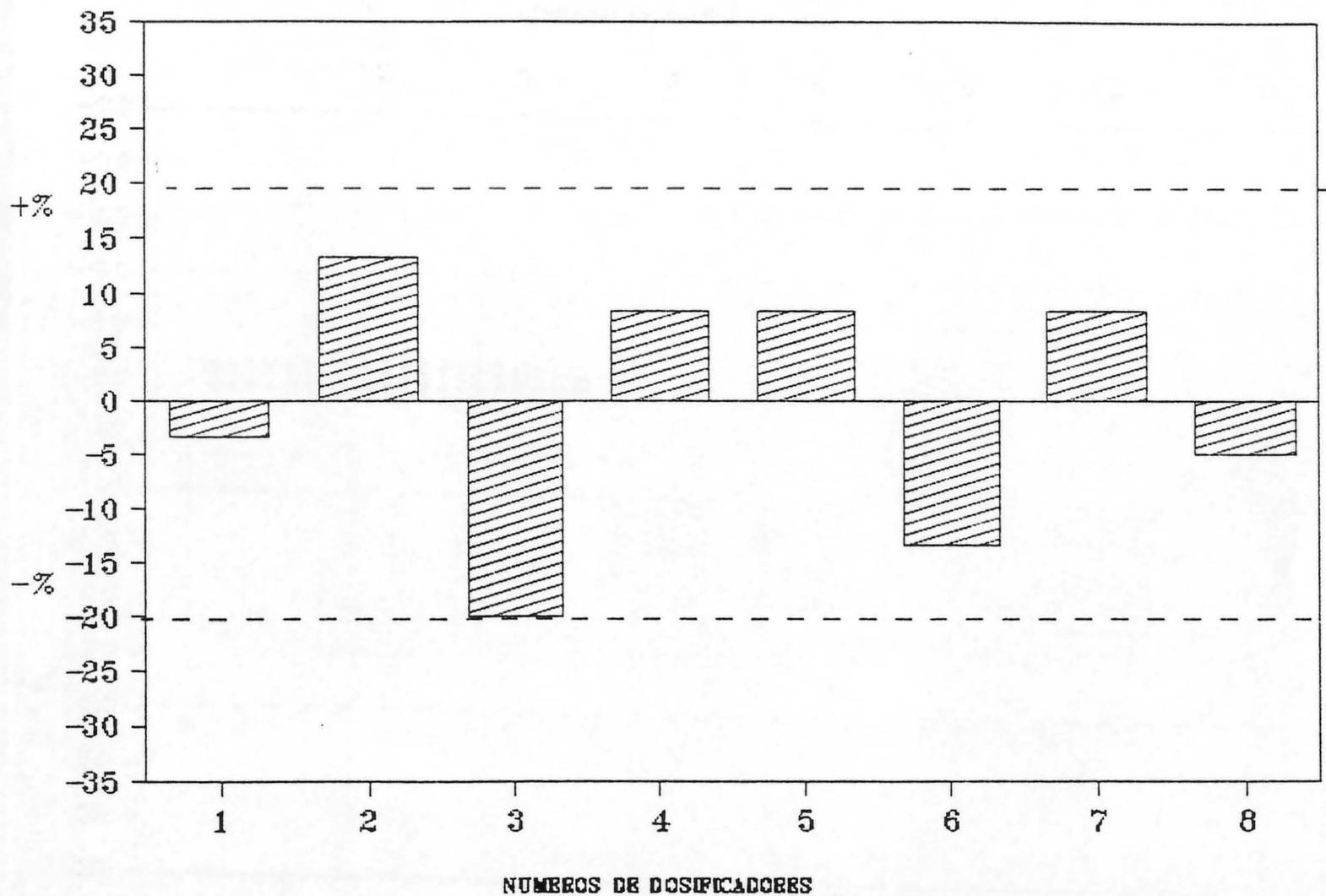


FIGURA 7 . DESVIO DE CADA DOSIFICADOR DE SEMILLA RESPECTO AL x T

POSICION 9.5 mm

184

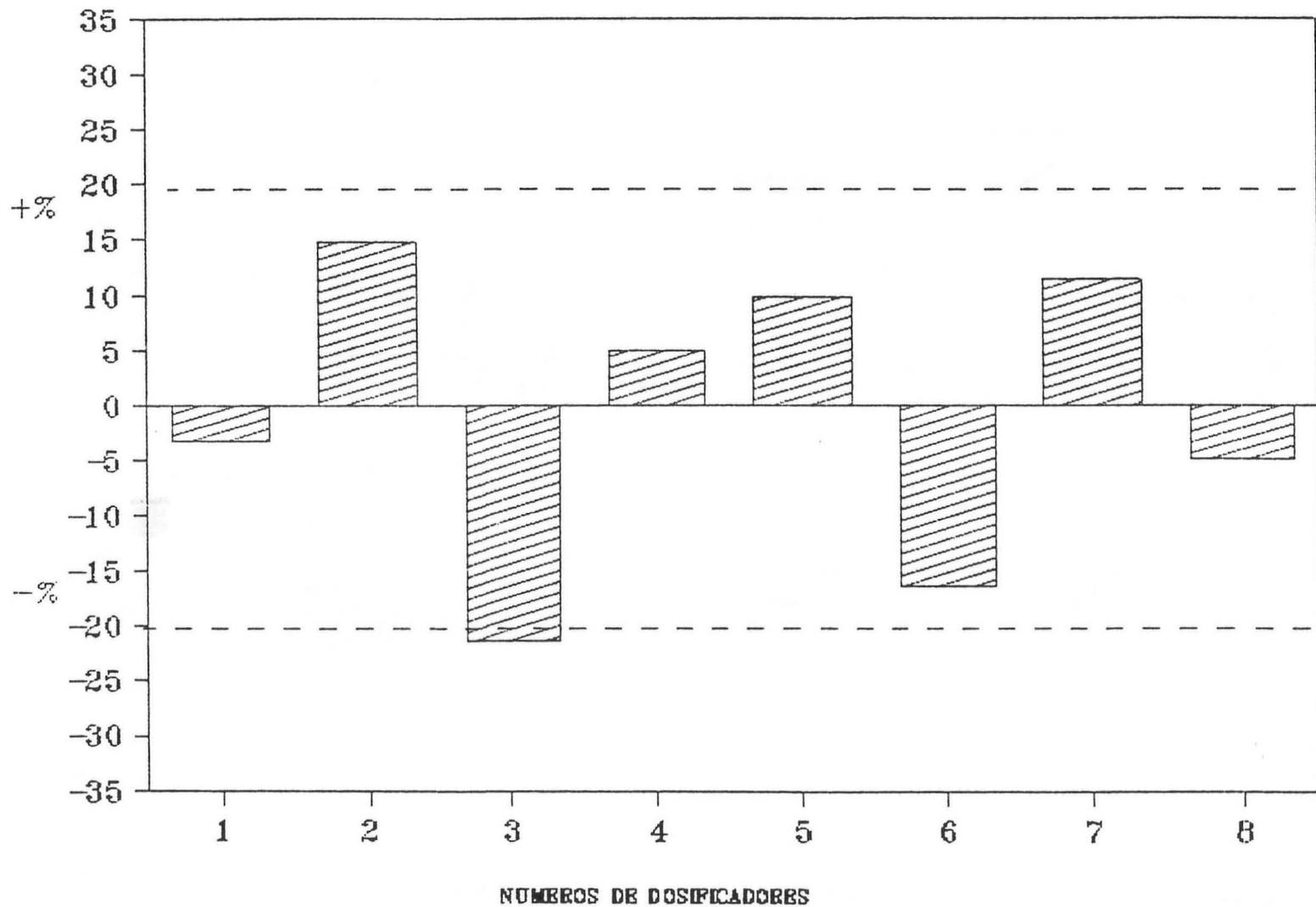


FIGURA 8. DESVIO DE CADA DOSIFICADOR DE SEMILLA RESPECTO AL  $\bar{x}$  T

POSICION 9.7 mm

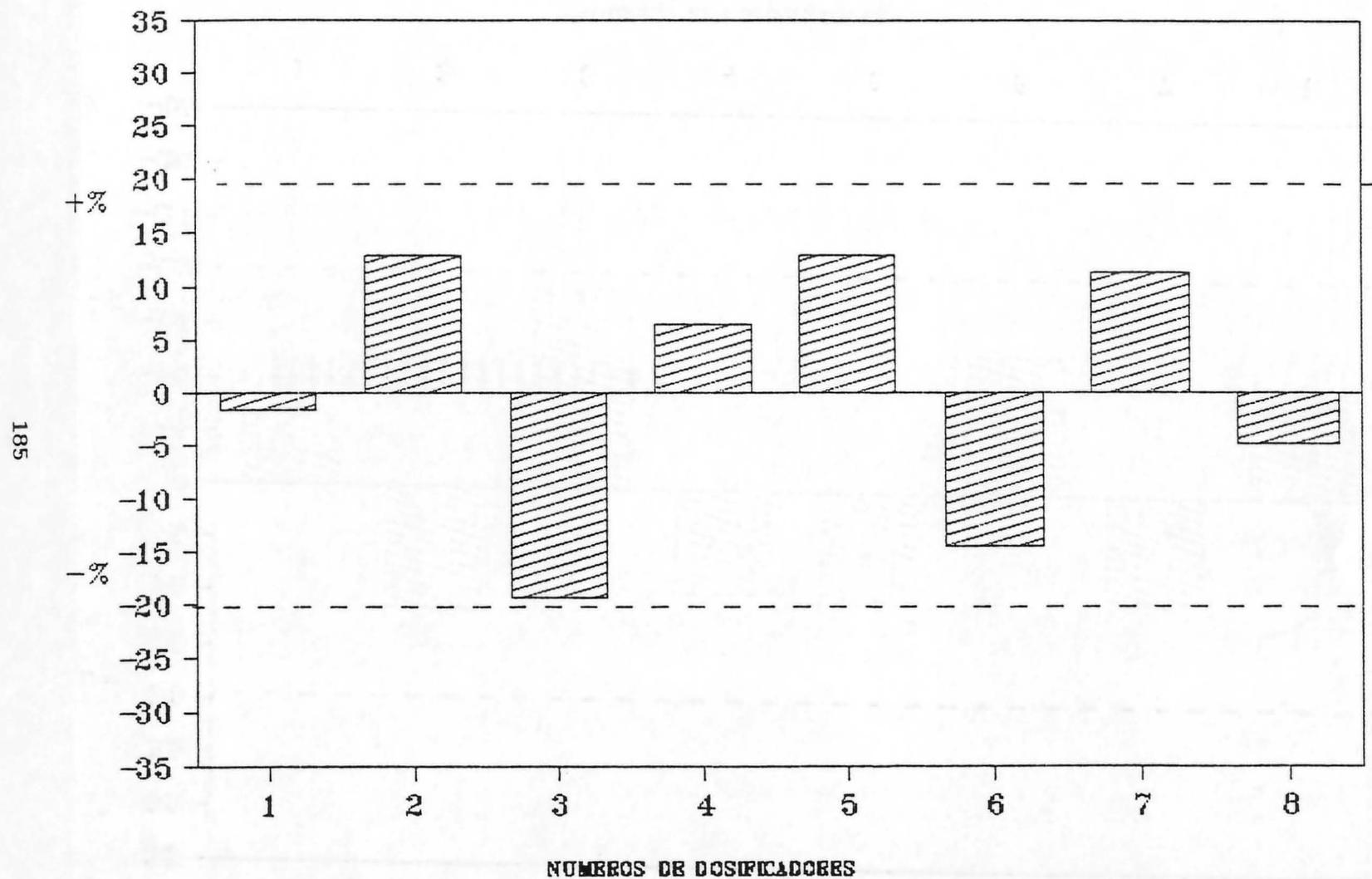


FIGURA 9. DESVIO DE CADA DOSIFICADOR DE SEMILLA RESPECTO AL x T

POSICION 10 mm

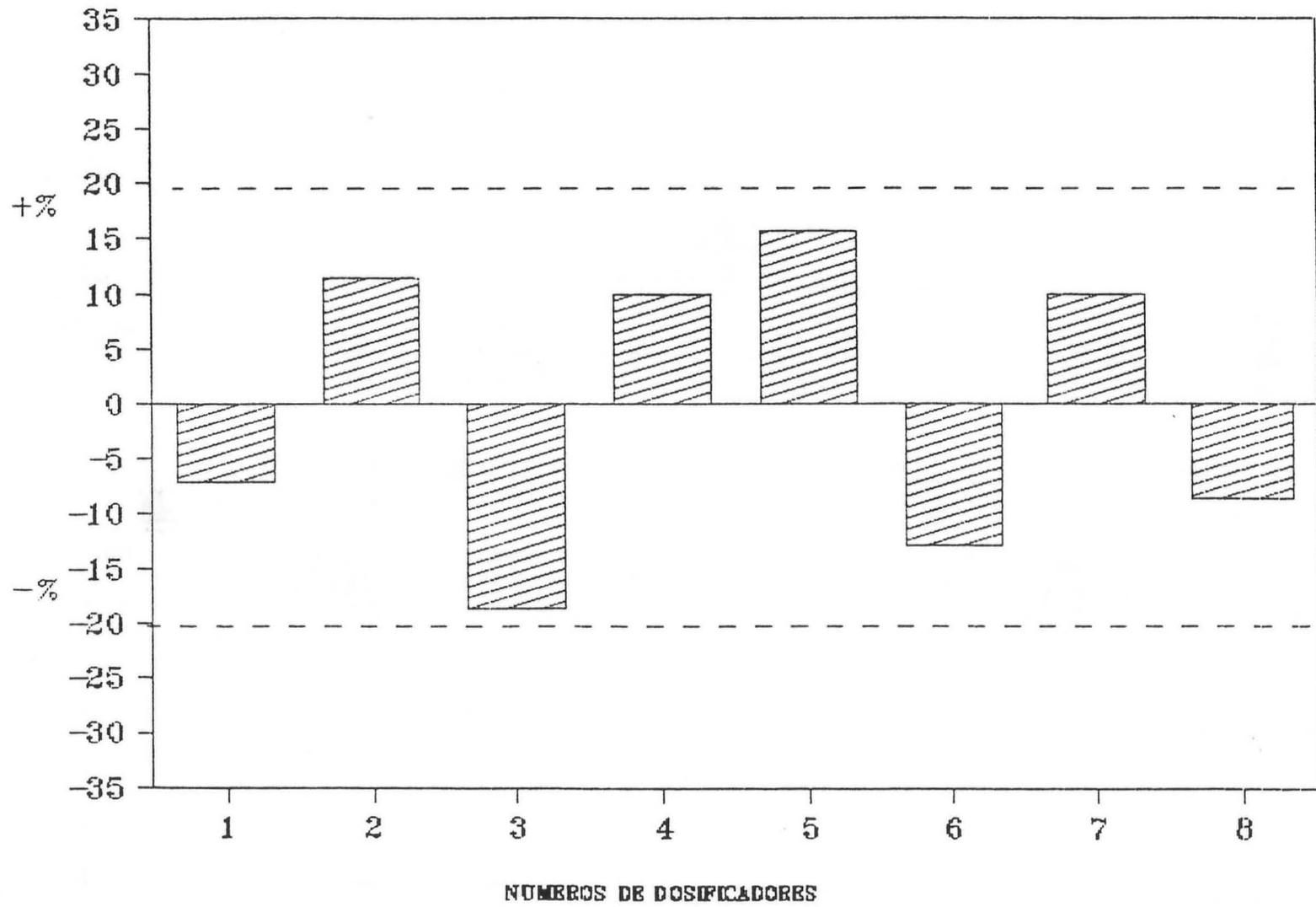


FIGURA 10. DESVIO DE CADA DOSIFICADOR DE SEMILLA RESPECTO AL  $\bar{x}$  T

POSICION 11.2 mm

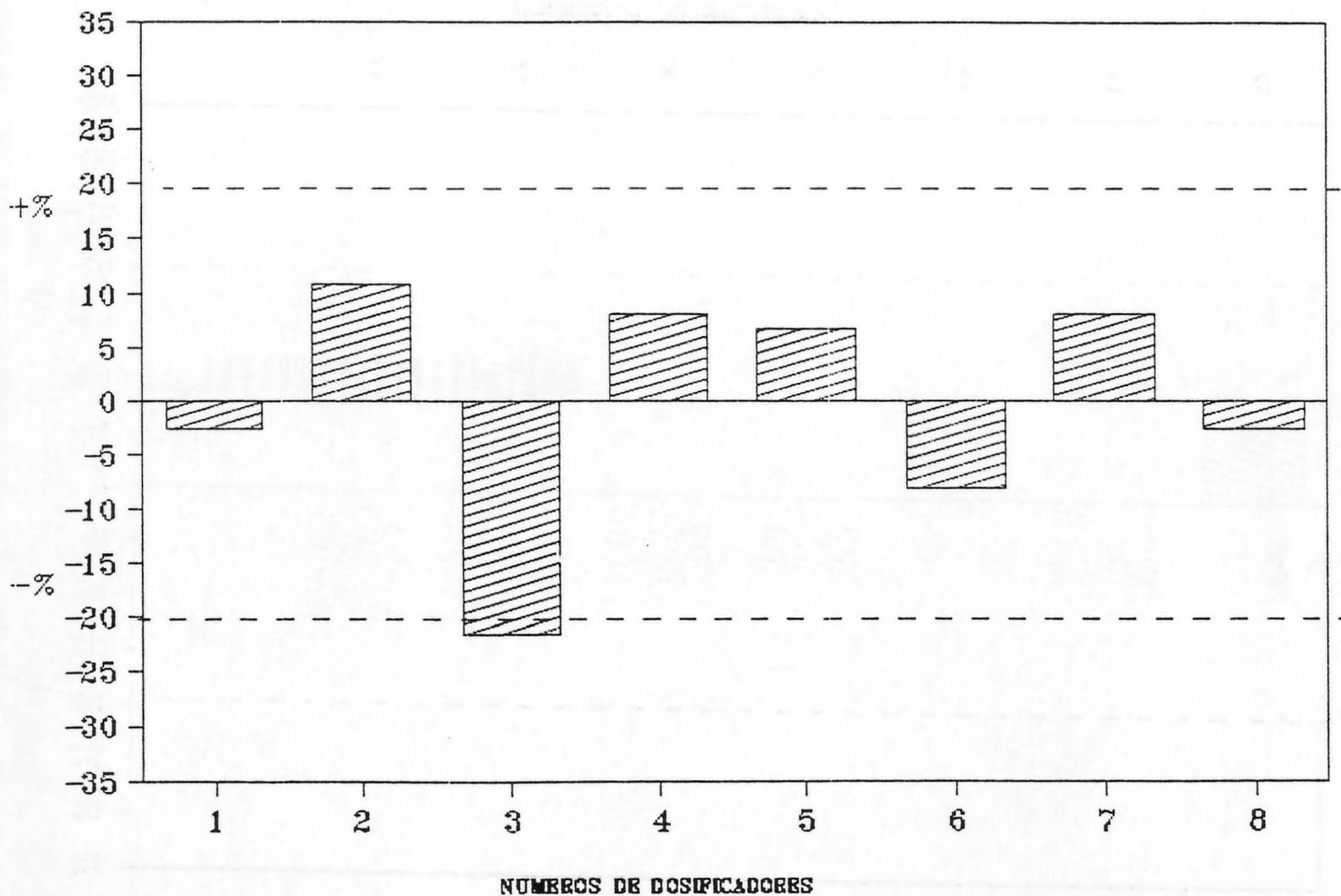


FIGURA 11. DESVIO DE CADA DOSIFICADOR DE SEMILLA RESPECTO AL  $\bar{x}$  T

POSICION 12.1 mm

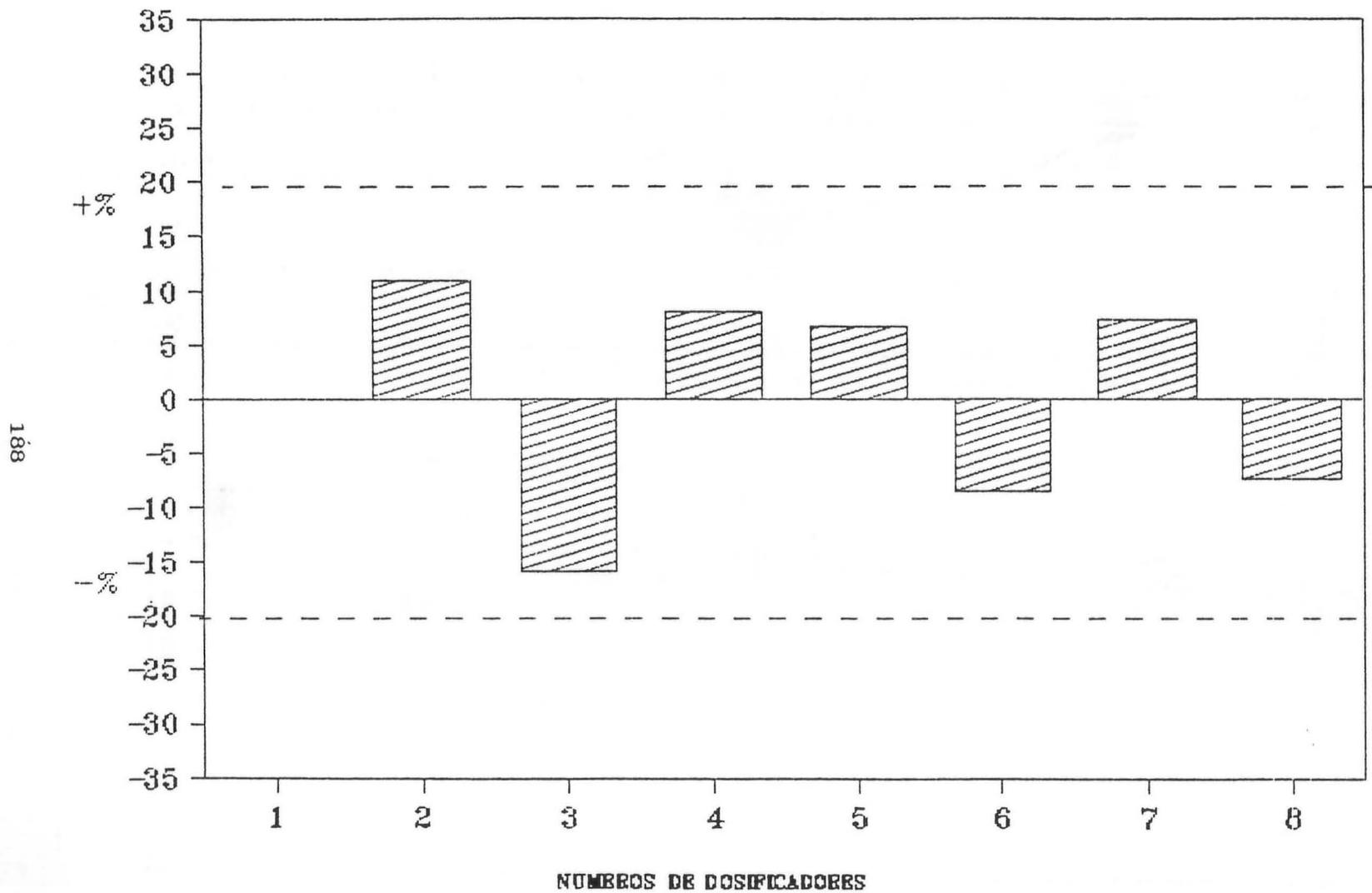


FIGURA 12. DESVIO DE CADA DOSIFICADOR DE SEMILLA RESPECTO AL  $\bar{x}$  T

POSICION 14 mm

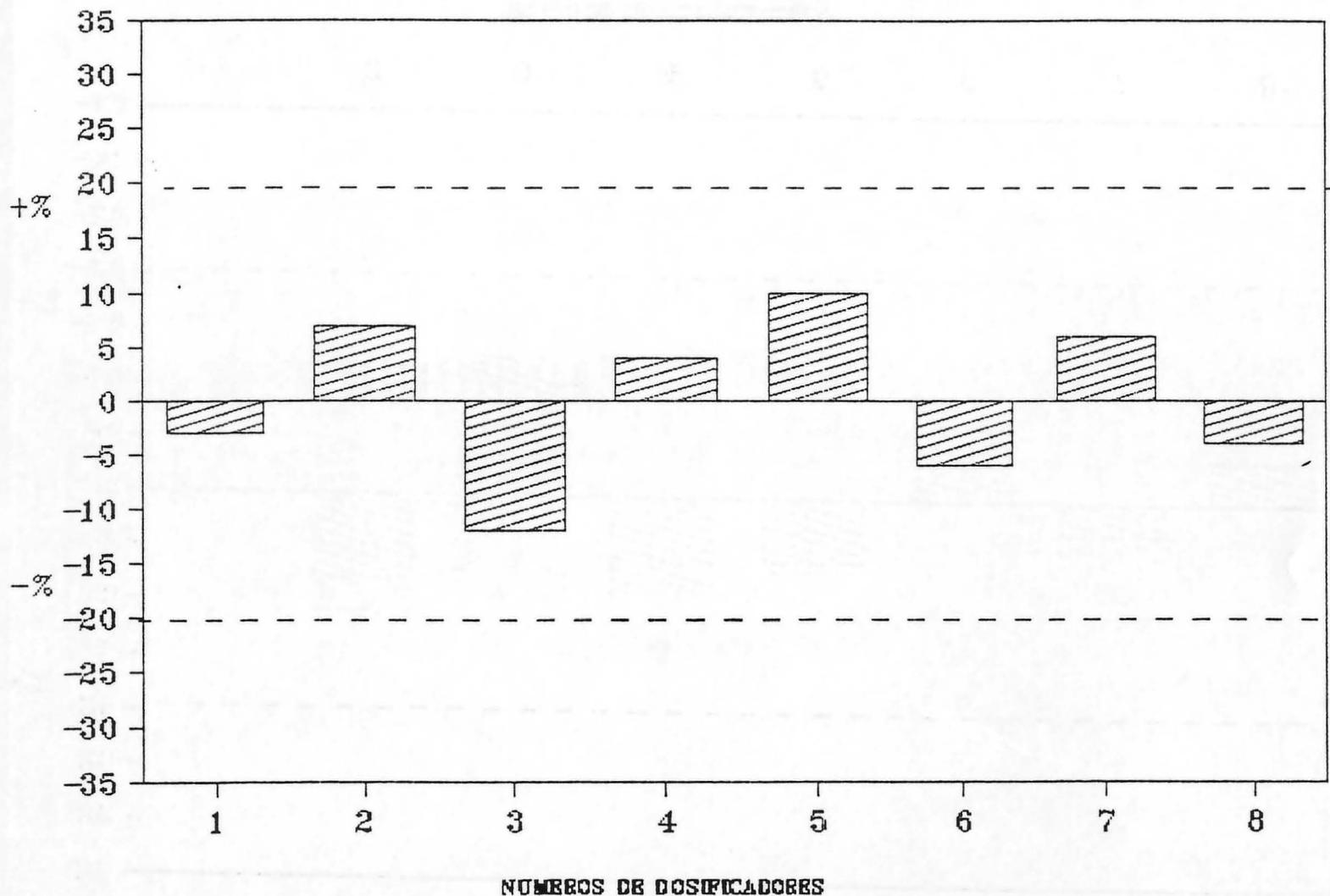


FIGURA 13. DESVIO DE CADA DOSIFICADOR DE SEMILLA RESPECTO AL  $\bar{x}$  T

POSICION 14.5 mm

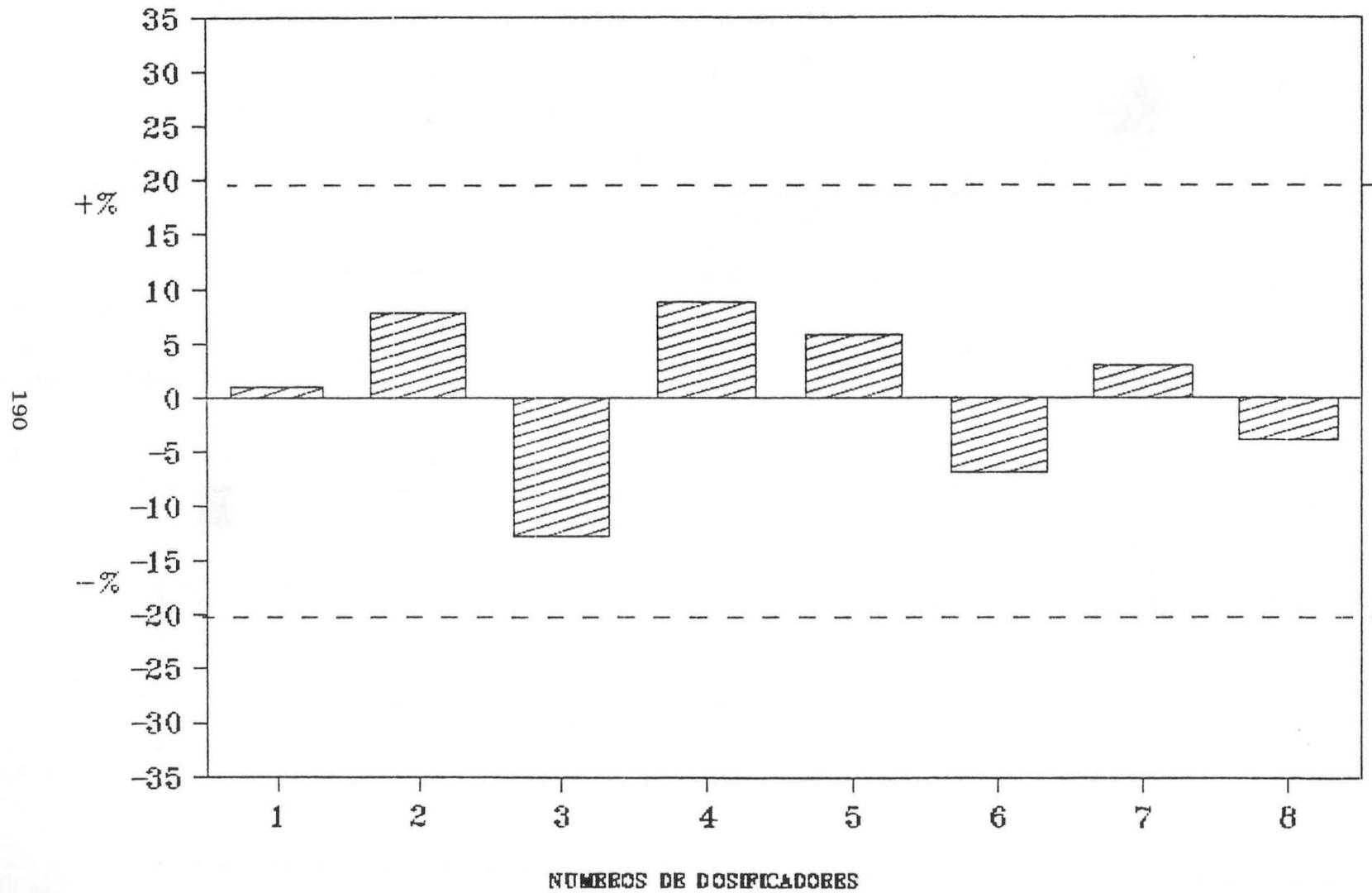


FIGURA 14. DESVIO DE CADA DOSIFICADOR DE SEMILLA RESPECTO AL  $\bar{x}$  T

POSICION 15 mm

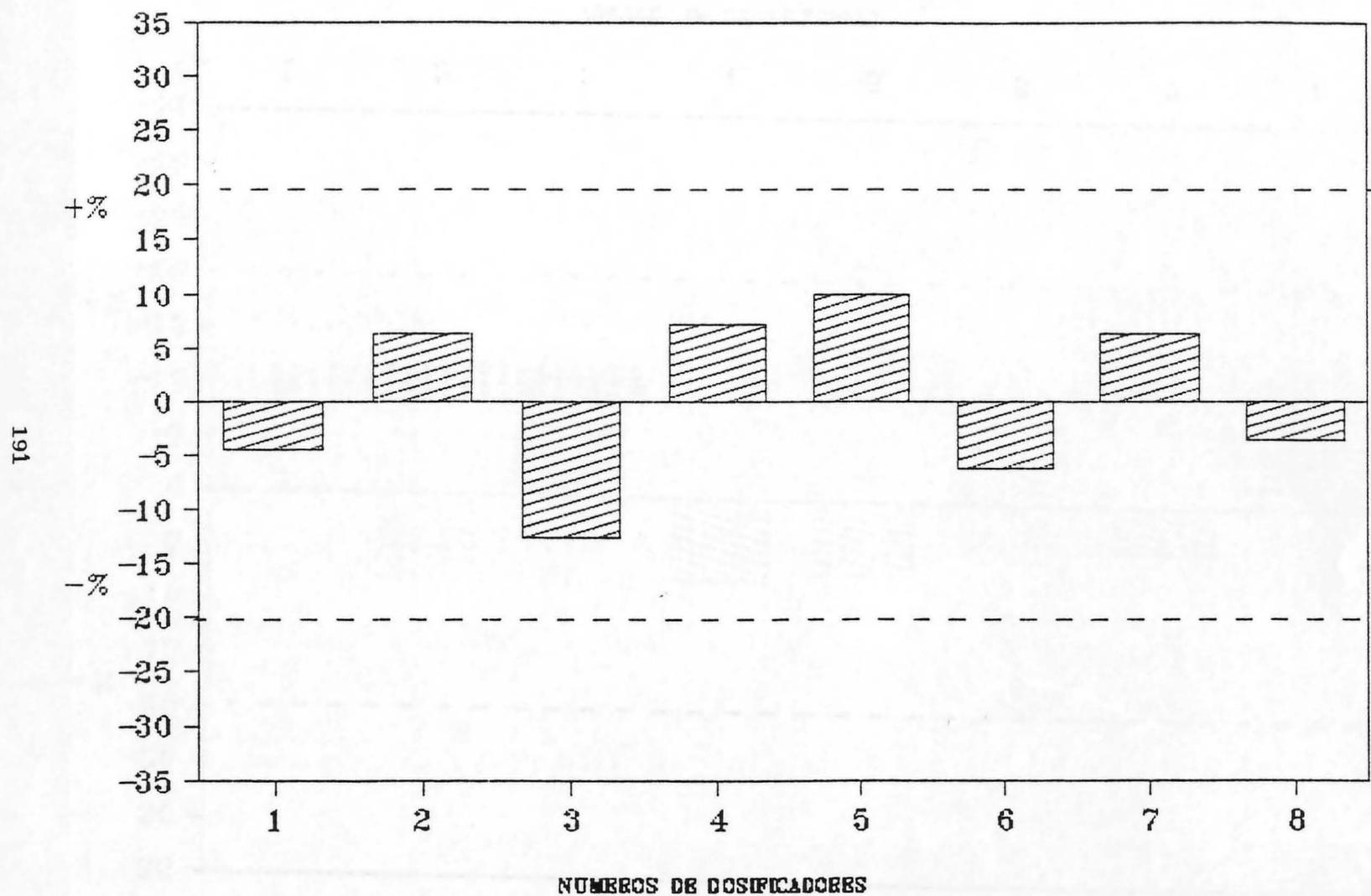


FIGURA 15. DESVIO DE CADA DOSIFICADOR DE SEMILLA RESPECTO AL  $\bar{x}$  T

POSICION 16 mm

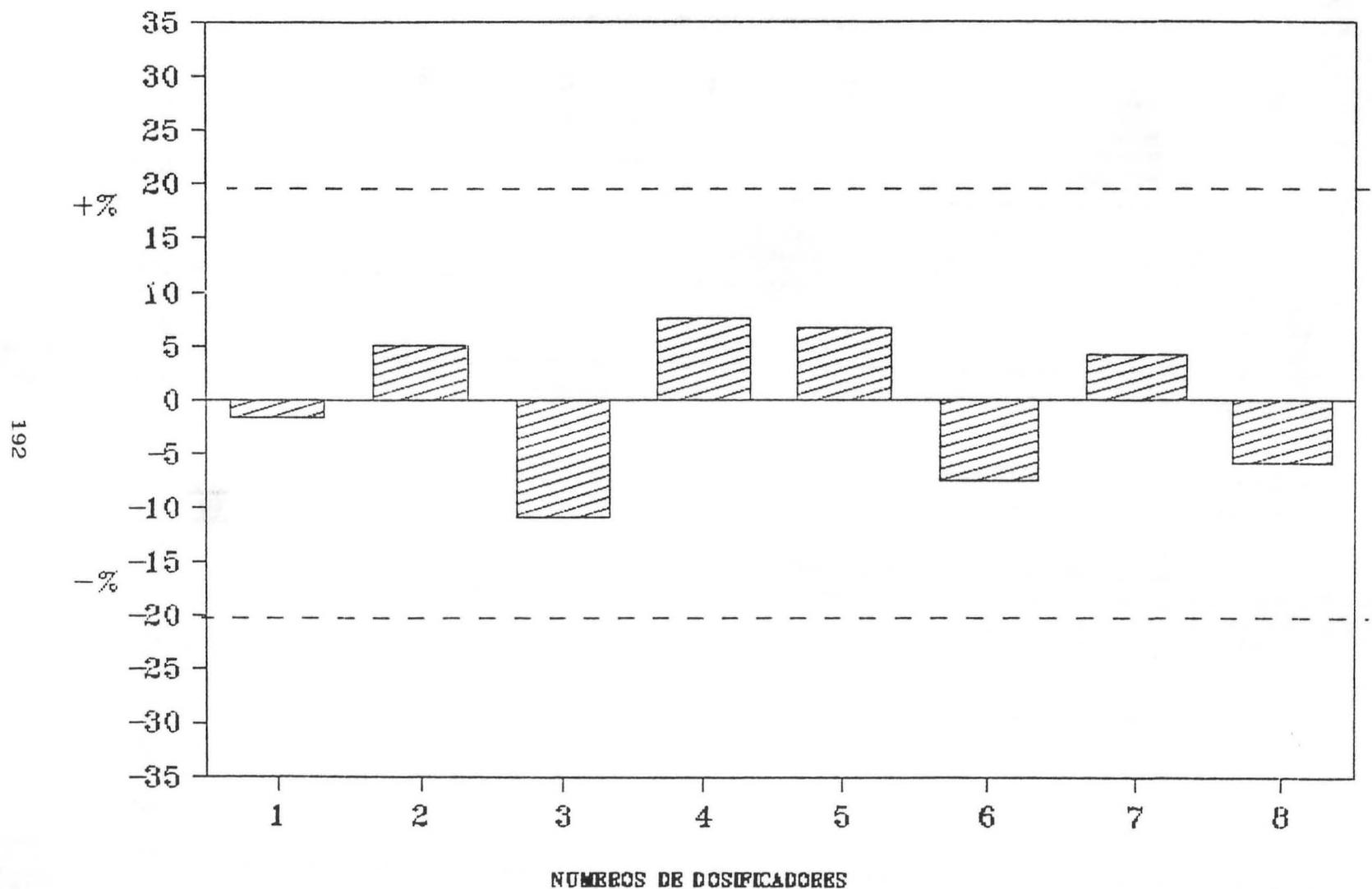


FIGURA 16. DESVIO DE CADA DOSIFICADOR DE SEMILLA RESPECTO AL  $\bar{x}$  T

POSICION 17 mm

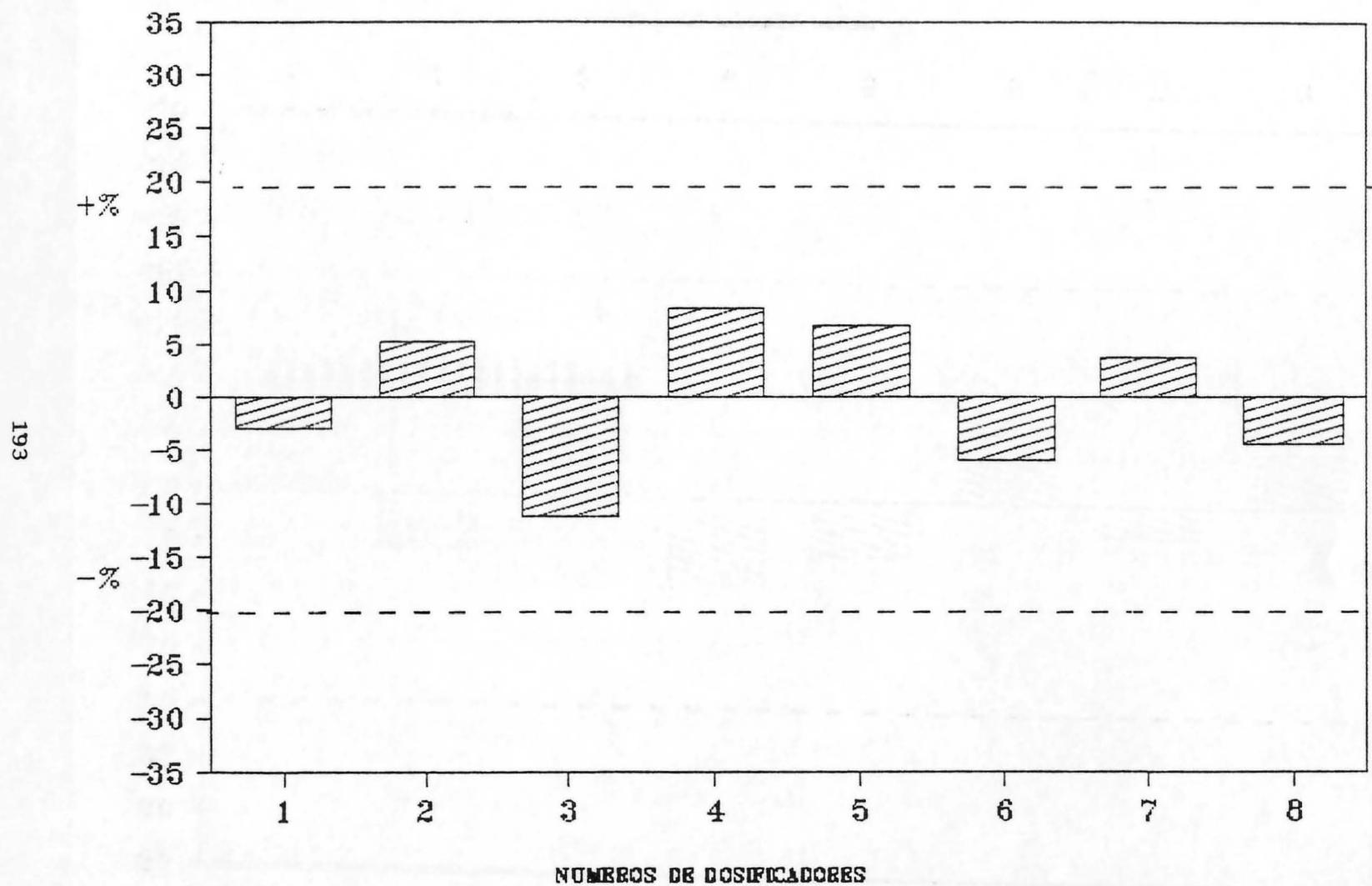


FIGURA 17. DESVIO DE CADA DOSIFICADOR DE SEMILLA RESPECTO AL x T

POSICION 18 mm

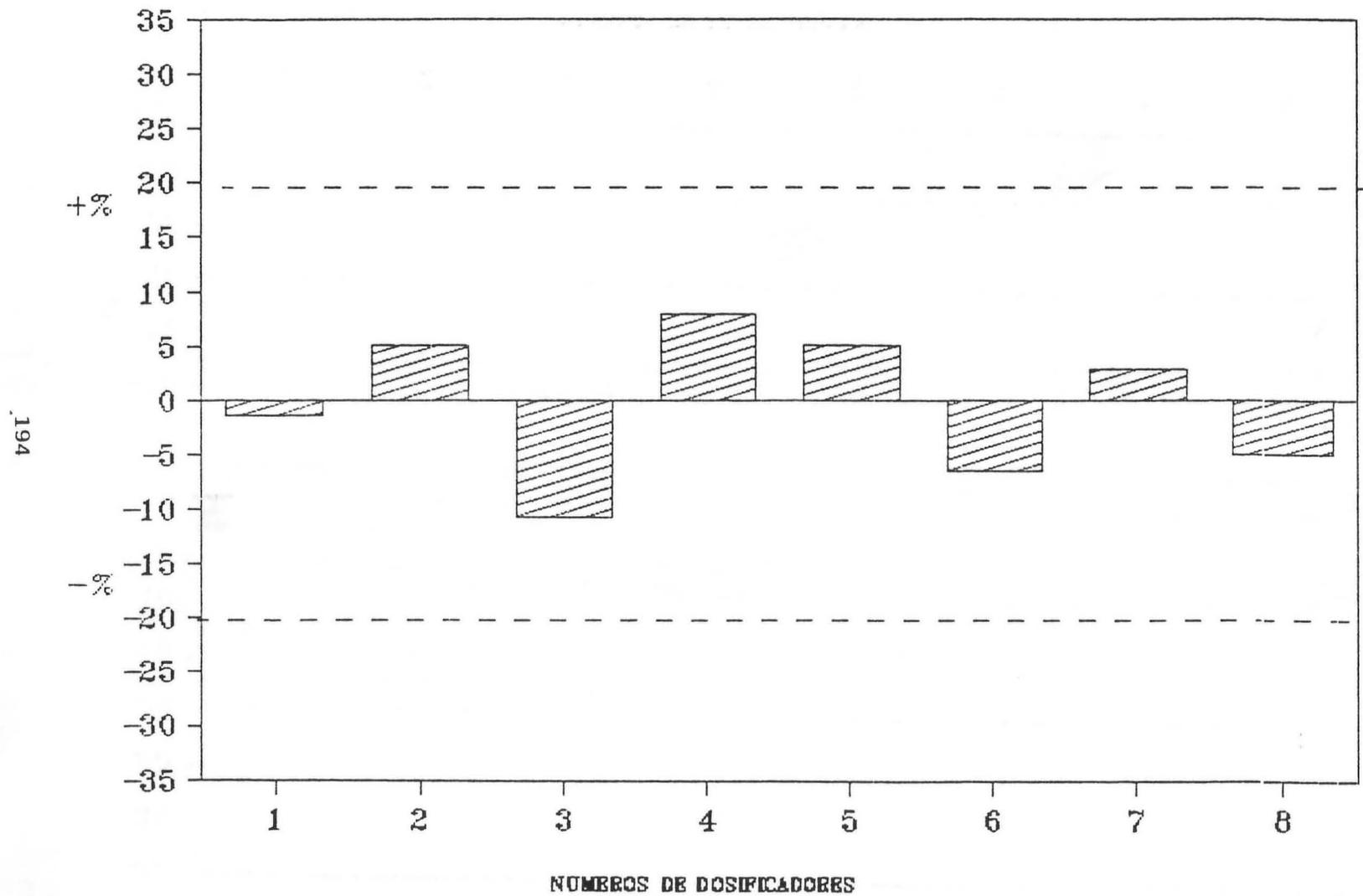
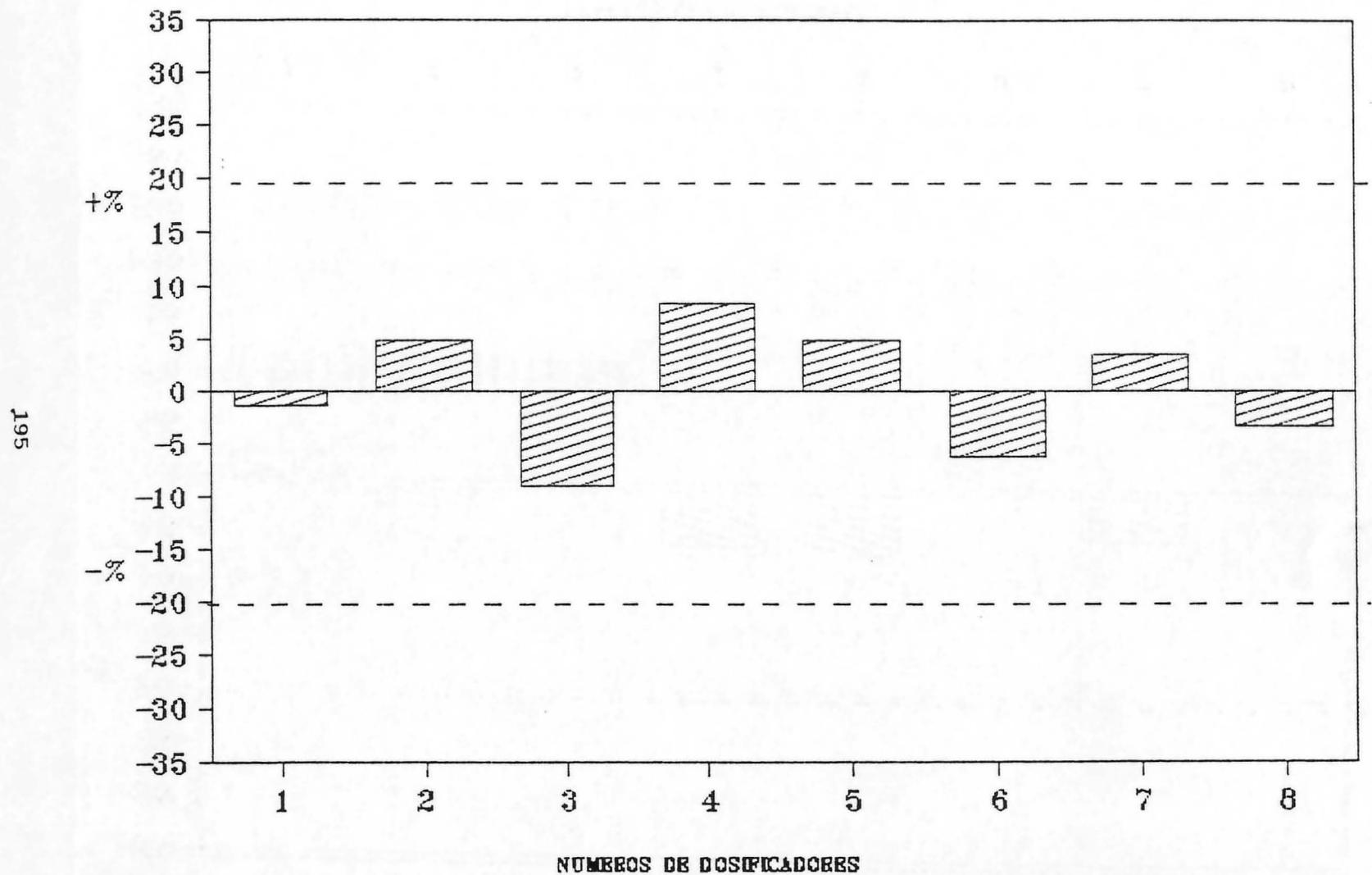


FIGURA 18. DESVIO DE CADA DOSIFICADOR DE SEMILLA RESPECTO AL  $\bar{x}$  T

POSICION 19 mm



195

FIGURA 19. DESVIO DE CADA DOSIFICADOR DE SEMILLA RESPECTO AL  $\bar{x}$  T

POSICION 20 mm

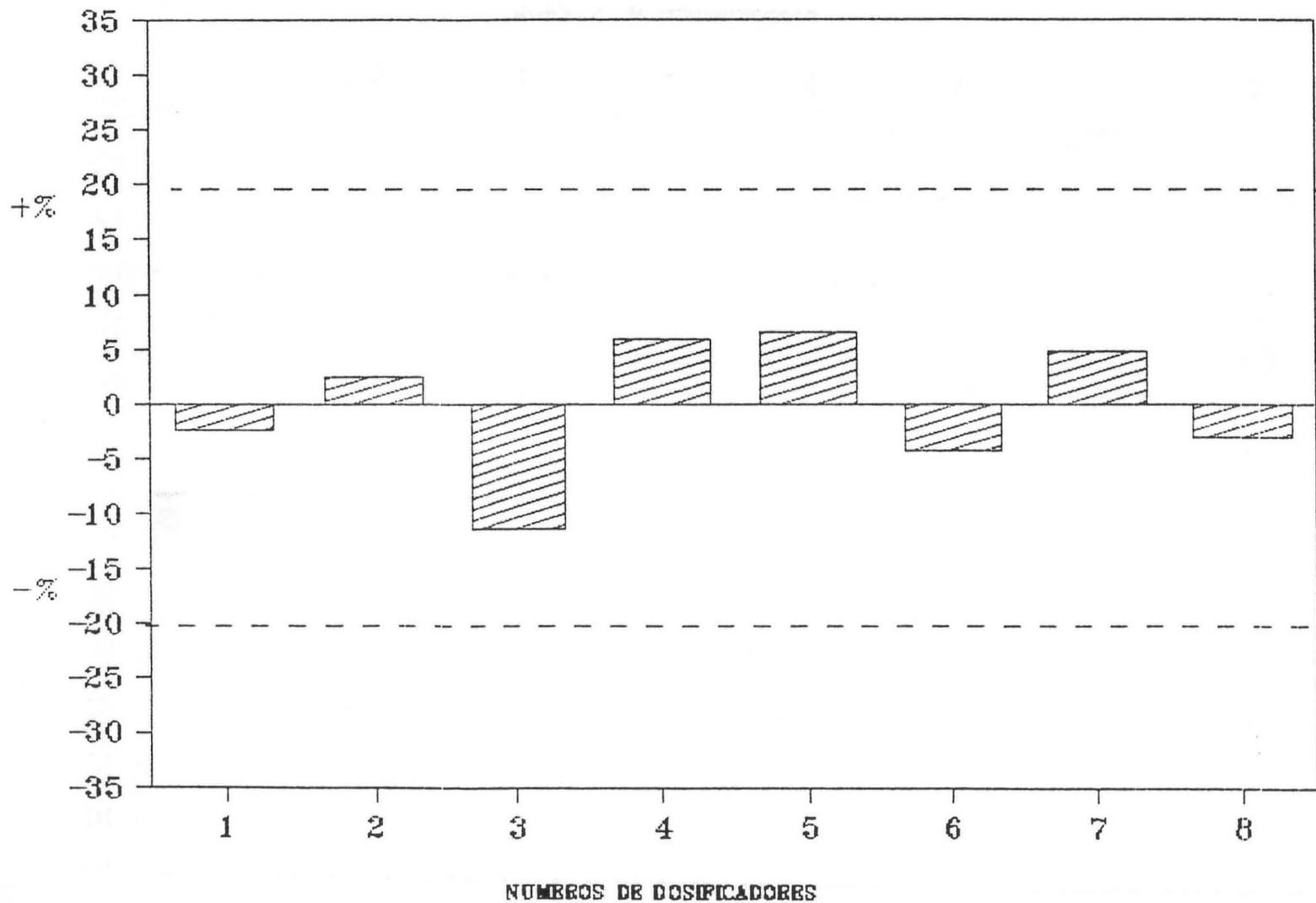


FIGURA 20. DESVIO DE CADA DOSIFICADOR DE SEMILLA RESPECTO AL  $\bar{x}$  T

POSICION 22 mm

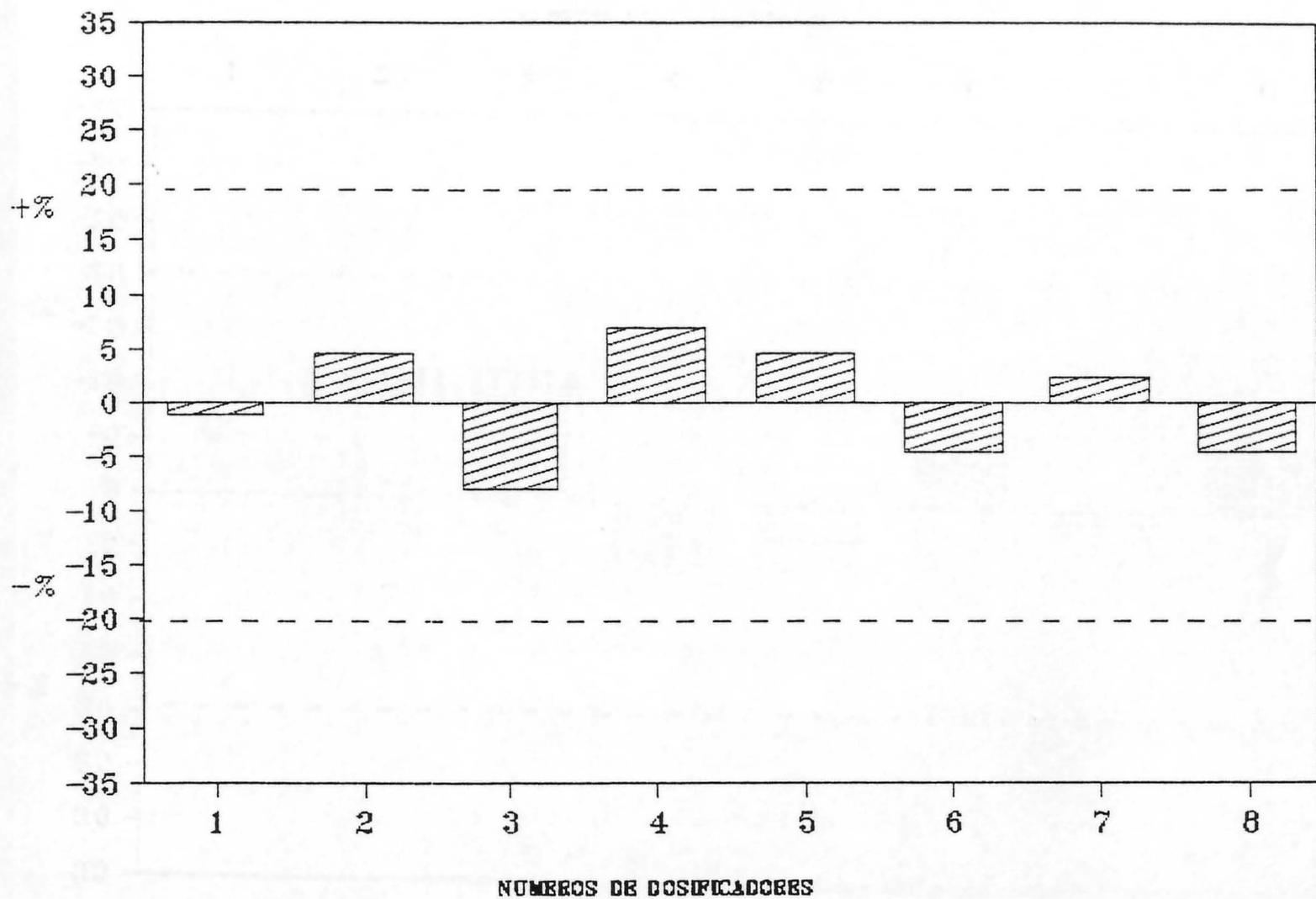


FIGURA 21. DESVIO DE CADA DOSIFICADOR DE SEMILLA RESPECTO AL  $\bar{x}$  T

POSICION 23 mm

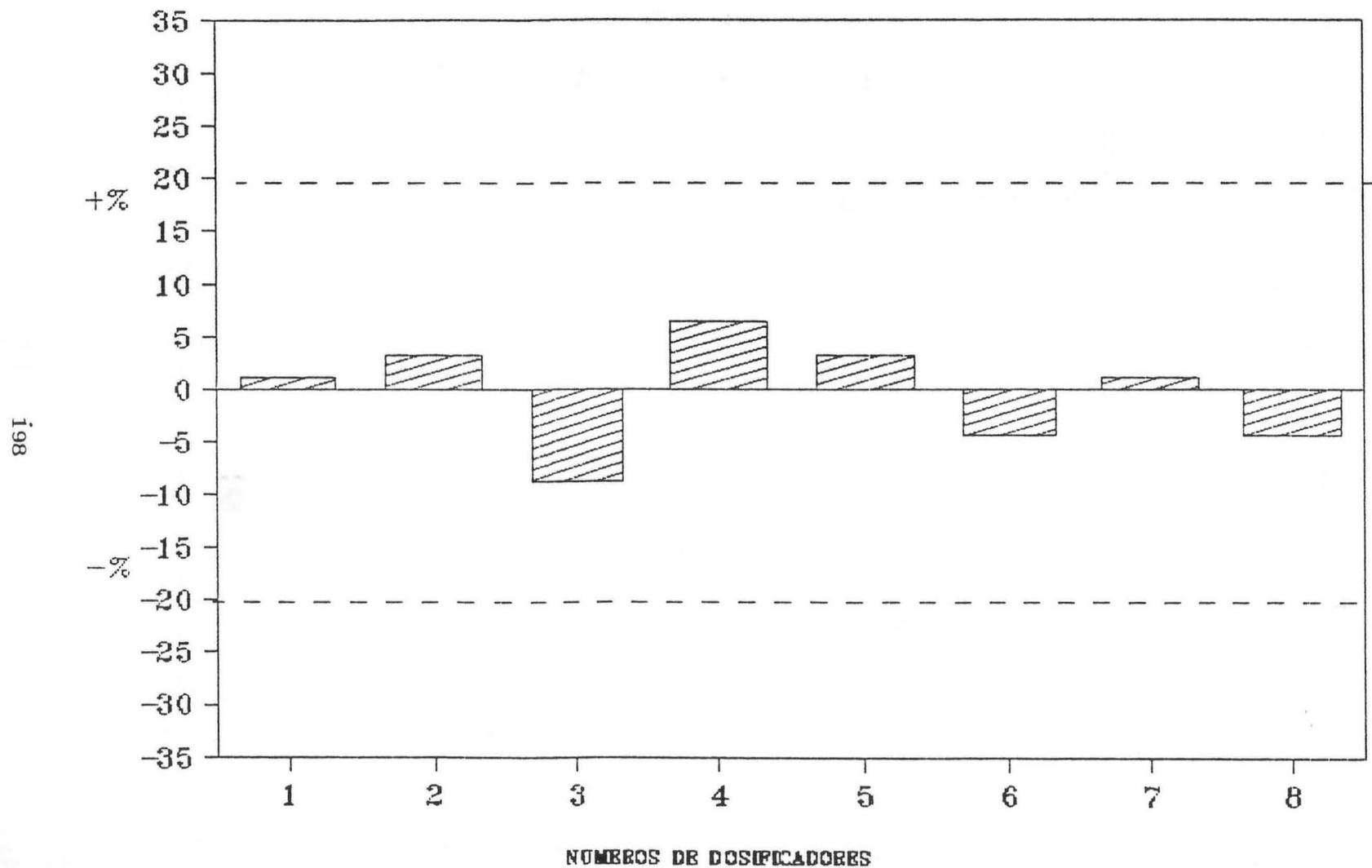


FIGURA 22. DESVIO DE CADA DOSIFICADOR DE SEMILLA RESPECTO AL  $\bar{x}$  T

POSICION 24 mm

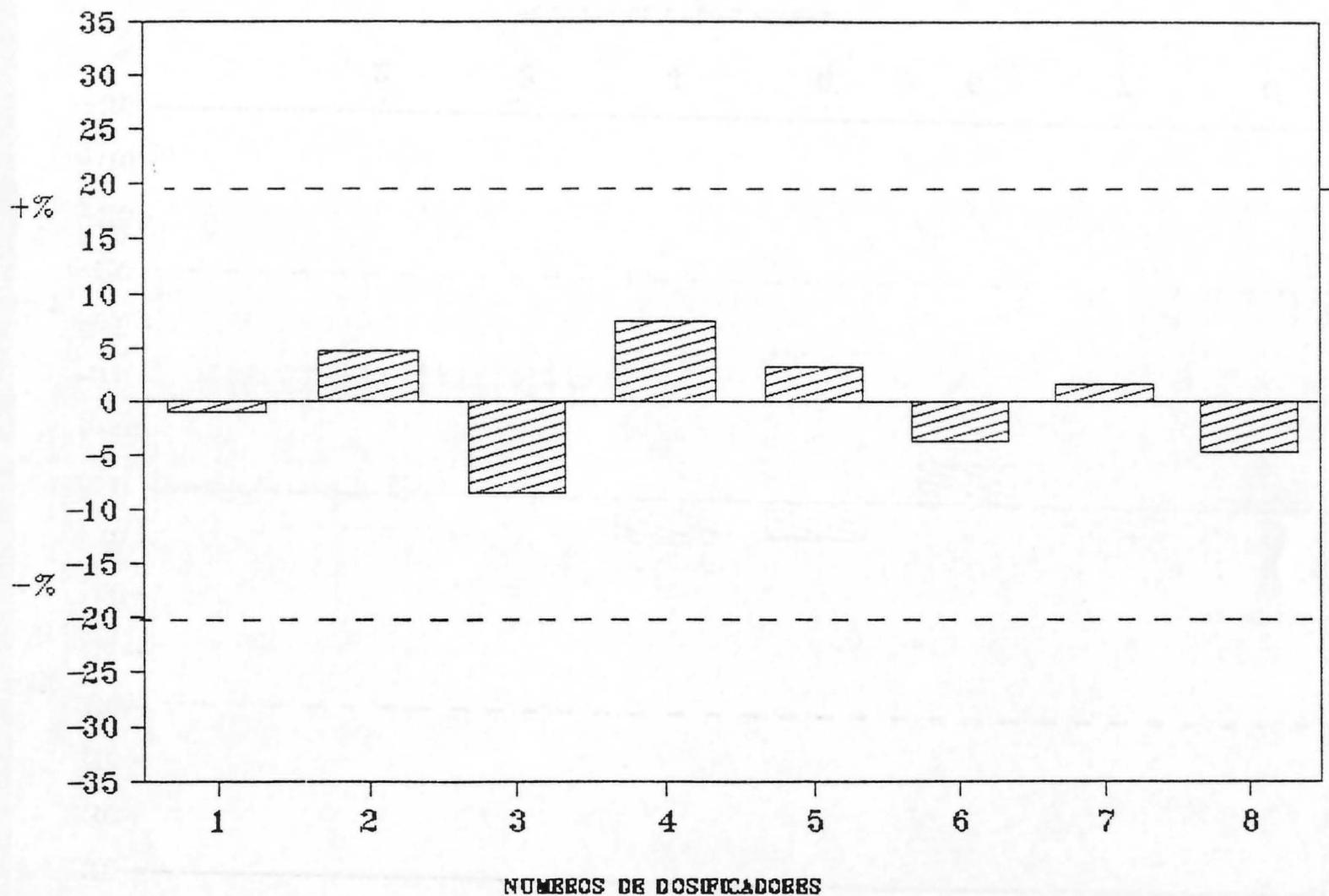
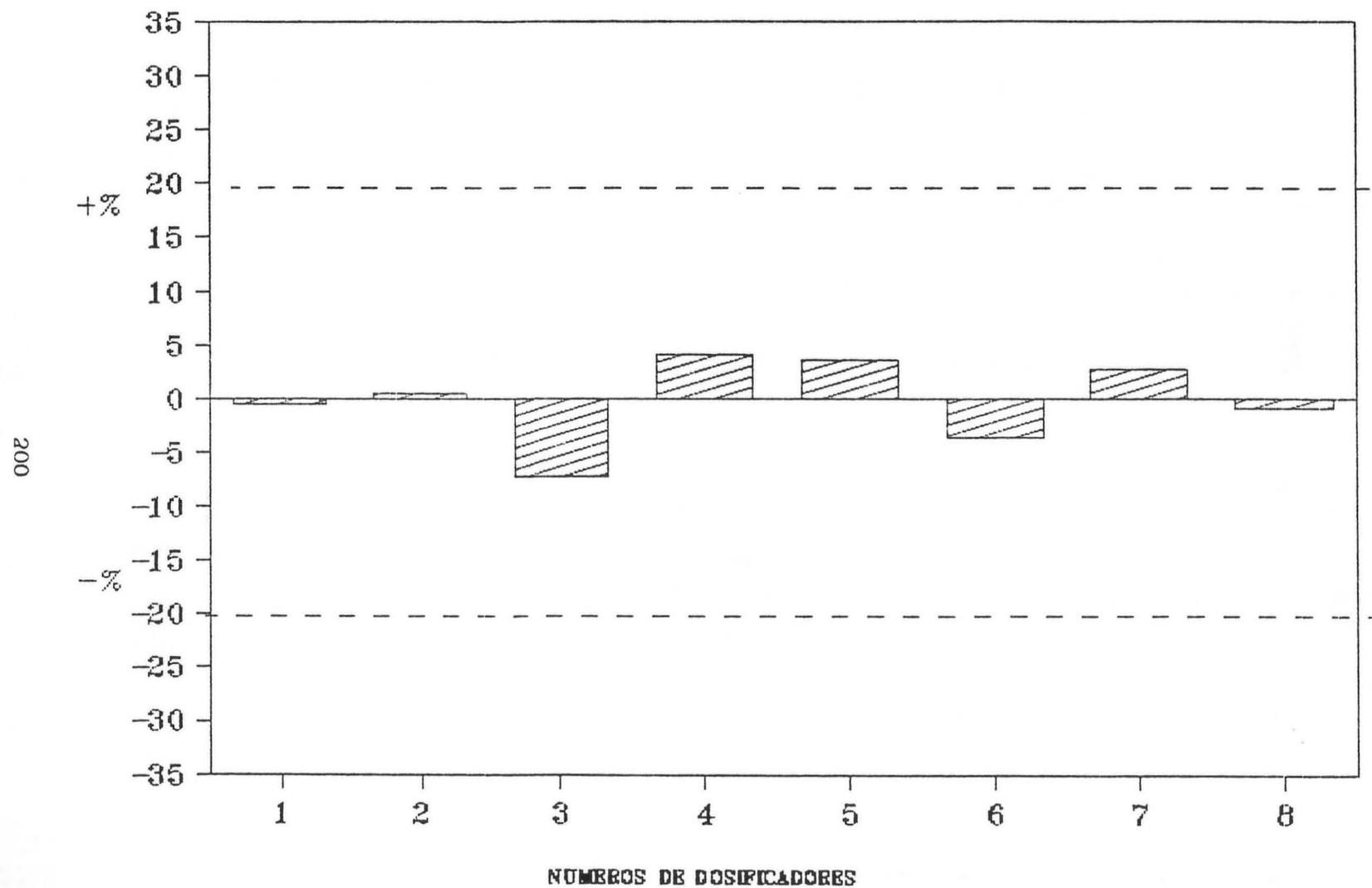


FIGURA 23. DESVIO DE CADA DOSIFICADOR DE SEMILLA RESPECTO AL  $\bar{x}$  T

POSICION 25 mm



En el Cuadro 22, se muestran las dosis por hectárea que se pueden lograr para diferentes distancias entre hileras, con las respectivas aberturas del dosificador. Si consideramos que normalmente la dosis de trigo varía de 150 a 200 kg/ha, normalmente intervienen las aberturas desde 12,1 mm a 20 mm, donde las diferencias son menores.

Desarmando el sistema dosificador y midiendo, se encontró que justamente el dosificador N°3, presentaba un problema de abertura, el que puede ser solucionado en la fabricación de preserie (Figura 24).

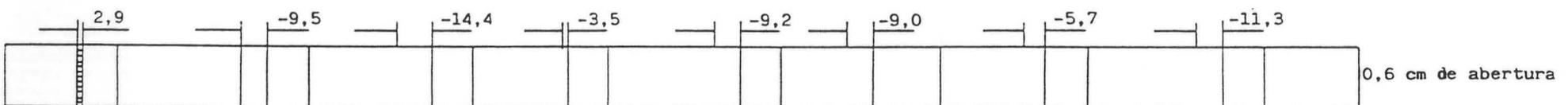
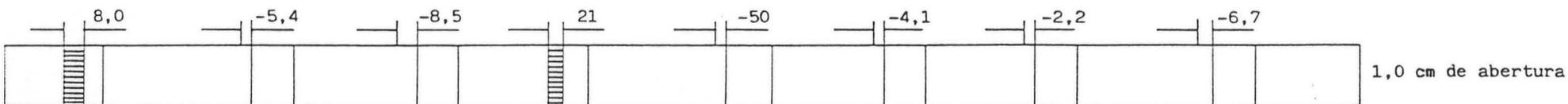
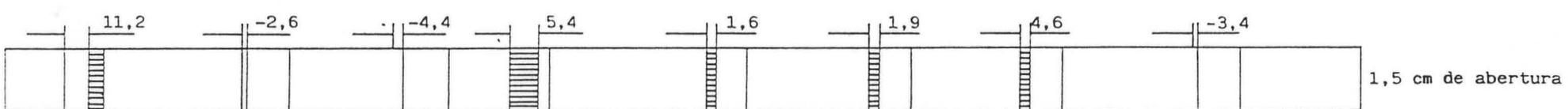
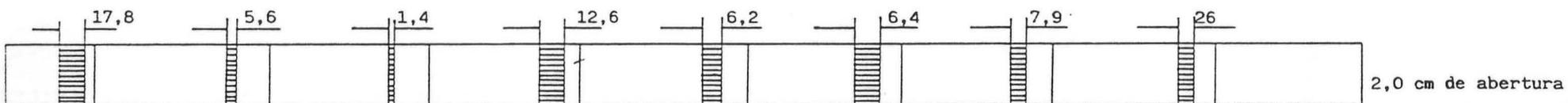
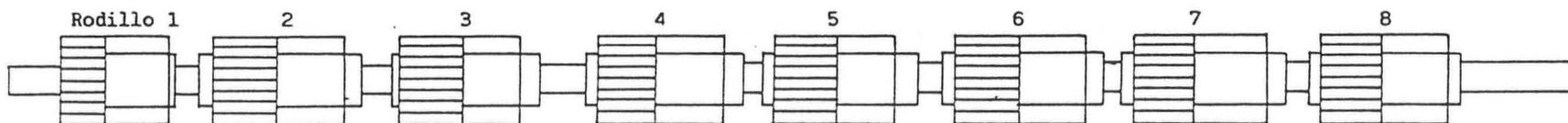


Figura 24. Diagrama sistema dosificador semilla

CUADRO 22. Dosis por hectárea de trigo para diferentes posiciones del sistema dosificador y modificación de la distancia entre hileras

Posición (mm)	Gr/hilera	Distancia entre hileras (cm)		
		15	18	20
		kg/ha		
5	21	54	45	40
9	41	70	57	51
9,4	60	102	83	75
9,5	61	104	85	76
9,7	62	105	86	78
10	70	109	97	88
11,2	74	126	103	93
12,1	82	139	114	103
14	100	170	139	125
14,5	102	173	142	128
15	111	189	154	139
16	119	202	165	149
16	119	202	165	149
17	133	226	185	166
18	139	236	193	174
19	145	247	202	181
20	166	282	231	208
22	174	296	242	218
23	184	313	256	230
24	189	321	263	236
25	219	371	303	274

### 3. Características del fertilizante

En el Cuadro 23, aparecen las características del abono utilizado para el ensayo.

CUADRO 23. Características del abono utilizado en el ensayo.

Tamices	Tipo de abono
Dimensiones de las mallas	Superfosfato triple
Cuadradas en milímetros	Granulado
	Porcentaje que pasa por el tamiz
1,35	1,4
1,7	4,1
1,75	5,8
1,8	7,6
1,9	11,4
2,0	19,0
2,9	79,7
Masa volúmica sin compactar (kg m <sup>3</sup> )	1274
Contenido en agua % HBPS	3,35

#### 4. Ensayo estático dosificador de abono

En el Cuadro 24, se muestran los resultados del ensayo de dosificador de abono. En la Figura 25, se muestra la ubicación de las diferentes posiciones del dosificador. En general, se aprecia que a partir de la abertura A3, disminuye el coeficiente de variación, pero se presentan varios casos en los que al abrir más el dosificador, disminuye la aplicación del fertilizante.

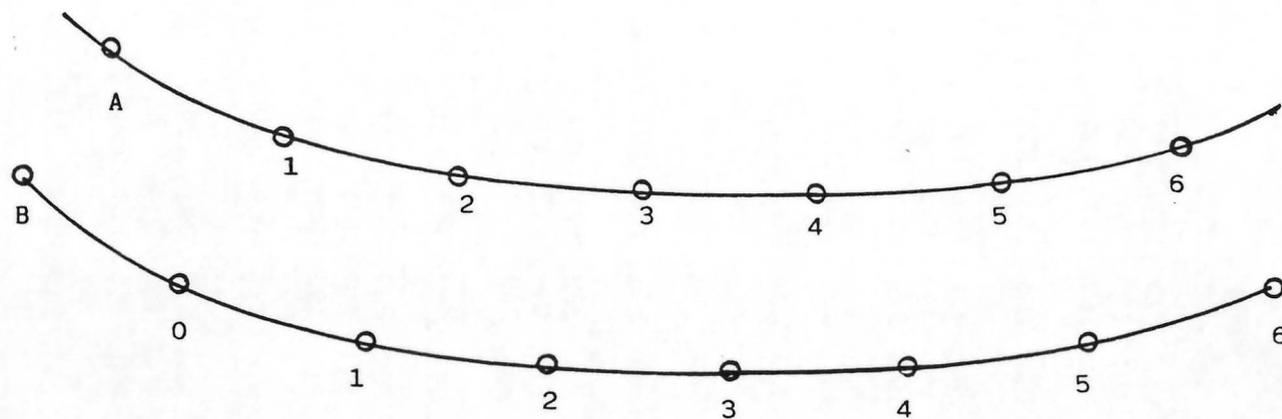


Figura 25 . Diagrama de ubicación de la posición de la palanca de abertura del sistema dosificador de abono

CUADRO 24. Ensayo estático. Dosificador fertilizante (gr/hilera).

POSICION (mm)	Tiempo (seg)	DOSIFICADOR								x	s	CV	
		1	2	3	4	5	6	7	8				
A1	42	141	139	155	153	171	175	147	139	151	163	16,2	10,2
	39	155	149	181	177	191	193	151	159				
	39	145	137	175	173	191	187	161	155				
x	40	147	142	170	168	184	185	153	151	163	16,2	10,2	
B1	34	159	153	181	183	203	201	173	167	166	175	19,3	11
	35	151	145	167	173	191	193	159	165				
	36	159	151	175	183	195	213	173	167				
x	35	156	150	174	180	196	207	168	166	175	19,3	11	
A2	39	177	169	191	209	215	215	179	187	181	186	15,3	8,2
	36	171	163	179	185	201	205	175	179				
	36	169	167	181	189	203	203	179	177				
x	37	172	166	184	194	206	208	178	181	186	15,3	8,2	
B2	32	163	171	183	185	201	203	171	177	175	183	14,3	7,8
	34	165	167	185	189	201	207	177	173				
	34	171	173	189	193	201	205	177	175				
x	33	166	170	186	189	201	205	175	175	183	14,3	7,8	
A3	37	195	205	223	217	229	229	207	205	203	201	10,6	5,3
	28	183	185	191	199	211	205	181	223				
	31	183	183	199	203	211	198	185	181				
x	35	187	191	204	206	217	211	191	203	201	10,6	5,3	
B3	30	203	203	217	211	229	217	201	197	199	211	10,8	5,1
	29	207	205	219	215	235	221	217	-				
	27	195	201	213	213	231	213	201	201				
x	29	202	203	216	213	232	217	206	199	211	10,8	5,1	

A4	29	209	215	225	211	237	225	215	209			
	30	221	225	223	223	249	231	221	217			
	31	213	221	227	219	243	237	221	217			
x	30	214	220	225	218	243	231	219	214	223	9,9	4,4
B4	29	229	235	227	239	257	239	249	251			
	31	235	233	227	225	259	247	227	243			
	31	229	235	229	235	261	255	233	235			
x	30	231	234	228	233	259	247	236	243	239	10,2	4,3
A5	30	227	243	217	223	259	263	239	245			
	26	231	233	221	219	251	251	223	227			
	29	235	241	230	225	249	253	225	245			
x	28	231	239	223	222	253	256	229	239	237	12,8	5,4
B5	27	245	241	229	221	265	257	227	235			
	26	237	233	225	219	247	237	217	225			
	24	235	233	223	211	255	239	213	221			
x	26	239	236	226	217	256	244	219	227	233	13,3	5,7
A6	27	235	241	239	220	257	243	215	225			
	26	239	239	237	219	259	269	217	223			
	26	233	237	231	216	251	241	217	223			
x	26	236	239	236	218	256	251	216	223	234	14,7	6,3
B6	29	241	239	235	221	255	253	221	225			
	32	255	249	239	219	259	257	235	243			
	29	237	239	233	227	261	249	233	239			
x	30	244	242	236	222	258	253	228	236	240	12,0	5

En el Cuadro 25, aparece el resultado del test de Duncan.

CUADRO 25. Resultado del test de Duncan para las diferentes posiciones del dosificador.

Posición Abertura (mm)	Promedio (gr)	Grupo Duncan
A1	163	J
B1	175	I
A2	186	H
B2	183	H
A3	201	G
B3	211	F
A4	223	E
B4	239	A B
A5	237	C B
B5	233	D
A6	234	C D
B6	240	A

$F = 68.7$ ;  $Pr > F = 0.01$ , significativo

De acuerdo a estos resultados, se aprecia que entre la posición A2 y B2, no existen diferencias estadísticamente significativas; también a partir de la posición B4 se producen alteraciones en el comportamiento del dosificador, atribuible a que en ese instante se produce caída libre del fertilizante, aunque el dosificador se detenga, prácticamente no se puede abrir el dosificador más allá de la posición B4.

En el Cuadro 26, se muestran los resultados para el test de Duncan, para los dosificadores.

CUADRO 26. Resultado del test de Duncan para los dosificadores de abono.

Nº Dosificador	Promedio (gr)	Grupo Duncan
1	202	F
2	203	E F
3	210	C
4	207	C D
5	230	A
6	226	B
7	202	F
8	205	E D

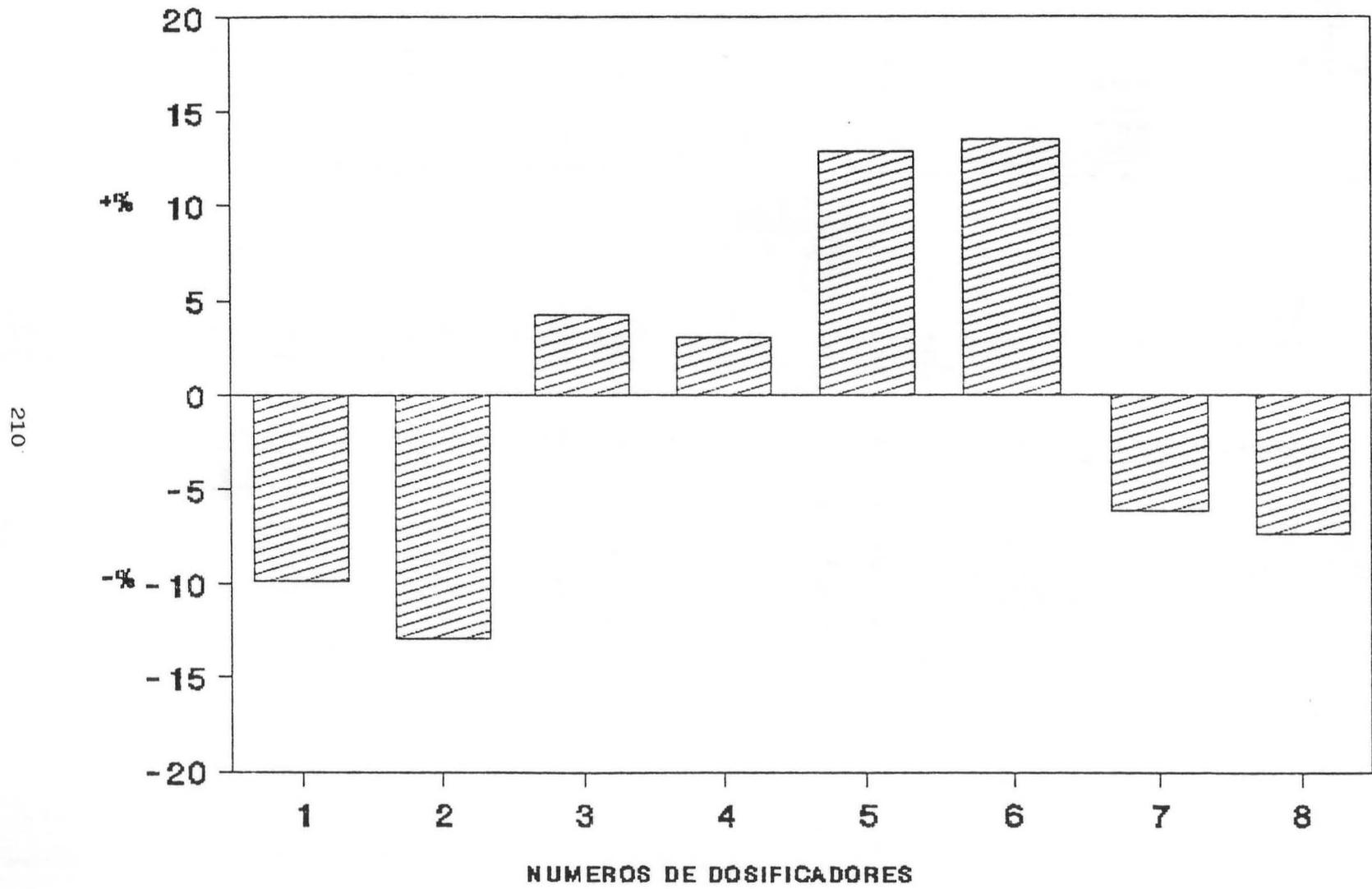
F = 175;  $P > 0.01$ , Significativo

Se aprecia en este cuadro, una mayor coincidencia entre dosificadores. Existen grupos de dosificadores que no presentan diferencias estadísticamente significativas.

En la Figura 26, a la 37, se muestra el desvío de cada dosificador con respecto al promedio general, se aprecia que que en general, no existen diferencias superiores a un el 20%, y a medida que la posición del dosifi-cador corresponde a una mayor abertura se reduce el desvío.

En el Cuadro 27, aparecen las dosis por hectárea de superfosfato triple que se consiguen para diferentes posiciones del sistema dosificador y distancias entre hileras.

FIGURA 26. DESVIO DE CADA DOSIFICADOR FERTILIZANTE RESPECTO AL x T  
POSICION "A 1"



210

### DESVIO DE CADA DOSIFICADOR FERTILIZANTE RESPECTO AL x T

POSICION "B 1"

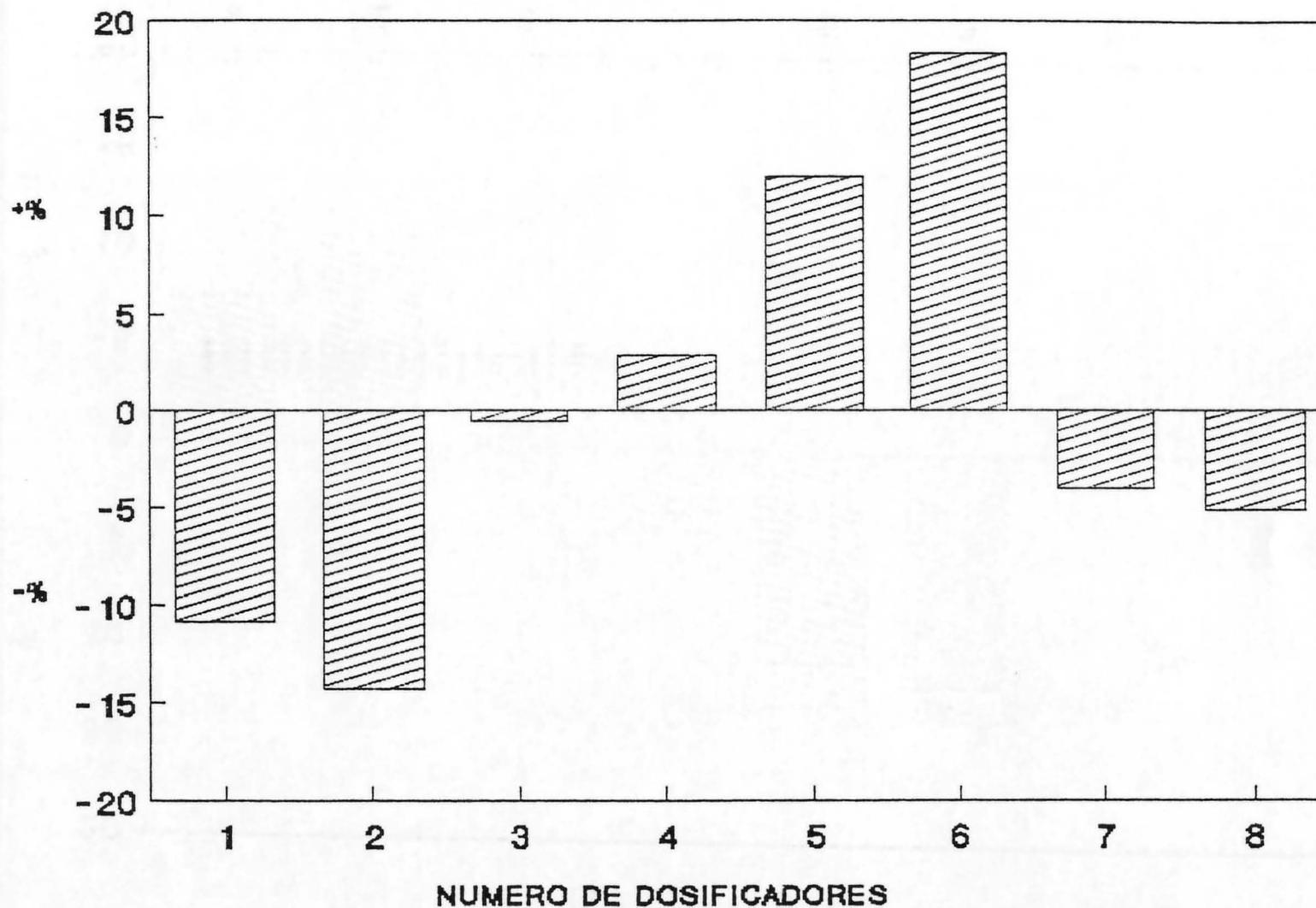


FIGURA 28.

### DESUDIO DE CADA DOSIFICADOR FERTILIZANTE RESPECTO AL x T

#### POSICION "A 2"

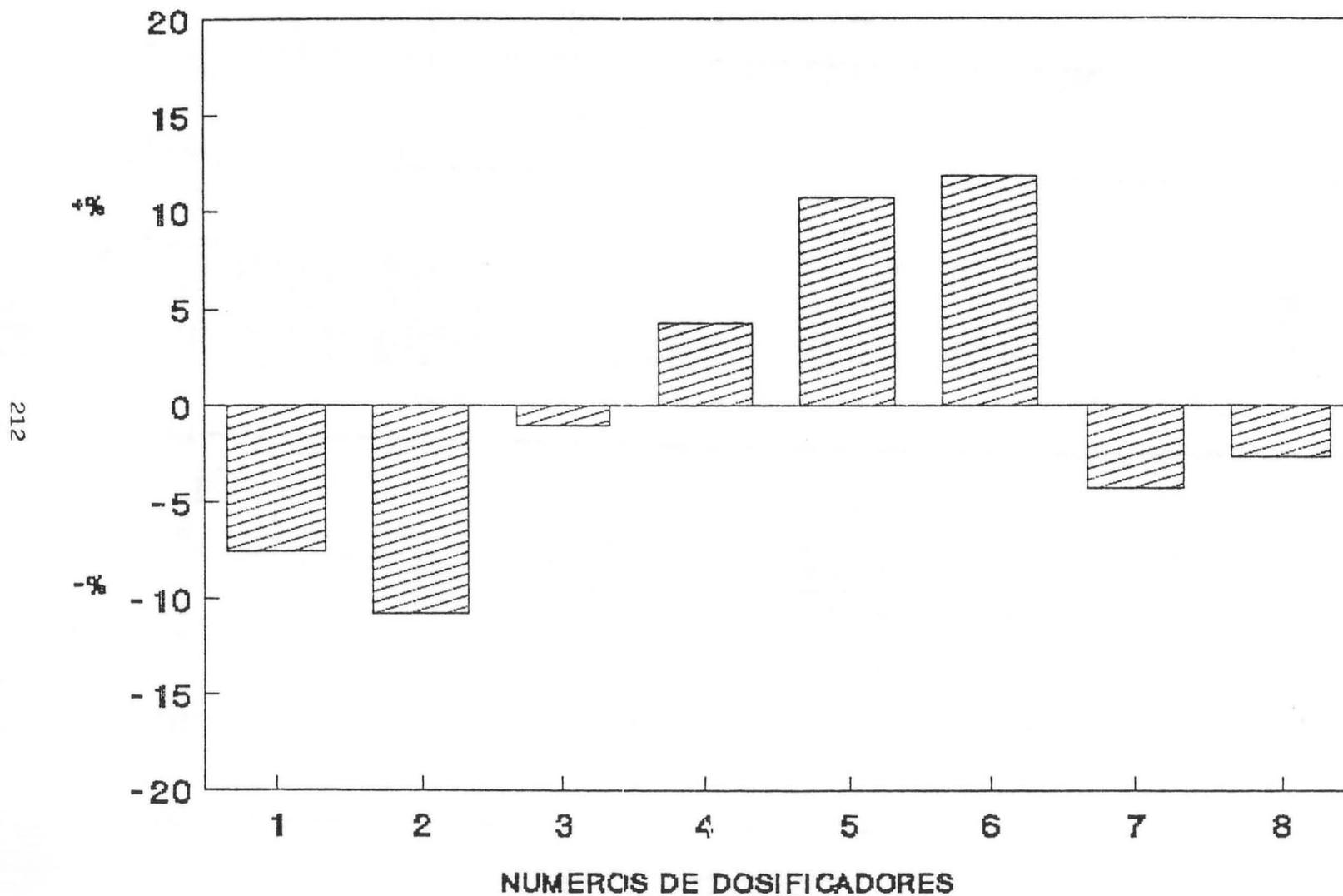


FIGURA 29.

DESVIO DE CADA DOSIFICADOR FERTILIZANTE RESPECTO AL x T

POSICION "B 2"

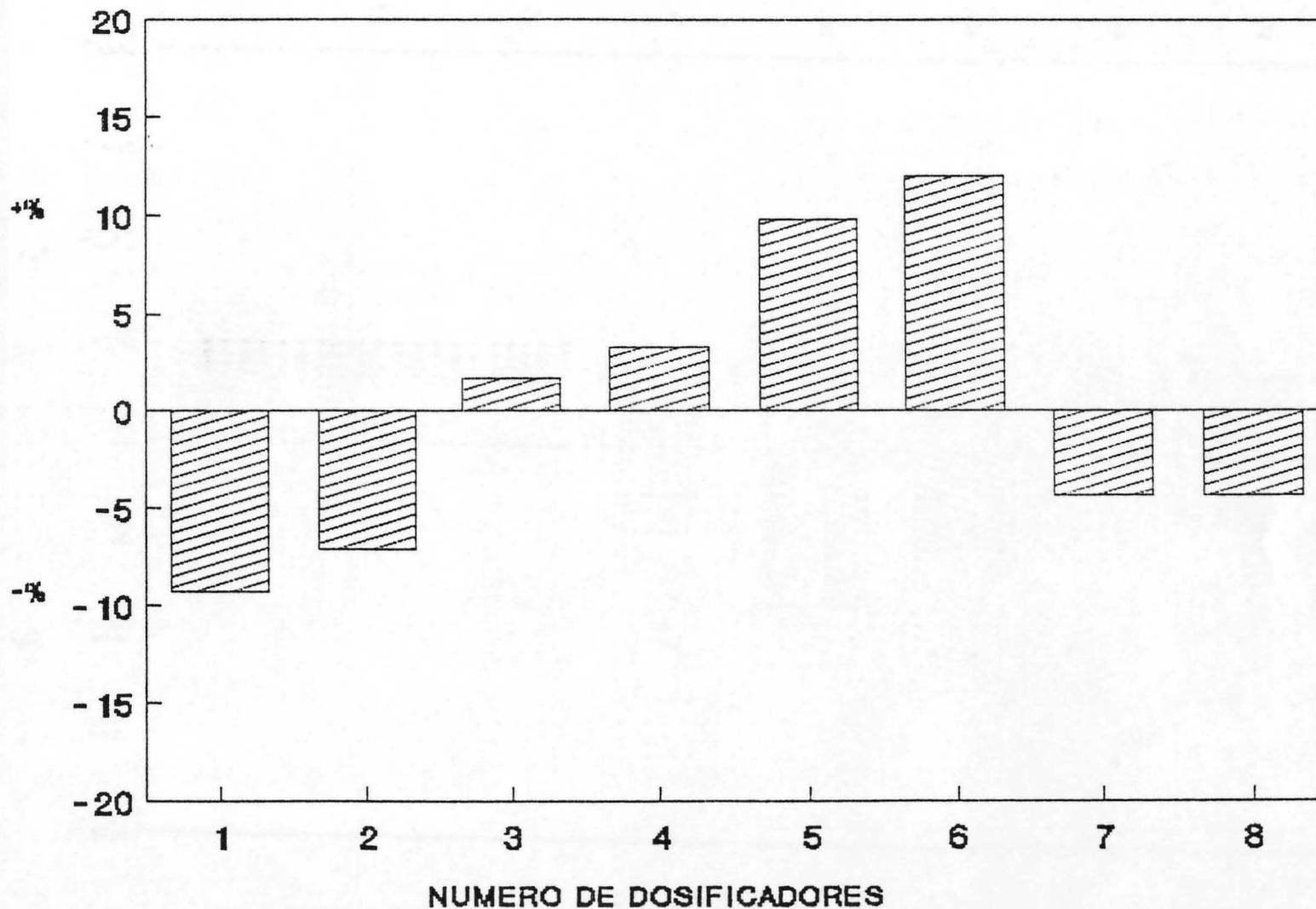


FIGURA 30.

DESVIO DE CADA DOSIFICADOR FERTILIZANTE RESPECTO AL x T

POSICION "A 3"

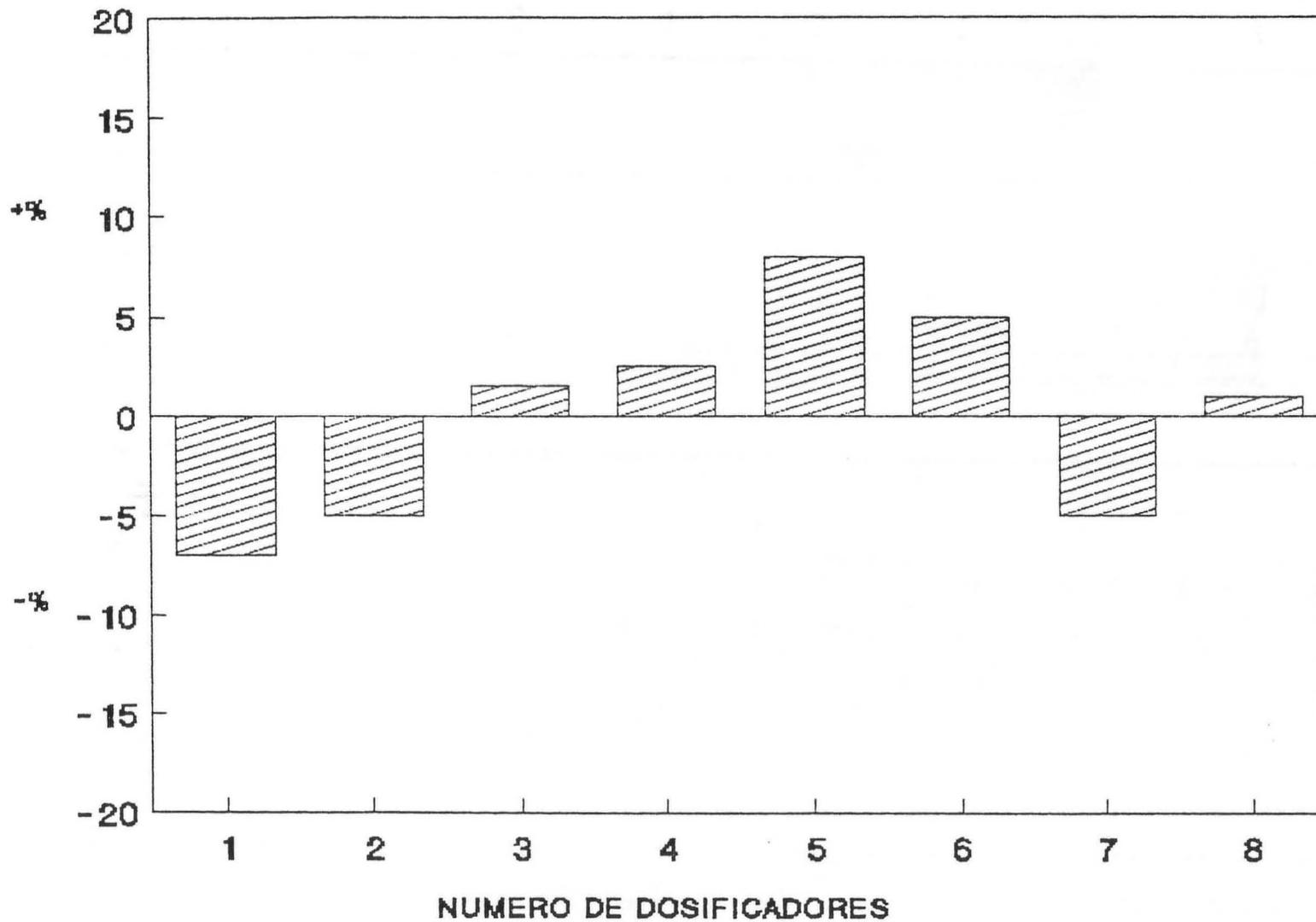


FIGURA 31.

DESUDIO DE CADA DOSIFICADOR FERTILIZANTE RESPECTO AL x T

POSICION "B 3"

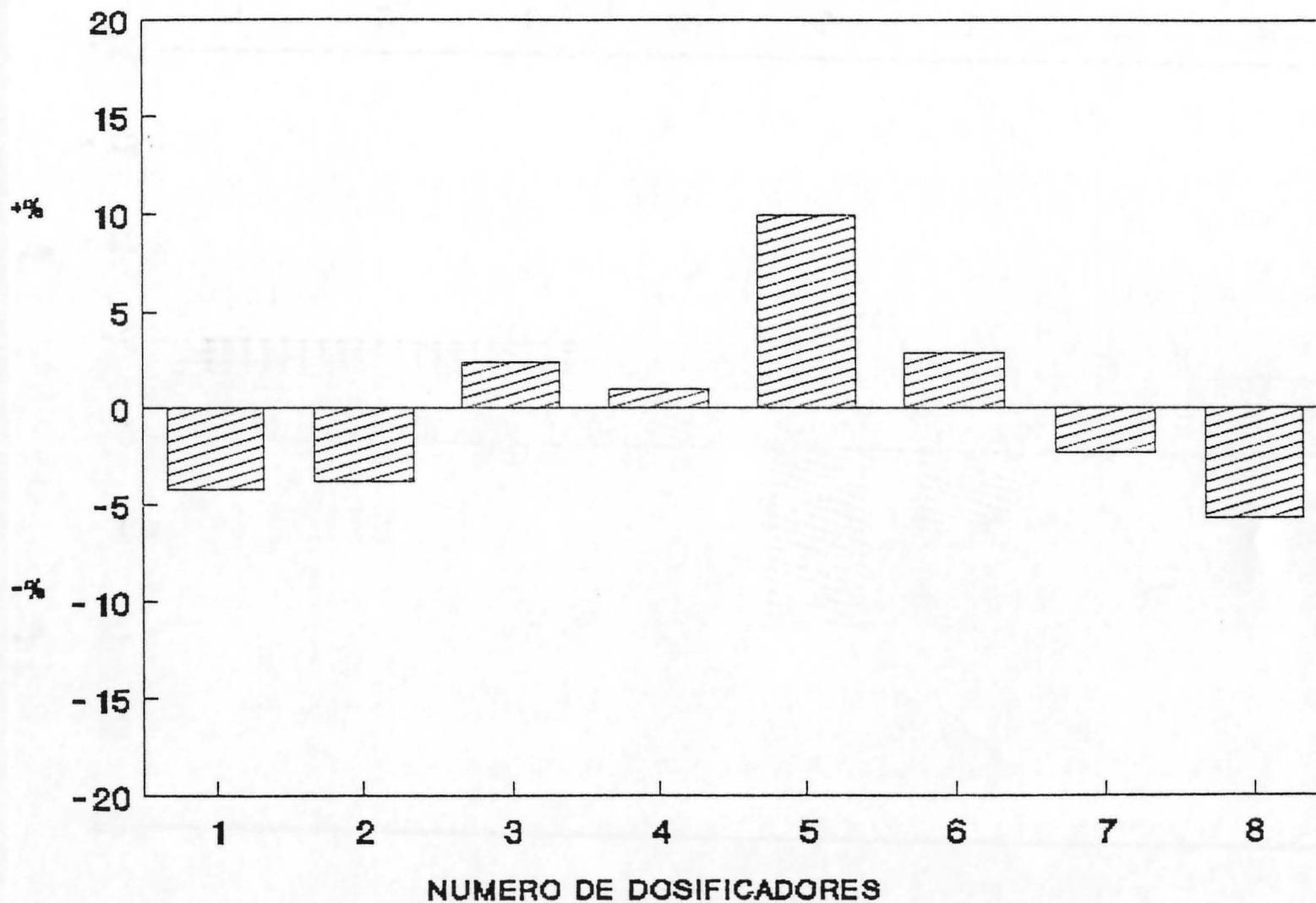


FIGURA 32.

DESVIO DE CADA DOSIFICADOR FERTILIZANTE RESPECTO AL x T  
POSICION "A 4"

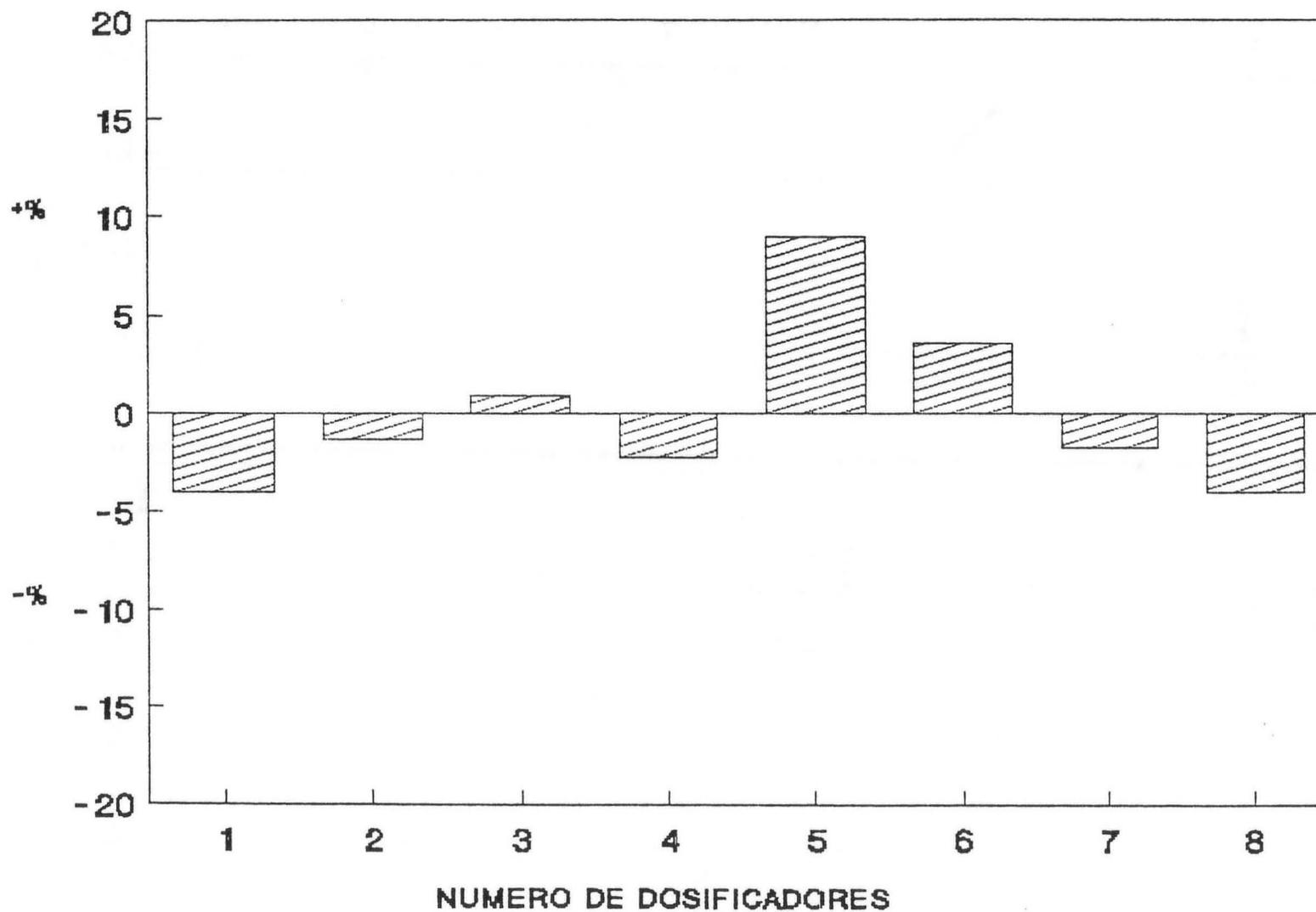


FIGURA 33.

DESUDIO DE CADA DOSIFICADOR FERTILIZANTE RESPECTO AL x T

POSICION "B 4"

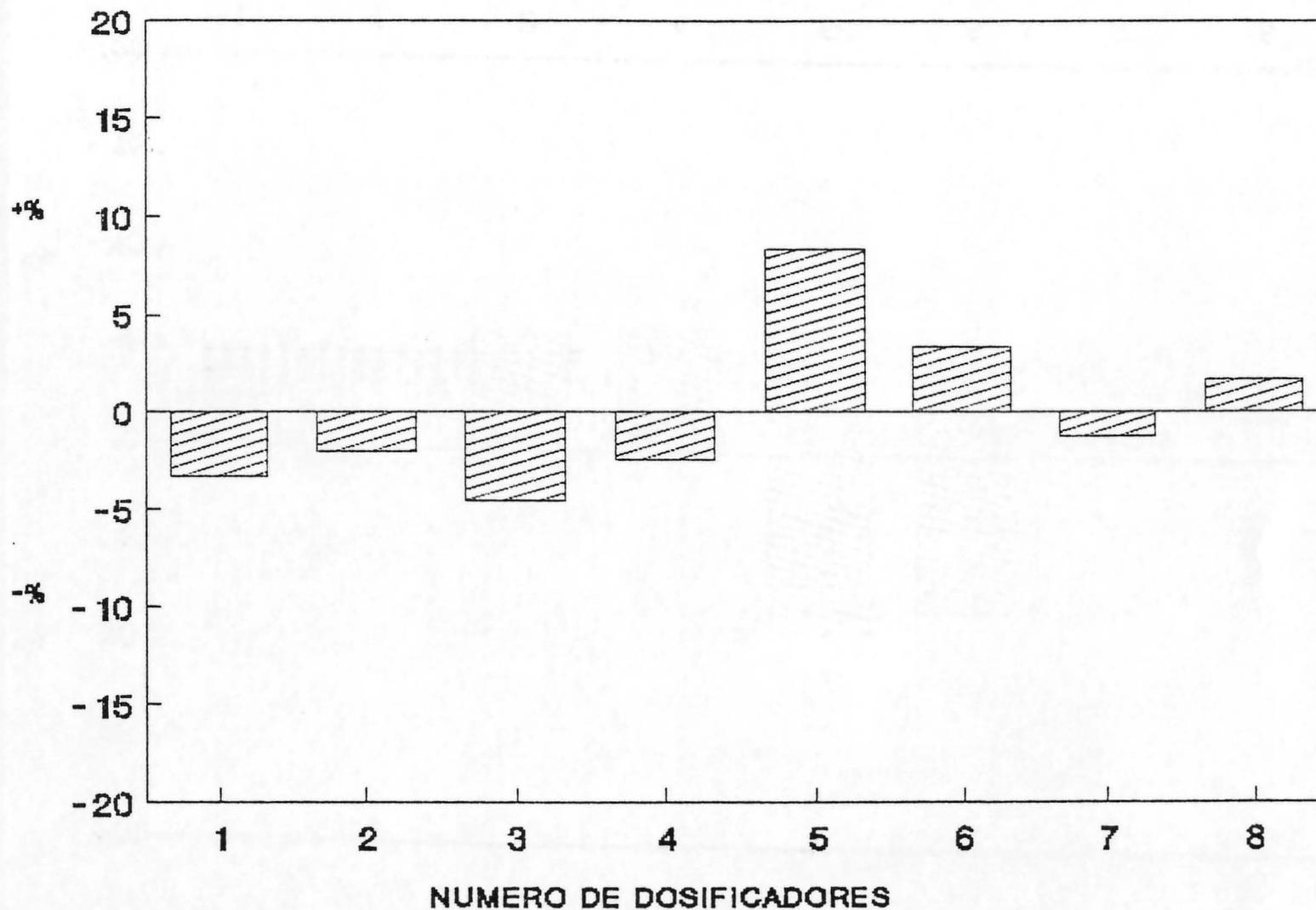


FIGURA 34. DESVIO DE CADA DOSIFICADOR FERTILIZANTE RESPECTO AL x T

POSICION "A 5"

218

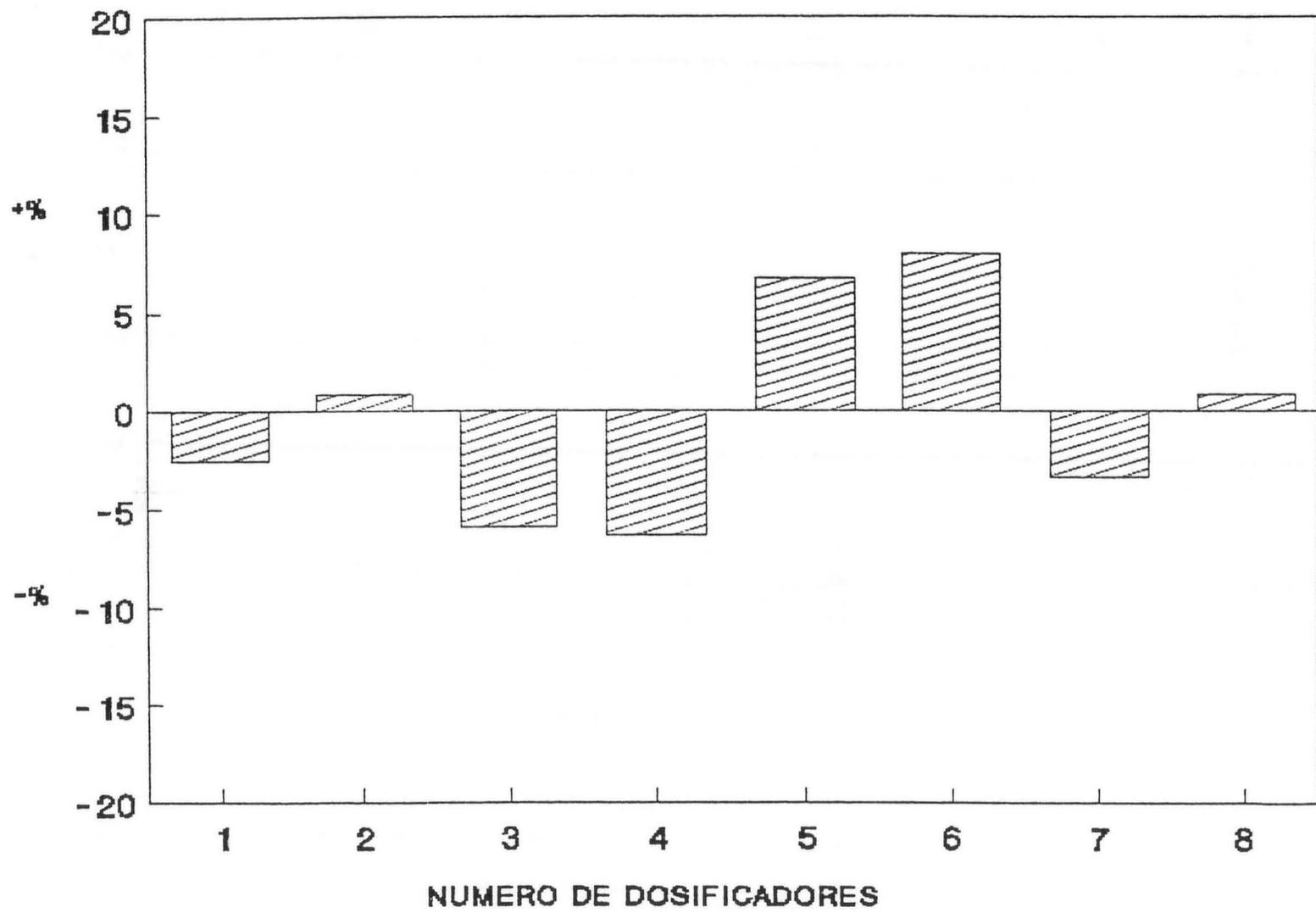


FIGURA 35.

DESUDIO DE CADA DOSIFICADOR FERTILIZANTE RESPECTO AL x T

POSICION "B 5"

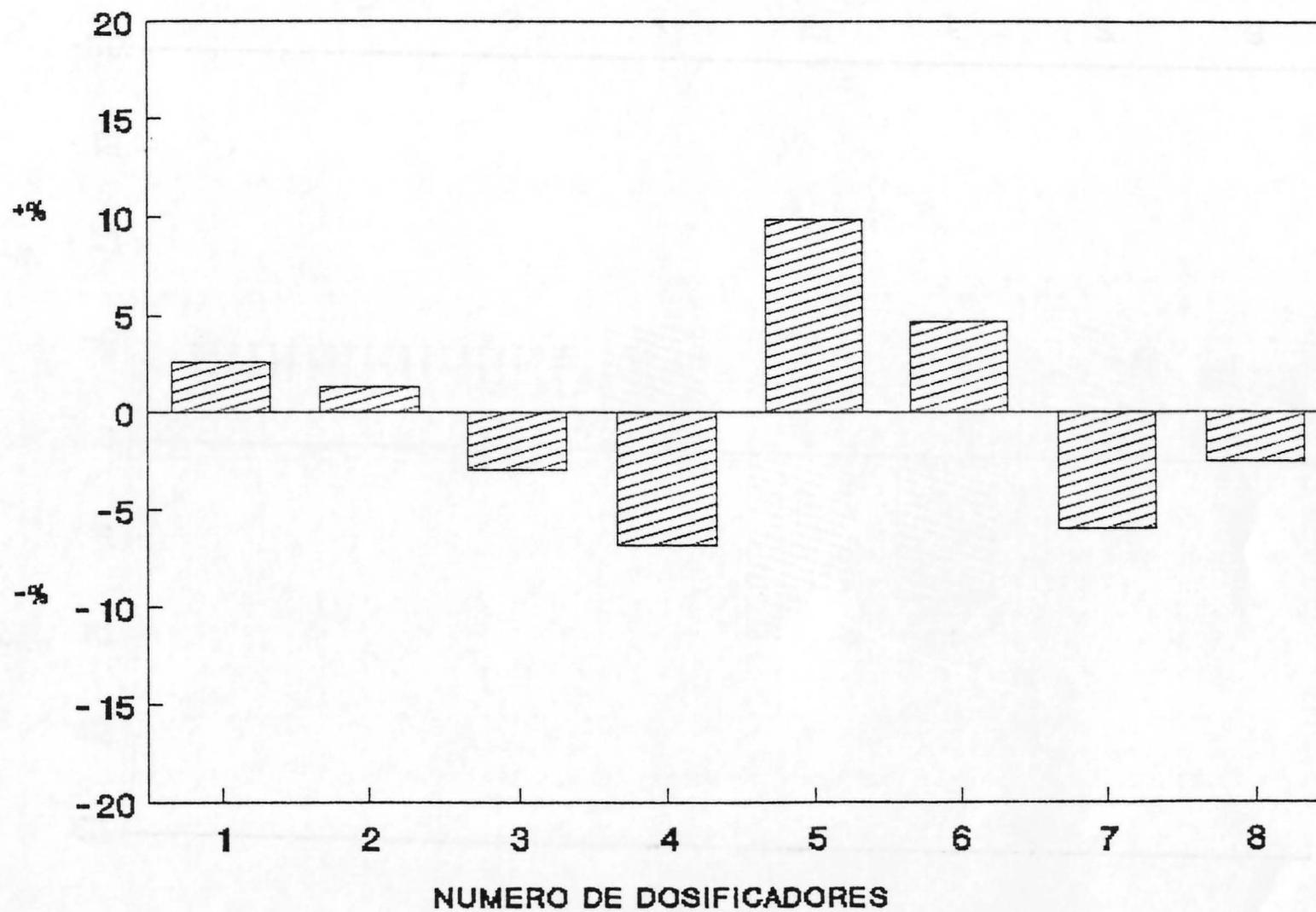
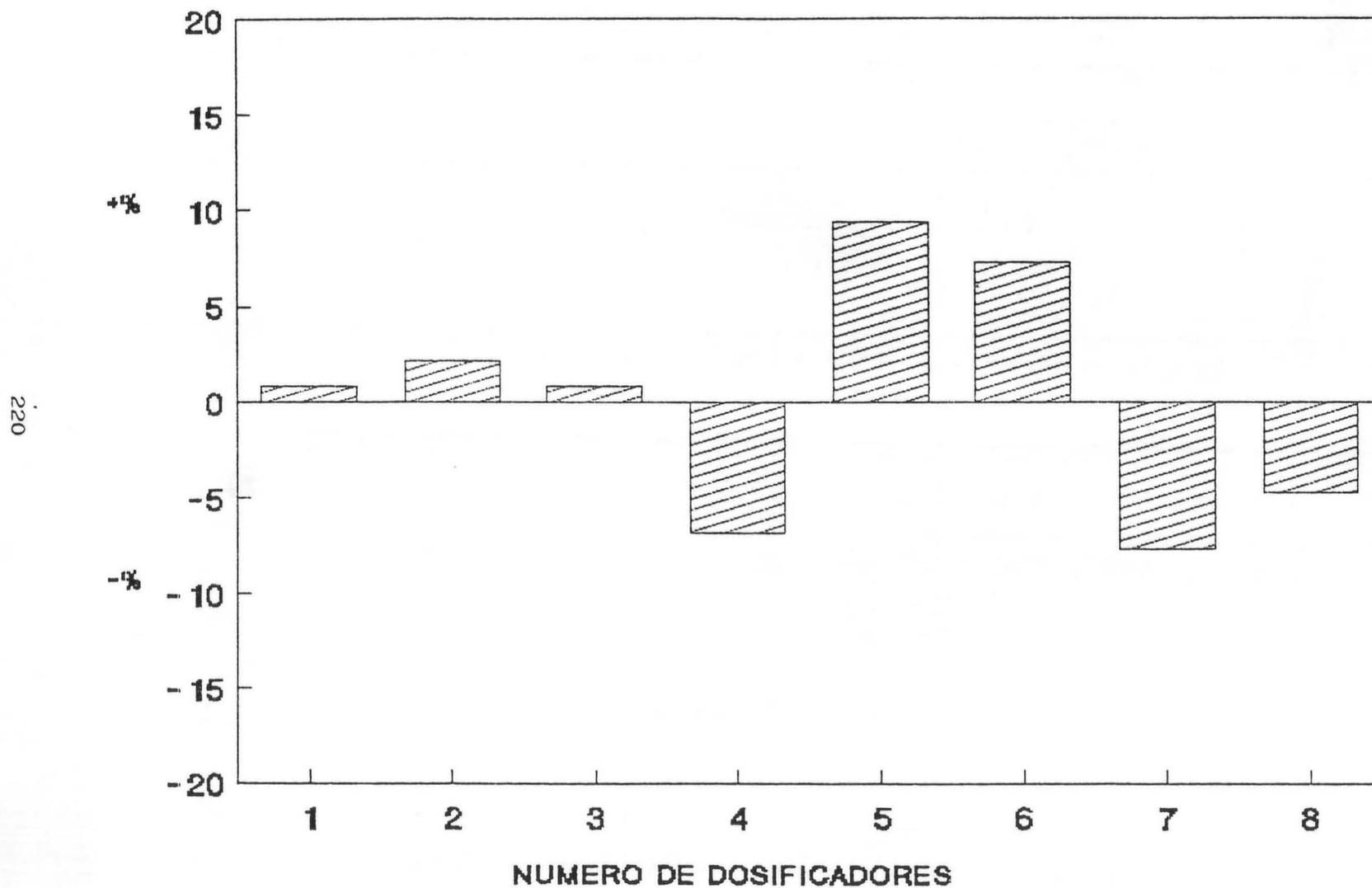


FIGURA 36.

DESVIO DE CADA DOSIFICADOR FERTILIZANTE RESPECTO AL x T

POSICION "A 6"



CUADRO 27. Dosis por hectárea de superfosfato triple para diferentes posiciones del sistema dosificador y distancias entre hileras

Posición (mm)	Gr/hilera	Distancia entre hileras (cm)		
		18	35	50
		kg/ha		
A1	163	227	116	82
B1	175	243	124	88
A2	186	259	132	93
B2	183	254	130	92
A3	201	279	143	101
B3	211	293	150	106
A4	223	310	158	112
B4	239	332	170	120
A5	237	329	168	119
B5	233	324	165	117
A6	234	325	166	117
B6	240	334	170	120

En el Cuadro 28, aparecen las recomendaciones de fertilizantes fosfatados para dos áreas agroecológicas, como puede apreciarse para el caso del trigo que se siembra a 18 cm entre hileras no pueden aplicarse dosis inferiores a 100 unidades de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a la forma de superfosfato triple, así como en raps que se siembra a 35 cm no pueden aplicarse dosis igual o superior a 75 unidades, este problema puede ser superado si se introduce un juego de ruedas dentadas con un índice de transmisión equivalente a la dosis que se desea aplicar.

CUADRO 28. Dosis de fertilizantes fosfatados recomendados para dos áreas agroecológicas (kg/ha).

A R E A	Cultivo	P205	SFT	SFN
Secano Interior	Trigo	15	-	68
	Arvejas	30	-	136
	Lentejas	45	-	205
	Chicharos y Hualputras	60	-	273
Precordillera	Avena	50	109	-
	Trigo	75	163	-
	Raps y Lentejas	100	217	-
		125	272	-
		150	326	-

#### 4. Otras observaciones

Con la máquina se ejecutaron durante la temporada 1990, los establecimientos de cultivos (trigo y lenteja), en las parcelas de ensayo de cero labranza de Cauquenes.

En condiciones apropiadas de humedad, consistencia friable, la máquina presenta un requerimiento de tracción de 50 kg/hilera, trabajando entonces con 5 hileras se llega a un requerimiento total de 250 kgs, lo que la hace operable tanto para una yunta de bueyes como una pareja de caballos.

En el Cuadro 29, aparecen los resultados de las mediciones de capacidad de trabajo de la sembradora.

CUADRO 29. Resultado mediciones capacidad de trabajo, sembrado ra de tracción animal.

Cap.Efec. Cultivo	Distancia entre hileras	Ancho trabajo	Veloc. (km/hr)	Efic. (%)	(ha/hr)
Trigo	0.18	0.9	4	50	0.18
Lenteja	0.35	1.75	4	50	0.35

De acuerdo a estos resultados, la máquina tiene la capacidad en una jornada de 6 horas de trabajo, de sembrar una hectárea al día de trigo o dos hectáreas al día de lentejas.

#### CONCLUSIONES

:- La labranza vertical requiere de menos tiempo para efectuar la aradura que la labranza convencional.

- Es posible ejecutar la labranza vertical con caballos y bueyes, manteniendo con ambos animales la ventaja de la rapidez de las labores.

- La labranza vertical al no invertir suelo, deja gran parte del residuo sobre éste, actuando como una capa protectora contra el impacto de la gota de lluvia.

- En convenio con una empresa particular, se desarrolló un arado cincel de tracción animal que permite

ejecutar la labranza vertical, con una serie de ventajas.

- Los requerimientos de tracción del arado cincel exceden en un 42% al arado convencional, pero con una pareja de caballos de peso superior a 600 kgs, es posible lograr un funcionamiento normal durante 6 horas diarias de trabajo.

- En el trabajo del arado de vertedera reversible pudo apreciarse la formación característica de una grada en el extremo superior de la parcela, revelando el inicio de una erosión mecánica de suelo.

- Las últimas mediciones muestran que el arado cincel requiere menos de un tercio del tiempo requerido por el arado de vertedera para ejecutar la labranza en un suelo granítico del Secano Interior.

- Se obtuvo una máquina de cero labranza de tracción animal, que hace factible la aplicación de esta importante técnica de conservación de suelo en la agricultura campesina del Secano Interior.

- Los resultados de las evaluaciones del sistema dosificador de semilla de una máquina de cero labranza de tracción animal, indican que éste presenta un comportamiento aceptable dentro de la dosis recomendada de trigo.

- Se requiere mejorar el sistema dosificador de fertilizante de la sembradora para aplicar menores dosis de fósforo en el Secano Interior.

- Las mediciones de tracción del equipo, indican que éste es comparable al arado cincel de tracción animal, requiriendo para su funcionamiento de una pareja de caballos o una yunta de bueyes.

- La máquina de cero labranza de tracción animal es capaz de sembrar una hectárea de trigo al día o dos hectáreas de lentejas en el mismo período de tiempo.

RECOMENDACION SOBRE EL FUTURO EXPERIMENTO : Se ha conseguido una serie de DEL equipos y normas de manejo, que permiten cultivar los suelos sin provocar erosión. Debe apoyarse la difusión tecnológica a la agricultura campesina de estas nuevas tecnologías, apoyando la construcción de estos equipos y la instrucción de los agricultores en el manejo y mantención, junto con el apoyo crediticio que posibilite la adquisición de maquinaria apropiada. De esta manera se logrará detener el proceso migratorio de esta importante área agroecológica del país.

RESUMEN : Se evaluaron tecnológicamente tres sistemas de labranza en el Secano Interior de la VII región.

En la primera temporada 1988/1989, se

compararon dos sistemas de labranza: labranza vertical, efectuada mediante un cultivador de tracción animal y labranza de inversión mediante un arado de vertedera.

Los primeros resultados indicaron que la labranza vertical requería de menos tiempo para ejecutar la labranza que el sistema convencional, además este trabajo se podía efectuar tanto con bueyes y caballos, se notó que el hecho de no invertir el suelo con labranza vertical, posibilitaba que gran parte del residuo quedara sobre el suelo, actuando como una capa protectora contra el impacto de la gota de lluvia.

En la segunda temporada 1989/1990, se continuó trabajando en la obtención de un arado cincel de tracción animal que posibilitará efectuar la labranza vertical con una serie de ventajas.

Se obtuvo un equipo que empleando vástagos cultivadores que se utilizan en equipos de tracción mecánica, lograba efectuar la labranza con tracción animal. Mediciones de tracción indicaron que el requerimiento de tiro del arado cincel excedía en un 42% al arado convencional, pero con una pareja de caballos de un peso superior de 600 kgs, era posible lograr un funcionamiento normal del equipo durante 6 horas diarias de trabajo.

En la temporada 1990, se comparó en las parcelas de ensayo, el trabajo del arado cincel de tracción animal con

un arado de vertedera reversible muy usado en la zona. En el trabajo del arado de vertedera pudo apreciarse el efecto de una formación de grada en el extremo superior de la parcela, revelando el inicio de una erosión mecánica. Las comparaciones realizadas con el arado cincel indicaron que éste requería menos de un tercio del tiempo empleado en ejecutar la labranza convencional.

También en esta temporada se reemplazó el uso de una sembradora de cero labranza de tractor (SEMEATO TD 220) por una de tracción animal, confeccionada por el proyecto, ya que en un 90% de los agricultores sólo poseen tracción animal. Los resultados de la evaluación tanto del sistema dosificador de semilla y fertilizante, indican que esta máquina es apropiada para efectuar el establecimiento de cultivo sin labranza previa. Los requerimientos de tracción de la máquina son comparables a los del arado cincel de tracción animal, con una capacidad de siembra de una hectárea al día de trigo o dos de lentejas.

TITULO DEL EXPERIMENTO : Utilización de energía en la producción de lenteja bajo tres sistemas de labranza con tracción a bueyes.

UNIDAD EJECUTORA : Estación Experimental Quilamapu

PROYECTO : FIA Cero Labranza  
 Manejo de suelo (100)  
 Dirección de Investigación  
 Univ. Concepción.(20.23.13)

INVESTIGADOR PARTICIPANTE : Jorge Riquelme S, Ing.Agr.M.Sc.  
 Edmundo Hetz H. Ing. Agr. Ph.D.  
 Pedro del Canto S. Ing. Agr.  
 Alejandro del Pozo L. Lic.Biol.

AYUDANTE DE INVESTIGACION : Claudio Aliaga D, Ing. Ejec.Agr.

DURACION APROXIMADA : Inicio : Mayo, 1990  
 Término : Mayo, 1991

TIPO DE INVESTIGACION : Aplicada

UBICACION Y N° EXPERIMENTOS : Subestación Experimental Cauquenes, 3 km al este de la ciudad del mismo nombre.

OBJETIVOS : Establecer los requerimientos energéticos para la producción de lenteja usando tres sistemas de labranza con tracción a bue-yes y estudiar la eficiencia energética del cultivo y de los sistemas de labranza reuniendo antecedentes que permitan lograr un uso más racional de los recursos energéticos en la producción agrícola.

METODOLOGIA EXPERIMENTAL : Los ensayos se realizaron durante los años Agrícolas 1989 y 1990, en un suelo granítico de la Serie Cauquenes ubicado a 3 km al Este de la ciudad del mismo nombre.

El diseño experimental correspondió a bloques completos al azar, con tres tratamientos y tres repeticiones; el tamaño de las parcelas fue de 5 x 40 m. Los tratamientos ensayados correspondieron a diferentes sistemas de labranza que fueron ejecutados con equipos de tracción animal. La descripción de los tratamientos es la siguiente:

1. Labranza Tradicional (LT)
  - a) Arado de vertedera
  - b) Rastra de clavos artesanal (2 pasadas)
  - c) Sembradora
  
2. Labranza Reducida (LR)
  - a) Arado cincel
  - b) Rastra de clavos mejorada (2 pasadas)
  - c) Sembradora
  
3. Labranza Cero (LC)
  - a) Pulverizadora con Paraquat (Gramoxone), 2,0 kg/ha
  - b) Sembradora cero labranza

Todos los equipos fueron arrastrados por una yunta de bueyes de aproximadamente 620 kgs de peso cada uno.

Las operaciones posteriores a la siembra, comunes para todos los tratamientos, fueron las siguientes:

- a) Dos pulverizaciones contra malezas de hoja ancha y gramíneas.
- b) Una limpia a mano
- c) Arranca
- d) Transporte al sitio de trilla (era)
- e) Trilla con estacionaria
- f) Transporte a bodega

La siembra se efectuó en la segunda quincena de mayo utilizándose la variedad Araucana-INIA en dosis e 80 kg/ha; la semilla fue previamente inoculada con Nitrofix en dosis de 300 gr/80 kg.

Se empleó una fertilización fosfatada común de 60 kg/ha de P2O5, a base de superfosfato normal (22% de P2O5), aplicado en forma localizada con la semilla.

En todos los tratamientos se controlaron las malezas de hoja ancha en postemergencia con Linurón (Afalón) en dosis de 1,0 kg/ha y las malezas gramíneas con Sethoxydim (Poast) en dosis de 1,5 kg/ha.

Entre las determinaciones importantes estuvo la medición del tiempo necesario para ejecutar las diferentes operaciones. También se realizaron las determinaciones necesarias para calcular la capacidad teórica y efectiva de trabajo (Hetz y Carrasco, 1987; Ibáñez et al, 1982), y el rendimiento (kg/ha) de lenteja en cada tratamiento.

El cálculo de la energía necesaria para ejecutar cada una de las operaciones agrícolas se realizó utilizando la metodología standard para estos trabajos, documentada por Bridges y Smith (1979), Fluck y Baird (1980) y Pimentel (1980). Esta metodología que determina Kcal/hr, adiciona los valores de energía necesaria para su operación, mantenimiento/reparaciones, operadores y las relaciona con la Capacidad Efectiva de Trabajo del equipo en hr/ha, para obtener finalmente Kcal/ha.

La eficiencia energética del cultivo fue calculada dividiendo la energía de salida por la energía de entrada. La energía de salida correspondió al equivalente energético de la cosecha más el del N fijado en el suelo estimado en 70 kg de N/ha con un costo de 5.250 Kcal/kg de N<sup>1</sup>. La energía de entrada correspondió a la sumatoria de los equivalentes energéticos de todos los insumos.

La eficiencia energética es un número adimensional que representa la respuesta del sistema productivo a cada unidad de energía aportada a él, excluida la solar. Las equivalencias energéticas de los diferentes insumos utilizados con su correspondiente fuente bibliográfica se presentan en el Cuadro 1.

---

<sup>1</sup> Los autores agradecen la valiosa información sobre este tema proporcionada por los Profesores Marcos Figueroa R. y Alfonso Herrera O., de la Fac. de Agronomía, Universidad de Concepción.

CUADRO 1. Equivalentes energéticos de los insumos y fuente bibliográfica.

Insumos	Equivalencias (Kcal)	Fuente Bibliográfica
Jornada-hombre (8 hr)	4.352	Pinto et al (1983)
Jornada de 5,5 hr, 2 bueyes de 620 kg c/u	20.185	Pearson (1991)
Cada kg de:		
Lenteja	3.650	Watt y Merrill (1963)
P205	3.380	Pimentel (1980)
Inoculante (Nitrofix)	3.000	Herrera (1991)*
Paraquat (Gramoxone)	109.520	Pimentel (1980)
Linurón (Afalón)	52.240	Pimentel (1980)
Sethoxydim (Poast)	64.290	Pimentel (1980)
Tractor	22.358	Fluck y Baird (1980)
Arado	15.943	Fluck y Baird (1980)
Rastra clavos y fierro	15.273	Fluck y Baird (1980)
Rastra madera y clavo	7.500	Fluck y Baird (1980)
Pulverizadora	15.000	Fluck y Baird
Sembradora	16.931	Fluck y Baird (1980)
Trilladora	20.930	Fluck y Baird (1980)

\* Profesor Alfonso Herrera O., Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán (Comunicación Personal).

Los principales equipos utilizados en las operaciones diferenciales de esta investigación, fueron los siguientes:

- a) Arado de vertedera reversible "americano"; 30 kg de peso; 23 cm ancho de trabajo.
- b) Arado cincel; marca Agritecnia, modelo Lorena; 47 kg de peso; 5 vástagos a 15,2 cm de separación; 76 cm ancho de trabajo (Riquelme, 1988).

- c) Rastra artesanal de madera con clavos, 60 kg de peso; 1,20 m ancho de trabajo; usada en el tratamiento de labranza tradicional (Ibáñez et al.).
- d) Rastra mejorada de fierro con clavos; marca John Deere; 40 kg de peso; 2,0 m ancho de trabajo; usada en el tratamiento de labranza reducida (Riquelme, 1990).
- e) Sembradora de grano fino, marca JUBER, modelo JR; 8 vástagos a 15 cm de separación; 1,20 m ancho de trabajo para tratamiento de labranza tradicional y labranza reducida; 350 kg de peso (Figura 1).
- f) Sembradora de grano fino; marca JUBER, modelo JR; 5 vástagos a 15 cm de separación; 0,75 m ancho de trabajo para tratamiento de cero labranza; 339,5 kg de peso (Figura 1).
- g) Pulverizadora, marca ICAT-INIA, 11 boquillas a 0,65 m de separación; 7,15 m ancho de trabajo; 250 kg de peso (Riquelme, 1990).

Los ensayos se realizaron durante las temporadas agrícolas 1989-1990 y 1990-1991. Sin embargo, en esta publicación se utilizan los valores promedio de rendimiento de lenteja por cuanto la variabilidad fue extremadamente alta (C.V. de 55 a 76%), debido al gravísimo deterioro que ha sufrido el suelo por la erosión.

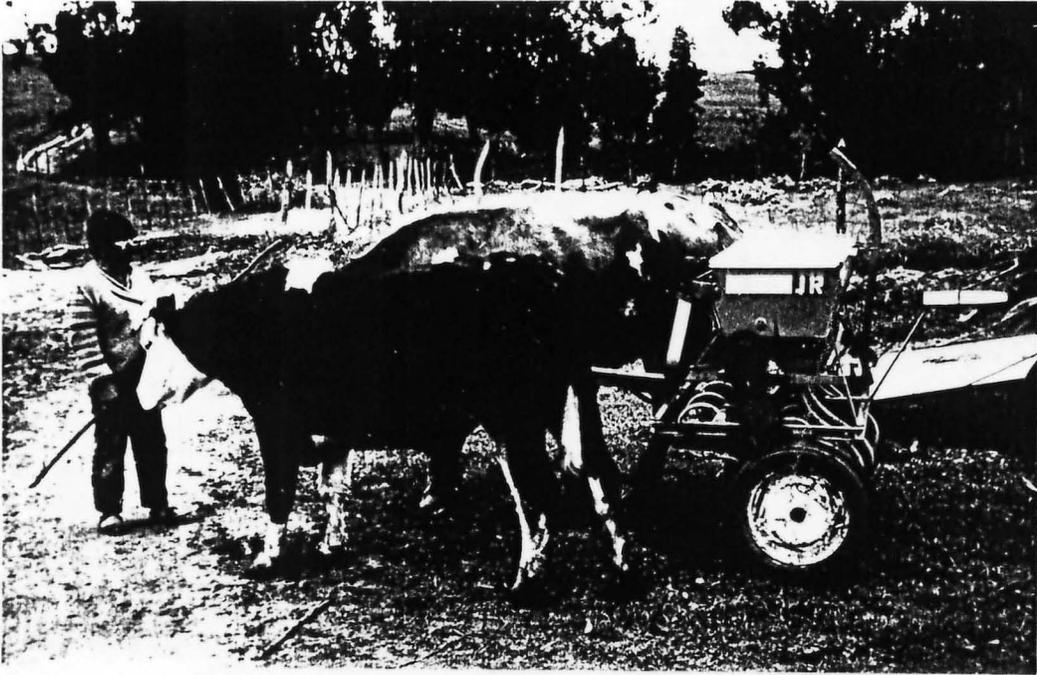


FIGURA 1. Sembradora de grano fino, marca JUBER, modelo JR.  
Grain drill, Juber make, Model JR.

**1. Gastos energéticos diferenciales, comunes y totales**

El Cuadro 2, muestra que el costo energético diferencial fluctuó entre 159 y 331 Mcal/ha para los sistemas de labranza reducida y cero, respectivamente.

Estos valores son inferiores a los resultantes cuando los trabajos se realizan con tractor (Hetz, 1992); Valenzuela et al, 1989; Fluck y Baird, 1980; Pimentel, 1980). Debe destacarse el alto costo energético que tiene la aradura con vertedera que aumentó notablemente los costos del sistema tradicional. Por otro lado, es importante destacar el bajo costo energético que tuvo la aradura con cincel, lo cual significó que el sistema de labranza reducida lograrse el menor gasto total, reafirmando lo señalado por Bansal et al (1989); Frye (1984) y Riquelme (1988 y 1990).

CUADRO 2. Costo energético diferencial de los sistemas de labranza y siembra. Kcal/ha.

-----  
LABRANZA TRADICIONAL (LT)

Aradura con vertedera	165.440
Rastrajes (2) - rastra artesanal	64.674
Sembradora	70.068
TOTAL	<u>299.182</u>

LABRANZA REDUCIDA (LR)

Aradura con cincel	50.918
Rastraje (2) - rastra mejorada	38.436
Sembradora	70.068
TOTAL	<u>159.422</u>

LABRANZA CERO (LC)

2,0 kg/ha Paraquat	219.040
Pulverizadora	13.025
Sembradora Cero Labranza	98.717
TOTAL	<u>330.792</u>

-----

La gran cantidad de energía secuestrada en el Paraquat, elevó el costo del sistema de la branza cero, haciéndolo el mayor de los tres, indicando que la labranza cero no es necesariamente un sistema de bajo costo energético (Frye, 1984; Hetz et al, 1991). También debe señalarse que la diferencia entre los costos energéticos de la labranza cero y reducida, sólo equivalen a 47 kg/ha de lenteja.

El Cuadro 3, muestra que el costo energético de las operaciones comunes e insumos utilizados correspondieron a 337 y 644 Mcal/ha, respectivamente. Entre las operaciones comunes y la

trilla utilizó 52% del total de energía y la semilla y P205 sumaron 77% del total de energía utilizada como insumos.

Por otra parte, el Cuadro 4, muestra que el gasto total de energía para la producción de lenteja en el Secano Interior fluctuó entre 1.141 y 1.312 Mcal/ha para el sistema de labranza reducida y cero, respectivamente. Estos valores son similares a los obtenidos en frejol (1.200 - 1.610 Mcal/ha), pero notablemente inferiores a los obtenidos en otros 7 cultivos cuyos rangos más frecuentes fluctuaron entre 3.000 y 7.600 Mcal/ha (Hetz, 1992).

La semejanza del gasto energético de lenteja y frejol es lógica, por cuanto ambos cultivos no utilizan fertilización nitrogenada y el sistema de producción entre los pequeños productores es muy similar. Sin embargo, los otros cultivos estudiados utilizaron altas dosis de N (trigo, maíz), mayores dosis de P205 (remolacha azucarera) y alto gasto energético como combustible (Hetz, 1992; Pinto et al, 1983; Pimentel, 1980).

CUADRO 3. Costo energético de las operaciones comunes y de los insumos para la producción de lenteja. Kcal/ha.

-----	
OPERACIONES COMUNES	
Pulverización 1	13.025
Pulverización 2	13.025
Limpia a mano	52.224
Arranca	43.520
Transporte a la era	27.028
Trilla	176.000
Transporte a bodega	12.269
	-----
SUBTOTAL	337.091
INSUMOS	
Semilla con cincel	292.000
P205	202.800
Nitrofix	990
Linuron	52.240
Sethoxydim	96.435
	-----
SUBTOTAL	644.375
TOTAL OPERACIONES COMUNES E INSUMOS	981.466
-----	

CUADRO 4. Requerimientos totales de energía para la producción de lenteja en el Secano. Kcal/ha.

---

LABRANZA TRADICIONAL (LT)

Preparación de suelo y siembra	299.182
Operaciones comunes e insumos	981.466

TOTAL	<u>1.280.648</u>
-------	------------------

LABRANZA REDUCIDA (LR)

Preparación de suelo y siembra	159.422
Operaciones comunes e insumos	981.466

TOTAL	<u>1.140.888</u>
-------	------------------

LABRANZA CERO (LC)

Aplicación herbicida y siembra	330.792
Operaciones comunes e insumos	981.466

TOTAL	<u>1.312.258</u>
-------	------------------

---

Debe enfatizarse que el costo energético de la preparación de suelo y siembra, alcanzó un porcentaje bajo del costo total, legando a 14, 23 y 25% para los sistemas de labranza reducida, tradicional y cero, respectivamente. Lo anterior muestra la importancia de actuar sobre los insumos de mayor costo energético (semilla, P205), para mejorar la eficiencia del uso de la energía en la producción agrícola (Hetz, 1992; Pimentel, 1980; Valenzuela et al, 1989).

## 2. Eficiencia energética de la lenteja

En el Cuadro 5, se observa que el equivalente energético de la lenteja cosechada más el nitrógeno fijado en el suelo, fluctuó entre 3.434 y 6.135 Mcal/ha; este rango correspondió a rendimientos de 840 y 1.580 kg/ha, respectivamente. Estos valores son relativamente comparables con los obtenidos en frejol (6.341 - 6.998 Mcal/ha), aunque en este último cultivo no se incluyó la energía del N fijado en el suelo. Todos los otros cultivos analizados anteriormente tuvieron un equivalente de cosecha bastante más alto (Hetz, 1992; Pinto et al, 1983). Lo anterior demuestra el bajo rendimiento potencial de las variedades de lentejas utilizadas en Chile (SNA-CAS, 1991; Stringi et al, 1989).

Por otro lado, el Cuadro 6, muestra que la eficiencia energética de la lenteja fluctuó entre 2,62 y 5,38; este rango es similar al obtenido en frejol, trigo, avena y papa, pero es menor que los encontrados en maravilla, remolacha azucarera y maíz (Hetz, 1992; Pinto et al, 1983). El Cuadro 6, también muestra que la energía necesaria para producir 1 kg de producto, varió entre 722 y 1.562 Kcal/ha; este rango es similar a lo encontrado en frejol, maravilla, avena y trigo en seco, pero es notablemente más alto que lo encontrado en maíz, remolacha azucarera y papa, cuyos valores fueron, en general, menores que 300 Kcal/kg. (Hetz et al, 1991; Pinto et al, 1983).

CUADRO 5. Equivalente energético de la lenteja cosechada más el nitrógeno fijado en el suelo. Kcal/ha.

TEMPORADA	SISTEMA DE LABRANZA		
	Tradicional	Reducida	Cero
1989	5.039.500	6.134.500	4.090.500
1990	4.893.500	3.908.000	3.433.500
x dos temporadas	4.966.500	5.021.250	3.762.000

CUADRO 6. Eficiencia y costo energético (Kcal/kg) para producir 1 kg de lenteja en el Secano Interior.

TEMPORADA	SISTEMA DE LABRANZA					
	Tradicional		Reducida		Cero	
	Efic.	Kcal/kg	Efic.	Kcal/kg	Efic.	Kcal/kg
1989	3,94	1.000	5,38	722	3,12	1.286
1990	3,82	1.033	3,43	1.176	2,62	1.562
x dos temporadas	3,88	1.016	4,40	949	2,87	1.424

CONCLUSIONES : En resumen, se puede señalar que la lenteja tuvo un comportamiento levemente similar al encontrado en frejol. Sin embargo, el requerimiento energético total fue notablemente más bajo que el encontrado para todos los otros cultivos analizados anteriormente, ya que ellos utilizaron bastante energía como P205 y combustible; la labranza cero no

significó una reducción de la energía utilizada ya que el barbecho químico tuvo un alto costo energético.

#### RECOMENDACION SOBRE EL FUTURO

DEL EXPERIMENTO : Conviene efectuar la evaluación del mismo trabajo pero ejecutado con caballos.

También evaluar otros cultivos manejados con tracción animal, ya que ésta constituye una reducción en el consumo de insumos de alto valor energético como combustible y tractores, los que además son importados.

#### MATERIALES GENERADOS :

HETZ H., EDMUNDO; RIQUELME S., JORGE; DEL CANTO S., PEDRO Y DEL POZO L., ALEJANDRO 1992. Utilización de energía en la producción de lenteja, bajo tres sistemas de labranza con tracción a bueyes, en el Secano Interior". Agro Sur (en prensa).

HETZ H., EDMUNDO; RIQUELME S., JORGE; DEL CANTO S., PEDRO Y DEL POZO L., ALEJANDRO 1992. Utilización de energía en la producción de lenteja, bajo tres sistemas de labranza con tracción a bueyes, en el Secano Interior. Presentado al XLII Congreso Anual de la Sociedad Agronómica de Chile. (Chillán, noviembre 1991)

## RESUMEN

: Se determinaron los costos energéticos totales y parciales necesarios para la producción de lenteja usando sistemas de labranza tradicional, reducida y cero, en el Secano Interior.

Los resultados mostraron que los requerimientos totales de energía fluctuaron entre 1.141 y 1.312 Mcal/ha; el costo energético de los sistemas de labranza fue 159, 299 y 331 Mcal/ha, para la labranza reducida, tradicional y cero, respectivamente. Las operaciones comunes y los insumos tuvieron un costo energético de 337 y 644 Mcal/ha, respectivamente. Los mayores gastos se produjeron como semilla y P205 que representaron entre 38 y 43% del total de energía utilizada.

La eficiencia energética del cultivo fluctuó entre 2,62 y 5,38, necesitándose entre 722 y 1.562 Kcal para producir 1 kg de lenteja.

TITULO DEL EXPERIMENTO : Comparación económico de tres sistemas de labranza con tiro animal.

UNIDAD EJECUTORA : Estación Experimental Quilamapu

INVESTIGADOR PARTICIPANTE : Jorge Riquelme S, Ing.Agr.M.Sc.  
Roberto Velasco H., Ing. Agr.

AYUDANTE DE INVESTIGACION : Claudio Aliaga D, Ing. Ejec.Agr.

DURACION APROXIMADA : Inicio : Abril, 1990  
Término : Abril, 1991

TIPO DE INVESTIGACION : Aplicada

UBICACION Y N° EXPERIMENTOS : Cauquenes, 1 experimento

AREA DE APLICACION : Secano Interior, VIII región.

OBJETIVOS : Comparar económicamente tres sistemas de establecimiento de trigo en el Secano Interior de Cauquenes.

METODOLOGIA EXPERIMENTAL : Se analizaron los datos obtenidos en las mediciones realizadas en las parcelas de los sistemas de labranza, del Secano Interior.

Se determinaron y evaluaron los costos horarios de operación de la tracción animal, que incluyó caballo, accesorios (aperos), equipos y mano de obra. Sobre la base de ellos, se determinaron los costos por hectárea de las operaciones de establecimiento del trigo con los diferentes sistemas de labranza.

## 1. Determinación del costo de operación de un caballo

### 1.1. Costos fijos

#### 1.1.1. Depreciación

$$D = \frac{V_i - V_r}{N}$$

Donde:

- D = Depreciación anual (\$/año)
- V<sub>i</sub> = Valor inicial del animal en \$
- V<sub>r</sub> = Valor residual del animal se considera como un 85% del valor inicial.
- N = Vida útil de animal en años, se considera para este caso como de 12 años.

#### 1.1.2. Interés al capital

$$IC = i * \frac{(V_i + V_r)}{2}$$

Donde:

- IC = Interés al capital (\$/año)
- i = Tasa de interés, se considera la aplicada por INDAP (0.07/año)

### 1.1.3. Alojamiento

$$A = Vi * 0.02$$

El costo fijo horario se obtiene dividiendo la sumatoria de los parámetros anteriores por el uso anual del caballo el que se considera como de 800 hrs al año.

## 1.2. Costos variable horario

### 1.2.1. Pastura

$$P = \frac{w * 0.03 * Cp}{h}$$

Donde:

- P = Costo horario de la pastura
- w = Peso del animal en kg, para este caso se considera un promedio de 600 kg.
- h = Horas de uso del animal al día, para este caso 6 horas.
- Cp = Costo del kilogramo de heno, para este caso 15 \$/kg.

### 1.2.2. Concentrado o grano

$$G = \frac{w * 0.007 * Cg}{h}$$

Donde:

- G = Costo horario concentrado
- Cg = Valor del kilo de concentrado, para este caso de \$ 40/kg.

### 1.2.3. Gastos médicos

$$M = \frac{Vi * 0.05}{t}$$

Donde:

- M = Gastos médicos horario
- t = Horas de uso anual del animal (800 hrs)

#### 1.2.4. Gastos herraje

$$H = \frac{V_i * 0.15}{t}$$

Donde:

H = Costo herraje horario

## 2. Determinación del costo horario de los aperos

### 2.1. Costos fijos horario

#### 2.1.1. Depreciación

$$D_h = \frac{V_i}{t}$$

Donde:

$D_h$  = Depreciación horaria (\$/hr)

$t$  = Vida útil de los aperos, para este caso se consideran 5000 hrs.

#### 2.1.2. Interés al capital

$$I_h = \frac{i * V_i}{t}$$

Donde:

$I_h$  = Interés al capital horario

### 2.2. Costos variables

#### 2.2.1. Reparaciones

$$R = \frac{V_i * 0.2}{t}$$

Donde:

R = Costo variable reparación apero (\$/hr)

### 3. Implemento

#### 3.1. Costos fijos

##### 3.1.1. Depreciación

$$D = \frac{V_i - V_r}{N}$$

Donde:

$V_r$  = Para determinar el valor residual de un implemento se considera un porcentaje del valor inicial de acuerdo a la Tabla 1.

##### 3.1.2. Interés al capital

$$IC = i \frac{(V_i + V_r)}{2}$$

El costo fijo horario se determina dividiendo la sumatoria de los parámetros anteriores por el uso anual del implemento extraído de la Tabla 1.

#### 3.2. Costos variables

##### 3.2.1. Reparaciones

$$R = V_i * Cr$$

Donde:

$R$  = Costo de reparación horario (\$/hr)

$Cr$  = Coeficiente de reparación extraído de Tabla 1.

#### 4. Mano de obra

Se consideró el costo del salario mínimo actual.

TABLA 1. Coeficiente de reparación, horas de uso anual, vida útil y coeficiente de depreciación de los implementos utilizados en la evaluación económica.

Coeficiente IMPLEMENTO	Coeficiente Reparación	Uso anual (hr/año)	Vida útil años	depreciación
Arado vertedera "americano"	0.00015	350	15	0.10
Arado cincel	0.00025	350	15	0.10
Rastra de clavo	0.00010	300	8	0.05
Sembradora	0.00020	500	10	0.20
Pulverizadora	0.00030	500	10	0.20

RESULTADOS : En el Cuadro 1, aparecen los resultados de los cálculos para determinar los costos horario de operación de un caballo. Dentro de los costos fijos el valor que más influye es el interés al capital, derivado del alto costo residual que presenta esta importante fuente de energía.

En el Cuadro 2, aparece la determinación del costo de operación de los aperos. Se han determinado dos tipos de aperos debido a la forma diferente de enganchar los implementos.

En el Cuadro 3, se muestran los

resultados del cálculo de operación de diferentes maquinarias de tiro animal empleados en los sistemas de manejo de cultivos.

En el Cuadro 4, aparece la determinación de la capacidad de trabajo de las labores realizadas en labranza convencional, extraída de las mediciones realizadas en los ensayos y las observaciones realizadas en siembras de los agricultores de la zona. Para los trabajos se ha considerado el uso de una collera de caballos. En la siembra se ha considerado la aplicación manual de fertilizantes y semilla. Un hombre aplicando semilla o fertilizante al voleo, cubre un ancho de 5 m a una velocidad de 2,5 km/hr y con una eficiencia del 70% , requiere de 1,1 hr para sembrar una hectárea. La siembra se tapa con arado y luego se pasa una rastra.

En el Cuadro 5, se observan los resultados de los cálculos realizados en las labores con mínima labranza. La siembra se realiza del mismo modo que en la labranza convencional con la diferencia que la semilla se tapa con el arado cincel.

En el Cuadro 6, aparecen los resultados para el establecimiento de trigo con cero labranza. En el caso de la siembra se ha considerado la participación de un trabajador más, que participa en la carga de la semilla y el fertilizante. El costo unitario de la jornada animal es mayor debido a que el animal utiliza apero varero.

Como se aprecia en el Cuadro 7, los

sistemas de establecimiento de cultivo con labranza conservacionistas, representan una notable disminución en el uso de la mano de obra y el tiro animal, fuentes energéticas con un costo unitario mayor que la maquinaria apropiada que permite su reducción. También el menor tiempo requerido para ejecutar las labores, permite trabajar en las condiciones óptimas de humedad del suelo, el que tienen una capacidad muy limitada para almacenar el recurso agua tan necesario para el desarrollo del cultivo. Aún si se consideran las jornadas hombre, los sistemas conservacionistas resultan más económicos en el uso de la tracción animal, la que si representa un costo sensible para el agricultor. Para la cero labranza debe considerarse el costo del herbicida, alrededor de \$ 6.000/ha, aún así resulta más económico que el convencional, con la ventaja de proteger el recurso suelo tan deteriorado en esta zona.

CUADRO 1. Costos fijos y variables de un caballo de 600 kgs

VALOR INICIAL	200.000
COSTOS FIJOS ANUAL	
- Depreciación	2.500
- Interés al capital	12.950
- Alojamiento	4.000
Costo Fijo Total	19.450
COSTO FIJO HORARIO	24,3
- Pasturas	45
- Concentrados	28
- Gastos médicos	12,5
- Gastos herraje	37,5
COSTO VARIABLE TOTAL	123
COSTO TOTAL HORARIO	147,3

CUADRO 2. Costos Fijos y Variables para aperos de caballo

	Apero varero	Apero simple
VALOR INICIAL	138.000	29.800
COSTOS FIJOS HORARIO		
- Depreciación	27,6	6
- Interés al capital	12,1	1,7
COSTOS VARIABLES HORARIO		
- Reparación	5,5	1,2
COSTO TOTAL HORARIO	45,2	8,9

CUADRO 3. Costos Fijos y Variables de diferentes maquinaria de tiro animal

	Arado vertedera	Arado cincel	Rastra Clavo	Sembra- dora	Pulveri- zadora
VALOR INICIAL	20.000	75.000	5.000	900.000	600.000
COSTOS FIJOS ANUAL					
- Depreciación	1.200	4.500	594	72.000	48.000
- Interés	770	2.887,5	183,8	37.800	25.200
COSTO FIJO HORARIO	5,6	21,1	2,6	219,6	146,4
COSTOS VARIABLES HORARIO					
- Reparación	3	18,8	0,5	180	180
COSTO TOTAL	8,6	39,9	3,1	399,6	326,4

CUADRO 4. Capacidad de trabajo; requerimientos de jornadas hombre, jornadas animal, horas máquinas y costos, Labranza Convencional.

LABOR	Epoca	Hr/ha	J.H.	J.A.	Hr Arado	Hr Rastra
Barbecho	Julio	27	3,4	9	27	-
Cruza	Sept.	16	2	5,3	16	-
Rastraje	Mayo	4,6	0,6	1,5	-	4,6
Siembra	Mayo	22,8	2,9	2,4	16	4,6
Total		70.4	8,9	19,2	59	9,2
Costo Unit. (\$/Un.)			1.104	156,2	8,6	3,1
Valor total			9.826	2.999	507,4	28,5
Total sistema					13.361	

CUADRO 5. Capacidad de trabajo; requerimientos de jornadas hombre, jornadas animal, horas máquinas y costos, Mínima Labranza.

LABOR	Epoca	Hr/ha	J.H.	J.A.	Hr Arado	Hr Rastra
Aradura	Abril	8,3	1	2,8	8,3	-
Rastraje	Mayo	4,6	0,6	0,8	-	4,6
Siembra	Mayo	10,2	1,3	2,7	8	-
Total insumos		23,1	2,9	6,3	16,3	4,6
Costo Unit. (\$/Un.)			1.104	156,2	39,9	3,1
Valor total			3.202	984,1	650,4	14,3
Total sistema					4.851	

CUADRO 6. Capacidad de trabajo; requerimientos de jornadas hombre, jornadas animal, horas máquinas y costos, Cero Labranza.

LABOR	Epoca	Hr/ha	J.H.	J.A.	Hr Arado	Hr Rastra
Herbicida	Mayo	0,5	0,1	0,1	0,5	-
Siembra	Mayo	4,8	1,2	1,6	-	4,8
Total insumos	5,3	1,3	1,7	0,5	4,8	
Costo Unit. (\$/Un.)			1.104	192,5	326,4	399,6
Valor total insumos			1.435,2	327,3	163,2	1.918,1
Total sistema					3.844	

CUADRO 7. Resumen comparación económica de tres sistemas de establecimiento de trigo en el Secano Interior. Cauquenes, 1990/1991.

LABORES	Convencional			Minima			Cero Labranza		
	J.H.	J.A.	H.M.	J.H.	J.A.	H.M.	J.H.	J.A.	H.M.
Aradura	6	15,8	47,6	1,6	3,6	12,9	-	-	-
Herbicida	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,5
Siembra	2,9	3,4	20,6	1,3	2,7	8	1,2	1,6	4,8
Total val. Unitario	8,9	19,2	68,2	2,9	6,3	20,9	1,3	1,7	5,3
	1.104	156,2	7,8	1.104	156,2	31,8	1.104	192,5	392,7
Subtotal	9.816	2.999	536	3.202	984	665	1.435	327	2.084
Total sistema		13.361			4.851			3.844	
Valor Abs.(%)		100			36			29	
Disminución costo (%)		0			64			71	

CONCLUSIONES : Los resultados de esta investigación, permiten demostrar que la utilización de sistemas conservacionistas para el establecimiento de cultivo, en el secano interior, reducen los costos de operación.

Aún si no se considera el costo de la mano de obra, los sistemas conservacionistas resultan más económicos que la labranza convencional, por la reducción en el uso del tiro animal, fuente energética difícil de sostener en un medio tan árido.

El menor tiempo requerido por la labranza conservacionista permite trabajar el suelo en la condición óptima de humedad, favoreciendo así el establecimiento del cultivo en el momento oportuno.

RECOMENDACIONES SOBRE EL FUTURO DEL EXPERIMENTO : Debe efectuarse una difusión de los resultados de esta investigación para incentivar la inversión en tecnología conservacionista de suelo, la que no sólo permita conservar el recurso suelo, sino producir en forma más económica.

RESUMEN : Se comparó económicamente tres sistemas de establecimiento de cultivo en el Secano Interior de Cauquenes.

Los resultados de la investigación indican que los sistemas conservacionistas de establecimiento de cultivo

tienen un menor costo que la labranza convencional, al reducir el uso de la mano de obra y la tracción animal, también el menor tiempo requerido para efectuar la labor, permite realizar las labores en el momento oportuno para el éxito del establecimiento del cultivo.

d) **Bibliografía General consultada**

1. ACUÑA H.; J. AVENDAÑO y C. OVALLE 1983. Caracterización y variabilidad de la pradera natural del Secano Interior de la zona Mediterránea subhúmeda. *Agricultura Técnica* 43(1):27-38.
2. ADAMS W. E.; J. E. PARRAS; R. N. DAWSON. 1970. Tillage methods for corn sod system in the southern Piedmont. *Agronomy Journal*. 62:646-649.
3. AMENIYA, M. 1977. Conservation tillage in the Western corn belt. I. Soil and water Cons. 32:29-36.
4. ASHBURNER E., JOHN y SIMS G., BRIAN. 1984. Elementos de diseño del tractory herramientas de labranza. IICA. San José, Costa Rica. 473p.
5. BAEUMER, K. and W.A.F. BACKERMANS. 1973. Zero-tillage. *Advances in Agronomy*. 27:77-123.
6. BANDEL, V.A., S. DZIENIA, and G. STANFORD. 1980. Comparison of N fertilizers for no-till corn. *Agron. J.* 72:337-341.
7. BANSAL, N.K. GARG, M.K. and JAIN, M.L. 1989. Effect of improved implements on the pattern of energy utilization in agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 25 (1989):1-9 Elsevier, Amsterdam.
8. BLEVINS R. L.; COOK D., S.H. PHILLIPS and R.E. PHILLIPS. 1971. Influence of no tillage on soil moisture. *Agron. J.* 63:593-596.
9. BREVINS R. L; M.S. SMITH; G.W. THOMAS and W.W. FRYE 1983. Influence of conservation tillage on soil properties. *Journal of soil and water conservation* 38(3):3011-305.
10. BRIDGES, T.C. and SMITH, E.M. 1979. A method for determining the total energy input for agricultural practices. *Transactions of the ASAE* 22 (4):781-784. St. Joseph, Michigan, USA.
11. BRIGGLE, L. W. 1980. Energy use in wheat production,. IN: *Handbook of Energy Utilization in Agriculture*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. pp.109-116.
12. BRITO J. y L. PEÑA. 1980. Determinación del factor "R" de la ecuación universal de predicción de erosión hídrica en la provincia de Ñuble. *Agricultura Técnica* 40(4):152-156.
13. BYERS, R. A., R.L. MANGAN and W.C. Jr. TEMPLETON 1983. Insect and slug pest in forange legume seedlings. *J. Soil and water cons.* 38(3).

14. CAMACHO, G. HERNANDO. 1988. Alternativas para la mecanización de suelos de labor en mecanización agrícola para el pequeño productor agrícola de la región andina.
15. COLLINS, N.E., WILLIAMS, T.H. and KEMBLE, L.J. 1981. Measured machine energy requirements for grain production systems. IN: Agricultural Energy (2): 407-411. ASAE Publication 4-81. St. Joseph, Michigan, USA.
16. CONNELL R.Q.; F.B. ELLIS; D.G. CHRISTIAN; J.P. GRAHAM and J.T. DOUGLAS. 1980. The growth and yield of winter cereals after direct drilling, shallow excavation and ploughing on monocalcareous clay soil, 1974-1980. J. Agr. Sci. (Cambridge) 94:345-349.
17. CROMACK, H.T. H.; W.I. DAVIES; A. ROWLANDS; PRYTHORCH, E.I.; J. DAVIES 1978. The replacement of old sward using herbicides and cultivation techniques. Proceedings, 1978. British Crop Protection Conference Weeds. 333-339.
18. CUSSANS, G.W. 1977. Weed control in reduced cultivation and direct drilling systems. Outlook on Agriculture. 8:240-242.
19. DORAND J.W. 1980. Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage. Soil Sci. Soc. Am. J. 45:765-771.
20. DOUPNIK, B. Jr. and M.B. BOOSALIS. 1980. Ecofallow a reduce tillage systems and plant disease. Plant Disease 64:31-35.
21. EDWARDS, C.A. 1975. Effects of direct drilling on the soil fauna. Outlook on Agriculture. 8:243-244.
22. ERNST, J.W., and H.F. MASSEY. 1960. The effects of several factors on the volatilization of ammonia formed from urea in soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 24:87-90.
23. FENSTER, C.R. 1977. Conservation tillage in the Northern plains. J. Soil and water Cons. 32:29-36.
24. FLEIGE H. and K. BAEUMER 1974. Effect of zero-tillage on organic carbon and total nitrogen content, and their distribution in different N-fractions in loessial soils. Agro-Ecosystem 1, 19-29.
25. FLUCK, R.C. and BAIRD, C.D. 1980. Agricultural Energetics. Avi. Pub. Co., Westport, Connecticut, USA. 192 p.
26. FRYE, W.W. 1984. Energy requirements in no-tillage. IN: No-tillage Agriculture. Van Nostrand Reinhold Co., New York, USA. pp.127-151.
27. GANTZER; C.J. and G.R. BLAKE. 1978. Physical characteristics of le sueur clay loam soil following no till and conventional tillage. Agron. J. 70:853-857.

28. GOE, R.M. y McDOWELL, E.R. 1980. Animal traction. Guidelines for utilization. Cornell International Agriculture Mimeograph 81. Ithaca, New York, 84p.
29. HANSEN, H.O., J.V. ZELJKOVICH. 1982. Investigación en labranza reducida en el área de Permágino. En. Seminario Labranza reducida en el Cono Sur. Caballero, D.H. y Díaz, R. (Ed.). IICA. CIAAB pp.55-66.
30. HARNOLD; L.L. and W.M. EDWARDS 1972. J. soil water conservation 33 : 20-18.
31. HARGROVE, W.L., D. KISSEL and L.B. FENN 1977. Field Measurements of ammonia volatilization from surface applications of ammonia salts to a calcareous soil. Agron. J. 69:473-476.
32. HARGROVE, W.L.; J.T. REID.; TOUCHTON, J.T. and R.N. GALLAGHER 1982. Influence of tillage practices on the fertility status of an soil double cropped to wheat and soybeans. Agronomy Journal 74:684-687.
33. HETZ, E. y VILLALOBOS, H. 1985. Requerimientos energéticos para la producción de trigo en la provincia de Ñuble. Agro-Ciencia 1(2):129-136. Chillán, Chile.
34. HETZ, E. y SILVA, C. 1986. Estimación de la energía secuestrada en el nitrógeno contenido en el salitre natural chileno. Agro-Ciencia 2(2):179-182. Chillán, Chile.
35. HETZ, E. CARRASCO, J. 1987. Capacidad de trabajo y costos de la labranza con caballos en el área regada de Ñuble. Agro-Ciencia 3(2):151-159. Chillán, Chile.
36. HETZ, E. 1988. Demanda energética de algunas herramientas y sistemas de labranza. EN: Anales del DiálogoXXIV PROCISUR: IICA, Montevideo, Uruguay, pp.95-119.
37. HETZ, E., RIQUELME, J., DEL CANTO, P. DEL POZO, A. y ALIAGA, C. 1991. Requerimientos energéticos para la producción de avena en rotación con trigo, bajo tres sistemas de labranza y cuatro niveles de nitrógeno. Agro-Ciencia 7(2): (en prensa). Chillán, Chile.
38. HETZ, E. 1992. Energy utilization in Chilean agriculture. AMA 22(3): (in press). Tokyo, Japan.
39. INIA. 1988. Maquinaria Agrícola. Tiro Animal. III Informe Anual. Ministerio de Agricultura. República de Chile. 74 pag.
40. IBAÑEZ, C. MARIO; CONCHA, C. LUIS Y PHILLIPS, F. RONIE. 1982. Situación tecnológica de la labranza de suelos del secano de la costa de la provincia de Ñuble. Agro Sur 10(2):70-74.

41. JOLLY R.W., W.M. EDWARDS and D. ERBACK 1983. Economics of conservation tillage in Iowa. *J. soil water conservation* 38(3):291-294.
42. LATTANZI, A.R. y H. MARELLI; 1982. Avances en la investigación sobre el comportamiento de los sistemas de labranzas conservacionistas en la E.E.R.A. Marcos Juárez. En. *Labranza reducida en el Cono Sur*. Ed. H. Caballero y R. Díaz. IICA, CIAAB 67-77.
43. MALDONADO, I., N. RODRIGUEZ, P. DEL CANTO y J. CHAVARRIA, 1983. Producción de trigo en el secano interior. Limitantes y expectativas de producción del área. *Investigación y Progreso Agropecuario*, Quilamapu N°16.
44. MELLA, A. y KUHNE, A. 1985. Sistemática y descripción de las familias, asociaciones y serires de suelos derivados de materiales piroclásticas de la zona central sur de Chile. En: *Suelos volcánicos de Chile*. INIA, Ministerio de Agricultura. Capítulo 8. pp.:5 49-716.
45. MENGEL, D.B., D.W. NELSON, and D.M. HUBER. 1982. Placement of nitrogen fertilizers for no-till and conventional till corn. *Agron. J.* 74:515-518.
46. MERINO R., J. ETCHEVERS, L. PEÑA y O. NAVEA 1979. Efecto de sistemas de manejo de suelo sobre la erosión y producción en viñedos de secano. *AgriculturaTécnica* 39(2):35-40.
47. MILLAR A. et al. 1975. Movimiento de nitrato en el suelo volcánico bajo diferentes regímenes de riego. *Turrialba, Costa Rica* 5(2):139-143.
48. MOLDENHAUER, W.C.; G.M. LANGDALE; WILBURFRYE; K.K. Mc Cool, R.J. PAPENDICK, D.E. SMITH and D. WILLIAM FRYREAR. 1983. Conservation tillage for erosion control. *J. soil water conservation* 38(3)144-151.
49. MONREAL C.M. 1975. Estudio de la lixiviación del N-NO<sub>3</sub> y N-NH<sub>4</sub> en un suelo Quiriquina de la provincia de Ñuble. Tesis de Ingeniero Agrónomo. U. de Concepción 69p.
50. MONTEITH. J.L. 1980. Soil Temperature and crop growth in the tropics.
51. MURPHY, L. 1983. Fertilizer placement: A primer. *J. of soil and water. Cons.* 38(3):246-249.
52. NAYLOR, R.E.L., A.H.MARSHALL and S. MATHEWS 1983. Seed establishment in directy drilled. *Herbage abstracts*, 53(2):73-91.
53. NOVOA S.A., R.; VILLASECA C., S.; DEL CANTO S., P.; ROUANET M., J.; SIERRA B., C. y DEL POZO L., A. 1989. Mapa agroclimático de Chile. INIA, Area Agroecología. Programa Ecología y Producción, Proyecto Agrometeorología. 221 p.

54. ONSTAD C.A. 1972. Trans. Am. Soc. Agro. Eng. 15:287-289.
55. ORTIZ-CAÑAVATE, J. 1975. Técnica de la Mecanización Agraria. Vol. I. Ministerio de Agricultura. Monografías INIA. N°14. Madrid, España. pp.165.
56. PEARSON, R.A. 1991. Outputs from draught animals. Centre for Tropical Veterinary Medicine. University of Edinburgh, Scotland. 10p.
57. PELLIZZI, G., GUIDOBOND CAVALCHINI; A. and LAZZARI, M. (Editors). 1988. Energy savings in agricultural machinery and mechanization. Elsevier Applied Science. Amsterdam. The Netherlands. 375 p.
58. PEÑA L. 1978. Control de erosión mediante dos niveles de densidad de paja en un trumao de lomaje. Agricultura Técnica 38:49-53.
59. PEÑA L. 1983. Determinación de los factores R, K y C de una ecuación de predicción de erosión para la precordillera de la VIII región. Estudio preliminar Agricultura Técnica 43(2):151-158.
60. PEÑA L. 1984. Labranza de conservación de suelos. Boletín Divulgativo, Universidad de Concepción.
61. PHILLIPS, R.E. 1981. Soil moisture. IN: No-tillage research: Research reports and reviews. Ed: R.E. Phillips, G.W. Thomas and R.C. Blevins. Univ. Ky., Lexington pg. 23-42.
62. PIMENTEL, D. (Editor) 1980. Handbook of Energy Utilization in Agriculture. CRC Press, Boca Ratón, Florida, USA, pp.3-58.
63. PINTO, M., ACEVEDO, E., BERGER, H. Y ESPINOZA, A. 1983. Uso de energía en la explotación agrícola y forestal. EN: Uso eficiente de energía en Chile. Comité Nacional Chileno de la Conferencia Mundial de la Energía. Santiago, pp.247-280.
64. REYES, A.F. y HETZ, H.EDMUNDO. 1988. Fundamentos de mecanización agrícola con tracción animal. Departamento de Ingeniería Agrícola, Univ. de Concepción. Boletín de Extensión N°27. Mayo, Chillán, 46 pág.
65. RICE, C.W. and M.S. SMITH 1982a. Microbiological N transformation in no-tilled soil. Agronomy Abstract. Am. Soc. Agron. Madison, Wic. p.196.
66. RICE; C.W. and M.S. SMITH 1982b. Denitrification in no-till and plowed soils. Soil. Sci. Soc. Am. J.; 46:1168-1173.
67. RIECK, C.E. and HERRON; J.W., 1974. Pro. No-tillage Res. Conf., 1974:42-45

68. RIQUELME, J. 1988. Desarrollo y evaluación de un arado cincel de tracción animal. Informe Técnico INIA-Quilamapu. pp.16-40. Chillán, Chile.
69. RIQUELME, J. 1990. Equipos agrícolas de tracción animal desarrollados por INIA-Chile, para los pequeños productores de leguminosas de grano. EN: VIII Curso Corto PROCINDINO: pp. 107-136. Pasto-Colombia. Diciembre 1990.
70. ROBERTSON, W.K., H.W. LUNDY., G.M. PRINE., W.L. CURREY 1976. Planting corn in sod and small grain residues with minimum tillage. *Agronomy Journal*, 68:271-276.
71. ROGGI R.R. 1969. Estudio de la lixiviación de N-N03 en un suelo Arrayán de la provincia de Ñuble. Tesis Ing. Agrónomo. U. de Concepción 96p.
72. ROJAS, G.A. 1982. Cero labranza en cultivos de la zona central de Chile. Resultados de investigación 1979-1982. En: Seminario Labranza reducida en el Cono Sur. Ed.: Caballero, D.H. y Díaz, R. IICA CIAAB. Pág. 131:138.
73. ROWLANDS, A. 1976. A comparison of glyphosate and paraquat for sward desiccation prior to direct drilling of fodder crops. *Proceedings, 1976 British Crop Protection Conference Weeds*, 2:597-602.
74. SADZAWKA M.A. y M.A. CARRASCO ñ(%) Química de los suelos volcánicos En: suelos volcánicos de Chile. J. Tosso (Ed.) Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
75. SNA-CAS, 1990. Agronegocios'91. Libro del Año de la Agricultura Chilena. Editorial Hermess, Santiago, Chile. pp. 1-80.
76. SNEDECOR, G. y COCHRAN, W. 1967. *Statistical methods*. Sixth edition, Oxford and IBH Publishing Co. New Delhi. 593p.
77. SOZA, R.F. 1982. Experiencias en labranza reducida en cultivos realizados por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA Chile. En: Seminario Labranza reducida en el Cono Sur. Caballero, D.H. y Díaz R. (Ed.) IICA, CIAAB pp.113-130.
78. SOZA, R.F.; A. VIOLIC; F. KOCHER y Th. STILWELL 1979. Cero labranza en el cultivo del maíz. *Simiente*. Vol. 49(2) 21p.
79. STRINGI, L.; AMATO; G., CIBELLA, R. and Cristina, L. 1989. Sowing methods in the cultivation of lentils in semi-arid environments. *Lentil Abstracts* 9:1.11. C.A.B. International (ICARDA). Wallingford, U.K.

80. VALENZUELA, A. REYES, F., HETZ, E., y FUENTES, J. 1989. Balance de energía en predios agrícolas. *Agro* 5(1):37-44. Chillán, Chile.
81. TERMAN, G.L. 1979. Volatilization of nitrogen as ammonia from surface applied fertilizers, organic amendents and crop residues. *Adv. Agron.* 31:189-223.
82. THOMAS G.W., R.L. BLEVINS, R.E. PHILLIPS and M.A. McMAHON. Effect of killed soil mulch on nitrate movement and corn yield. *Agron. J.* 65:736-739.
83. TOUCHTON, J.T., and W.L. HARGROVE 1982. Nitrogen sources and methods of application for no-tillage corn production. *Agron. J.* 74:823-826.
84. UNGER, P.W. and McCALLA, T.M., 1980. Conservation Tillage Systems. *Advances in Agronomy* 33:1-57.
85. VOLK G.M. 1959. Volatile loss of ammonia following surface application of urea to surf or bare soils. *Agron. J.* 51:746-749.
86. WATT, B. And MERRILL, A. 1963. Composition of foods: raw, processed, prepared. Washington, D.C., USDA-ARS, Agriculture Handbook N°8. 189p.
87. WEAVER; S.H. 1980. Energy use in the production of oats. IN: Handbook of Energy Utilization in Agriculture. CRC. Press, Boca Ratón, Florida, USA: pp.85-92.
88. WITT, W.W. 1981. Weed control in no-tillage IN: No-tillage research Reports and reviews., Phillips, R.E.; Thomas, G.W.; Blevins, R.L. (Ed). University of Kentucky College of Agricultural Experiment Station, Lexington, pp.96-102.
89. YARHAM, D.J. 1975. The effect on non-phounging on cereal disease. *Outh. Agric.* 8:245-247.
90. ZUNINO H. y F. BORIE 1985. Materia orgánica y procesos biológicos en suelos alofénicos En: Suelos volcánicos de Chile. Juan Tosso (Ed.). Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

## V.- DISCUSION GENERAL Y CONCLUSIONES

En la ejecución del Proyecto las actividades se organizaron de acuerdo a las tres principales áreas agroecológicas que se distinguen en la zona centro sur: Secano Interior, Secano de Precordillera y Valle Central Regado.

Cada una de estas áreas tienen características propias que las distinguen y que se analizaron en el Capítulo II, Sección b. Luego, del mismo modo, se discuten a continuación los resultados obtenidos.

### 1. Secano de Precordillera

Los rendimientos de los cultivos son muy similares en labranza tradicional, mínima vertical y cero, ocurriendo diferencias entre temporadas, lo que implica un probable efecto año que sería conveniente dilucidar en el futuro. Luego, las grandes diferencias están relacionadas con lo que se discute a continuación.

En publicaciones de Peña (1878, 1985), se demuestra el alto grado de erosión hídrica que ocurre en tramos de lomajes de la VIII región y en sus investigaciones sostiene que ella se minimiza mediante el manejo de residuos de cosecha en cobertera. Como resultado de este proyecto se agrega hoy el conocimiento de la gran pérdida que ocurre en los principales nutrientes del suelo, consecuencia de la erosión en sistemas de labranza tradicionales que actúan sobre un suelo extremadamente frágil (Del Canto, 1990). De acuerdo a

estos antecedentes, se ha producido una gran pérdida de calcio, magnesio, potasio y materia orgánica desde la intervención del hombre para producir cultivos anuales en condiciones de secano, lo que se refleja en un pobre rendimiento del sistema productivo precordillerano.

El cambio de las prácticas de cultivo por el sistema cero labranza, junto con reducir la erosión del suelo a casi cero (Peña, 1978), contribuye a incrementar notablemente el fósforo en los primeros 10 cm del suelo, al menos en las tres temporadas de evaluaciones en este proyecto. Si bien es cierto esta acumulación del fósforo es dependiente de la dosis agregada a los cultivos, es creciente en el tiempo y necesariamente beneficiará a la agricultura precordillerana, ya que permitirá reducir costos por uso de este nutriente que, además es decisivo para obtener producciones rentables. Este aporte del proyecto, es corroborada por el seguimiento que se ha venido haciendo a un predio ubicado en la comuna de Mulchén, provincia del Biobío, que se maneja exclusivamente en cero labranza, tanto cultivos como praderas, donde el fósforo se ha incrementado desde 8 a 37 ppm en sólo cinco años de cero labranza (Del Canto, Del Pozo y Velasco, 1989).

También se logró medir aumentos en la materia orgánica y potasio del suelo, aunque no tan espectacularmente como en el caso del fósforo. Esto como consecuencia del reciclaje de residuos que ocurre en cero labranza.

Otros impactos dicen relación con el uso del tractor y el consumo de combustible en la Precordillera de Ñuble. Es así que en cero labranza es posible reducir en un 60% el uso del tractor y en un 83% el consumo de

combustible con respecto al sistema de labranza tradicional. Esto permitiría aumentar superficies de cultivo y/o mecanizar otras labores agropecuarias en el área.

En cuanto a los costos de producción, estos son similares en uno u otro sistema de labranza, ya que el ahorro por labores de preparación de suelos, en los sistemas tradicional y mínima vertical, es equilibrado por el uso de herbicidas en presiembra en cero labranza.

## **2. Secano Interior**

La existencia mayoritaria de pequeños agricultores, el uso casi total de tracción animal en labores de preparación de suelos, y la falta de capital, son factores que se tomaron muy en cuenta con el desarrollo de tecnologías en esta área agroecológica.

Los rendimientos obtenidos, tanto en trigo como en lentejas, fueron similares en los sistemas de labranza estudiados, y superiores a las producciones medias del área (Del Canto, Del Pozo y Velasco, 1989; Del Canto, 1990).

Las diferencias se lograron fundamentalmente por cambios en las características químicas de los suelos. En efecto, la materia orgánica se incrementó al doble en los primeros cinco centímetros del suelo, y con ello la disponibilidad de nitrógeno. El fósforo aumentó de 4 a 18 ppm, tanto en cero

labranza como en labranza mínima vertical, en los primeros centímetros del suelo. El potasio también experimentó un incremento significativo como consecuencia del manejo de residuos.

Sin embargo, y sin lugar a dudas, tal vez lo más beneficioso sea el desarrollo de implementos de labranza conservacionista de tracción animal, como el arado cincel y la sembradora de granos finos, que contribuirán a disminuir drásticamente el proceso erosivo en estos suelos y a facilitar la producción de cereales y legumbres en este deprimido sector de pequeña agricultura. Están dadas las condiciones entonces para hacer partícipes a los campesinos de los beneficios de la cero labranza, o al menos, de la labranza mínima mediante el uso del arado cincel.

El análisis económico de estos sistemas de labranza en el Secano Interior, indican una notable ventaja para los sistemas conservacionistas.

### **3. Valle Central Regado**

En esta área agroecológica el énfasis fue colocado sobre la posibilidad de intensificar el uso del suelo mediante la exploración de cultivos en segunda siembra.

Los resultados obtenidos indican que es factible la obtención de rendimientos aceptables de frejoles, a continuación de la cosecha de trigo o cebada, al efectuar esta segunda siembra en cero labranza. Sin embargo, los

mejores resultados se obtienen quemando el rastrojo de trigo y sembrando el frejol en forma directa, ya que así se consiguen las mejores producciones y con un menor grado de enmalezamiento (Del Canto et al, 1988; Marín, 1989). Naturalmente esta opción de cultivos depende grandemente de la disponibilidad de agua predial en los meses de verano.

También se exploró la posibilidad de sembrar maíz y sorgo como forrajes suplementarios en sectores de producción de leche, con resultados muy promisorios aunque no suficientemente cuantificados, por tratarse de actividades más bien demostrativas con agricultores G.T.T. de la zona centro sur.

## VI.- MATERIAL GENERADO

### a) Publicaciones

DEL CANTO, S. PEDRO; PAREDES, C.MARIO; MANRESA, M.JOSE; RIQUELME, S.JORGE Y GALLARDO, A.IVAN 1988. El frejol com alternativa de segunda siembra. Seminario. Perspectivas del cultivo del frejol. Linares, Chile N° 7 pág. 35-41.

DEL CANTO, P., DEL POZO, A. y VELASCO, R. 1989. Resultados técnicos y económicos de la labranza conservacionista en suelos trumaos y graníticos En: Seminario Técnicas de riego y conservación de suelo para el sur de Chile. Estación Experimental Remehue, INIA, pp.195-208

DEL CANTO, S.PEDRO 1990. La cero labranza en la zona centro sur de Chile. En: Primeras Jornadas Binacionales de cero labranza. Octubre. Chequén, Florida, Pp.213-225.

RIQUELME, S.JORGE 1987. Importancia de las propiedades físicas del suelo en la selección de diseño de uso agrícola de tracción animal. Conferencia 1ra. Reunión Nacional de Mecanización Agrícola con tracción animal. Universidad de Concepción, Chile.

RIQUELME, S.JORGE 1988. Selección de equipos de labranza. En: Conferencias. IV Seminario Nacional de Mecanización Agrícola. Depto. de Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción, Chile. pp.59-72.

RIQUELME, S.JORGE 1988. Prototipos de equipos agrícolas y su eficiencia. Desarrollados por el INIA de Chile en beneficio del pequeño productor de leguminosas de grano. Conferencia "II Curso Internacional de Investigación sobre Mecanización Agrícola para el pequeño productor de leguminosas comestibles en la subregión andina. Colombia (3 al 7 octubre) (en prensa).

RIQUELME, S.JORGE 1988. Selección y diseño de implementos de tiro animal en función de las propiedades físicas del suelo. En: Diálogo XXIV Manejo y Conservación de Suelos. IICA, Uruguay. Pp.117.148.

RIQUELME, S.JORGE 1989. Mecanización para la conservación del suelo En: Seminario Técnicas de riego y conservación de suelo para el sur de Chile. Estación Experimental Remehue. N°9:171-180.

RIQUELME, S.JORGE 1989. Mecanización para la conservación del suelo. Chile Agrícola N°147:231-233.

RIQUELME, S.JORGE 1990. El arado cincel. Investigación y Progreso Agropecuario, Quilamapu, Chile (43):33-37.

RIQUELME, S.JORGE y RUIZ S.CARLOS 1990. Arado cincel de tiro animal. IPA (en prensa).

RIQUELME, S.JORGE 1990. Mecanización Agrícola de la cero labranza. Primeras Jornadas Binacionales de Cero labranza. Chequén, Florida, Pp.34-46.

RIQUELME, S.JORGE 1990. Mecanización apropiada para el Secano Interior. IPA (en prensa).

RIQUELME, S.JORGE 1990. Maquinaria agrícola apropiada para la agricultura campesina (en prensa).

VELASCO, H.ROBERTO; DEL CANTO, S.PEDRO Y RIQUELME, S.JORGE 1990. Análisis económico comparativo de dos alternativas de labranza de suelos. En: Primeras Jornadas Binacionales de Cero Labranza. Chequén, Florida. Pp. 227-240.

#### b) Tesis de Grado

IRIARTE, LUIS, 21988. Influencia de la fertilización nitrogenada en el crecimiento y producción de trigo (*Triticum aestivum* L.) bajo tres sistemas de labranza en la Precordillera Andina. Tesis de Grado. Ingeniero Agrónomo, Fac. de Cs. Agropecuarias y Forestales, Depto. de Agronomía, Universidad de Concepción.

MARIN; IGNACIO, 1989. Sistemas de labranza y niveles de fertilización nitrogenada en frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) como cultivo de segunda siembra después de trigo en el área de riego de la Provincia de Ñuble. Tesis de Grado. Ingeniero Agrónomo, Fac. de Cs. Agropecuarias y Forestales, Depto. de Agronomía, Universidad de Concepción.

VILLEGAS, HECTOR, 1990. Eficiencia energética en cuatro sistemas de establecimiento del cultivo de raps (*Brassica napus* L.) Tesis de Grado (en desarrollo). Ingeniero Agrónomo, Fac. de Cs. Agropecuarias y Forestales, Depto. de Agronomía, Universidad de Concepción.

#### c) Equipos Desarrollados

- Arado cincel de tracción animal
- Sembradora de siembra directa de tracción animal

## VII.- ACTIVIDADES REALIZADAS

### a) Seminarios, Jornadas, Cursos

1987. Presentación de trabajo en Reunión Internacional sobre Manejo y Conservación, organizado por PROCISUR, Santiago. Estación Experimental La Platina, con el tema: "Selección y diseño de implemento de tiro animal en función de las propiedades físicas del suelo". Santiago, Chile.

1987. Participación como conferencista en la 1ra. Reunión Nacional de Mecanización Agrícola de tracción animal, con el tema: "Importancia de las propiedades físicas del suelo en la selección y diseño de maquinaria agrícola de tracción animal". Chillán, Chile.

1987. Presentación de trabajo a las XXXVIII Jornadas Agronómicas de Chile, con el tema: "Desarrollo de un equipo de tracción animal para agricultores de bajos ingresos". Linares, Chile.

1987. Presentación de trabajo en Reunión Internacional sobre Manejo y Conservación organizada por PROCISUR, Santiago, con el tema: "Situación del manejo de suelos en Chile central, V a X regiones". Estación Experimental La Platina. (11 al 15 de mayo).

1988. Conferencia IV Seminario Nacional de Mecanización Agrícola. Selección de equipos de labranza. Chillán, 24 y 25 noviembre.

1988. Conferencia "II Curso Internacional de Investigación sobre Mecanización Agrícola para el pequeño agricultor de Leguminosas Combustible en la Subregión Andina". Colombia, 3 al 7 octubre.

1988. Curso de Perfeccionamiento Profesional. "Manejo de Suelos". Colegio de Ingenieros Agrónomos. Consejo Provincial de Ñuble. Chillán, 5 noviembre.

1988. Presentación de trabajo en Reunión Internacional sobre Fertilización nitrogenada del trigo, organizada por el Programa Cooperativo de Investigación Agrícola del Cono Sur (PROCISUR), con el tema: "Uso de nitrógeno en la producción de trigo en el secano interior de las VII y VIII regiones" (julio).

1988. Participación en el XXXIX Congreso Agronómico Anual, con el tema: "Uso de fertilizantes en la producción de trigo del secano interior de las VII y VIII regiones". Santiago (1ero. al 5 de agosto).

1989. Seminario Técnicas de Riego y Conservación de Suelo", con el tema: "Mecanización para la conservación de Suelo", Estación Experimental Remehue, Osorno (19 y 20 abril). p.171-180.

1989. Seminario Realidad y perspectivas de la agricultura del Secano Interior, con el tema: "Mecanización apropiada para el Secano Interior". Subestación Experimental Cauquenes (10 y 11 octubre). p.74-85.

1989. Participación en Seminario Técnicas de Riego y Conservación de Suelos para el sur de Chile, con el tema: "Resultados técnicos y económicos de la labranza conservacionista en suelos trumaos y graníticos". Estación Experimental Remehue, Osorno (19 y 20 abril).

1989. Participación en Seminario Realidad y perspectivas de la agricultura del Secano Interior, con el tema: "Producción de trigo en el Secano Interior de la región del Maule". Cauquenes (10 y 11 octubre).

1990. Mesa redonda Colegio de Ingenieros Agrónomos (A.G.) de Ñuble, con el tema: "Desarrollo silvoagropecuario y sus limitaciones en la provincia de Ñuble". Relator del tema: Situación actual de la Precordillera de Ñuble (10 de julio).

1990. Taller de capacitación en metodología de investigación y transferencia de tecnología para la pequeña agricultura, tema: "El caso del Secano Interior de la zona centro sur". INIA-RIMISP; La Platina, Santiago (24 al 26 julio).

1990. Primeras Jornadas Binacionales de cero labranza, con el tema: "La cero labranza en el centro sur de Chile". Chequén, Florida (29 al 31 octubre).

1990. Presentación de trabajo en el XLI Congreso Agronómico Anual, con el tema: "Consumo de combustible en tres sistemas de labranza en la Precordillera de Ñuble". Santiago, Chile.

1990. Participación en las Primeras Jornadas Binacionales de cero labranza, con el tema: "Mecanización Agrícola en la cero labranza, con el tema: "Mecanización Agrícola en la cero labranza". Chequén, Florida (29 al 31 octubre).

1990. V Seminario Nacional de Mecanización Agrícola, con el tema: "Mecanización apropiada para el pequeño agricultor de América Latina". Chillán (28 noviembre).

**b) Visitas técnicas nacionales e internacionales, giras y actividades de Transferencia**

Invierno 1987. Adolfo Glave. Ingeniero Agrónomo Estación Experimental de Bordonave, INTA, Argentina, Especialista en Manejo de Suelos. Visitó ensayos de precordillera e hizo importantes acotaciones sobre la selección de máquinas adecuada para realizar cero labranza.

Abril 1988. Brian Sims, Ingeniero Agrónomo M.Sc. Overseas Division of Farmely. National Institute of Agriculture Engineering, especialista en Maquinaria Agrícola. Visita ensayos de precordillera y secano interior. Destaca la importancia de definir el momento para ejecutar las labores en los diferentes tipos de suelos.

Octubre 1988. Gran Thomas, Ingeniero Agrónomo Ph.D. Universidad de Kentucky, Experto en cero labranza y mínima labor.

Destacó la importancia del manejo de residuos en los diferentes sistemas de labranza.

Enero 1989. Carlos Monreal, Ingeniero Agrónomo Ph.D., Investigador del PrairieFarm Rehabilitation Administration, Agriculture Canadá.

El Dr. Monreal, es especialista en Microbiología de suelo. Luego de visitar los ensayos de precordillera, planteó la necesidad de incluir prácticas de incorporación de nitrógeno en los sistemas de cero labranza.

Febrero 1989. Rolf Derpsh. Ingeniero Agrónomo Ph.D. Deutsche Gesellschaft Fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) - Proyecto de Desarrollo Rural San Pedro Norte. Convenio Paraguayo-Alemán. Especialista en Cero Labranza en zonas tropicales.

Se discutió el proyecto de cero labranza y se intercambiaron experiencias en manejo de suelo.

Octubre 1990. Dr. Gran Thomas, Universidad Kentucky y Dr. Patrick Wall (CIMMYT).. Visitas a diferentes áreas agroecológicas.

Octubre 1990. Dr. Alejandro Cariola, Investigador INTA, Argentina. Visita ensayos de cero labranza en el sector El Carmen y Mulchén.

- Seminario Técnicas de Riego y Conservación de suelo para el sur de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Remehue, Abril 1989 (Seminario para agricultores).
  
- Día de Campo en el Campo Experimental Santa Rosa, Estación Experimental Quilamapu. Enero 1989. Segunda siembra en frejol.
  
- Asistencia a agricultores en siembras en cero labranza.
  
- Creación Grupo Transferencia Tecnológica (G.T.T.) en la precordillera de la VIII región, especializado en labranza conservacionista.
  
- Día de Campo, trigo, Cauquenes (noviembre, 1990).
  
- Charlas técnicas a agricultores de diferentes G.T.T. de la región.
  
- Giras y visitas técnicas con productores, estudiantes y profesionales del agro.