

# COMPARACION DE TRES SISTEMAS DE LABRANZA PARA EL TRIGO, EN EL SECANO LITORAL DE LA V Y LA VI REGION DE CHILE<sup>1</sup>

## A comparative study of three tillage systems for dryland wheat, in the coastal terraces of the V and the VI Region of Chile

Elías Letelier A.<sup>2</sup>, Rafael Novoa S—A.<sup>2</sup> y Lido Tortello M.<sup>2</sup>

### SUMMARY

The purpose of this research was to evaluate the potential yields that can be achieved with zero tillage and minimum cultivation, with dryland wheat, independent of economic factors.

Minimum cultivation and zero tillage might become major farming practices in this area, considering advantages such as erosion control, optimal land use and opportunity of sowing. Soil and climatic conditions, that may be limiting the adoption of this practice, are described.

Two field experiments were carried out, in 1983 and 1984, in order to compare: a. normal cultivation (spring fallow; disc harrowing before sowing); b. minimum cultivation (shallow chisel ploughing and disc harrowing); and c. zero tillage. Three levels of N fertilization were established (0; 75; 150 kg N/ha)

Wheat yields, at the 150 kg N/ha fertilization level, were:

Tillage system	Wheat yield (quintals/ha)	
	1983	1984
Fallow	74.5	45.0
Minimum cultivation	62.3	39.3
Zero tillage	47.2	40.8

### INTRODUCCION

Gran parte del secano litoral de la V y la VI Region está representado por terrazas marinas y terrazas remanentes; los suelos ahí formados han sido descritos por Mella, Lara y Nogueira (1977). Las partes altas de estas terrazas tienen una topografía ligeramente ondulada y un perfil profundo de textura arcillosa. No obstante dicha textura, la infiltración y permeabilidad de estos suelos es satisfactoria. Son suelos de aptitud agrícola (clases II, III de secano) y de buena productividad potencial para cereales. En cambio, los taludes

situados en las quebradas que dividen las terrazas, tienen suelos más delgados y presentan pendientes que los inhabilitan para la agricultura. Sin embargo, ella es practicada, especialmente por los pequeños agricultores. El pH del suelo varía de 6 a 6,5 y el nivel de materia orgánica, de 1,5 a 2%.

El régimen hídrico es de tipo marcadamente Mediterráneo, pero las lluvias invernales son más abundantes que lo común en este régimen. La pluviometría media va de 500 mm en el extremo norte a 800 mm en el extremo sur de la zona, aproximadamente.

El "índice de lluvia lixivianante", Ln (diferencia lluvia—evapotranspiración, en los meses que es positiva; Papadakis, 1966), en la Subestación Experimental Hídrico (INIA), situada en el centro del secano costero de la VI Región, es de 63 cm. Es interesante notar que, de 301 sitios con régimen hídrico Mediterráneo

<sup>1</sup> Recepción de originales: 13 de noviembre de 1984.

Los autores agradecen la colaboración prestada a este trabajo por el Técnico Agrícola Sr. Claudio Ubilla (INIA).

<sup>2</sup> Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Santiago, Chile.

recopilados por Papadakis (1961), sólo en 15 el Ln excede de los 50 cm. En zonas trigueras, con regímenes hídricos no Mediterráneos, el Ln en los meses de invierno es generalmente mucho menor. En Argentina, esta diferencia rara vez alcanza los 20 cm y frecuentemente es negativa (Papadakis, 1978). En Inglaterra es de 20 a 25 cm (MAFF, 1977).

La importancia de introducir cero o mínima labranza en el cultivo de cereales en esta región, deriva especialmente de la posibilidad de disminuir el peligro de erosión hídrica. Este método de siembra podría, además:

- evitar el atraso en la siembra, debido al exceso de lluvias en los meses de abril, mayo y junio.
- intensificar la utilización del suelo agrícola.

La introducción de cero labranza en una región, puede estar limitada por el exceso de lluvia en el período de establecimiento del cultivo o por suelos inapropiados.

La experimentación efectuada en Inglaterra y E.U.A., indica que los años lluviosos son desfavorables para la cero labranza (Cannell y otros, 1980; Thomas y otros, 1973; Cannell y otros, 1978). Las razones que pueden explicar este resultado, son las siguientes:

- más cantidad y desarrollo de malezas en años húmedos.
- menor disponibilidad de oxígeno para las raíces.
- menor desarrollo radicular en cero labranza, debido al exceso de humedad inducido por este sistema (Cannell y otros, 1980).
- inmovilización del nitrógeno por la microflora del suelo, debido a una más lenta descomposición de los residuos.
- el efecto fitotóxico de los residuos es más notorio en años húmedos (Scott—Russell y otros, 1975).
- mayor lixiviación del nitrógeno en cero labranza debido a: menor evaporación en el suelo con mulch; y mayor continuidad de las fisuras profundas del suelo en cero labranza (Thomas y otros, 1973; Goss, Howsey y Harris, 1978; Dowdell y otros, 1979).

El alto Ln que tiene esta zona, indica que este factor podría ser limitante para la introducción de la cero labranza en ella.

En Inglaterra, se consideran inapropiados para cero labranza los suelos con mal drenaje y los con mala estructura superficial (Cannell y otros, 1978). Los suelos de la zona a que se refiere este artículo, aunque ar-

cillosos, presentan, en general, una buena estructura superficial y un buen drenaje.

Es interesante resumir, también, la experiencia chilena con mínima y cero labranza, en otras regiones del país. La Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Chile ha efectuado algunos ensayos con cero labranza en la zona Metropolitana, obteniendo rendimientos semejantes a los obtenidos con labranza tradicional (U.C.—CORFO, 1984); esta zona tiene un invierno bastante menos lluvioso que el seco costero de la V y la VI Región (Ln = 15 cm).

En las regiones VIII y IX, desde hace algunos años se siembra anualmente cierto número de hectáreas de trigo con cero labranza, especialmente en suelos volcánicos, aparentemente con bastante éxito. En estas regiones, las lluvias invernales son muy abundantes; el "Ln" en la E.E. Carillanca (INIA—Temuco) es de 83 cm; estos suelos tienen una muy alta macroporosidad, lo que probablemente tiende a aliviar los problemas enumerados anteriormente; sin embargo, en el único resultado experimental publicado (Inostroza, 1981), el raps con labranza tradicional superó en 6 qq/ha al con cero labranza y la mínima labranza, tuvo muy buen resultado.

En suelos graníticos del seco interior de la VII Región, el agricultor Sr. Carlos Crovetto (comunicación personal) ha obtenido con cero labranza, un rendimiento de trigo del orden de los 28 qq/ha. Las condiciones en esta zona pueden considerarse menos favorables a cero labranza que las del seco costero de la V y la VI Región. En efecto, el suelo granítico presenta deficiente estructura superficial, aunque el Ln del seco interior de la VII Región es semejante al del seco litoral de la VI Región.

El objetivo de la presente investigación es determinar la potencialidad de la cero labranza en esta última zona, colocando a dicha práctica en las mejores condiciones posibles desde el punto de vista tecnológico e independientemente de consideraciones económicas.

## MATERIALES Y METODOS

En la Subestación Experimental Hidango (INIA) se efectuaron dos ensayos de comparación entre diversos métodos de labranza para el trigo, uno en 1983 y el otro en 1984. Ambos tuvieron dos repeticiones (bloques) y consistieron en factoriales, con diseño de parcelas divididas, siendo los tratamientos diversos métodos de labranza y los subtratamientos, dosis de nitrógeno.

Ensayo 1983

**Condiciones climáticas:** el año 1983 tuvo un invierno moderado en cuanto a pluviometría. La precipitación

entre el 1º de mayo y el 1º de agosto fue de 509 mm. El Ln fue de 51 cm. La primavera fue seca; la lluvia entre el 1º de septiembre y el 1º de diciembre fue de 42 mm.

**Suelo:** terraza marina situada en posición alta, con pendiente de 5º/o; franco arenoso—fino, en superficie, y franco—arcilloso, en profundidad. Capacidad de retención de agua útil hasta 1 m de profundidad: aproximadamente 100 mm. Macroporosidad, en húmedo muy elevada, superior a 30º/o hasta los 80 cm de profundidad. Muy expansible bajo los 10 cm de profundidad. Materia orgánica 1,3º/o; pH 6,3. Índices de fertilidad: N bajo, P bajo, K medio.

**Pre—cultivo:** el potrero en que se efectuó el ensayo estaba bajo una rotación de dos años de pradera de trébol subterráneo—un año de trigo, habiendo estado en 1982 en su segundo año de pradera.

#### Siembra de trigo:

Variedad empleada: Andifén (semi—precoz).  
Fecha de siembra: 7 de junio.  
Lluvia anterior a la siembra: 107 mm.  
Fertilización fosfatada: a toda la superficie del ensayo.

#### Tratamientos:

I: Labranza tradicional:

- aradura en la primavera de 1982 (arado de discos)
- rastra offset en otoño de 1983
- rastra de discos, dos pasadas, antes de la siembra

II: Cero Labranza:

Este tratamiento fue planeado como "barbecho químico", aplicando Glifosato en la primavera anterior (Roundup, 3 lt/ha P.C.), lo que se efectuó el 18.11.82. Sin embargo, en observación efectuada el 24.05.83, luego de haber caído más de 70 mm de lluvia en abril y mayo, se constató gran cantidad de malezas, baja pero tupida, por lo que el 25.05.83 se efectuó una nueva aplicación de Roundup, en la misma dosis. La siembra se efectuó con una regeneradora de praderas John Deere 1050, que siembra en fisuras hechas por discos accionados por el motor del tractor.

III: Labranza mínima:

- doble pasada de chisel de seis puntas a una profundidad de 12 cm, el 10.05.83.
- rastra offset en un solo sentido, el 26.05.83

(El terreno quedó bastante terronudo, lo que determinó una emergencia dispereja).

#### Sub—tratamientos:

- sin nitrógeno (NO).

- con 75 kg de Nitrógeno aplicados con la siembra, como nitrato de sodio (N75).
- con 150 kg de nitrógeno aplicados la mitad en la siembra, como nitrato de sodio (N 150).

#### Ensayo 1984

**Condiciones climáticas:** El año 1984 tuvo un invierno lluvioso. La precipitación entre el 1º de mayo y el 1º de agosto fue de 744 mm. El Ln fue de 82 cm. La primavera fue lluviosa; la lluvia entre el 1º de septiembre y el 1º de diciembre fue de 195 mm.

**Suelo:** terraza marina situada en posición intermedia, con pendiente de 1º/o, aproximadamente; franco—arcilloso en superficie y muy arcilloso en profundidad. Capacidad de retención de agua útil hasta 1 m de profundidad; aproximadamente 150 mm. Macroporosidad en húmedo, satisfactoria hasta los 60 cm; casi nula entre los 60 y 100 cm. Muy expansible bajo los 20 cm de profundidad. Materia orgánica 14º/o; pH 5,2. Índices de fertilidad: N medio, P bajo, K bajo.

**Pre—cultivo:** el potrero en que se efectuó el ensayo estaba bajo una rotación de dos años de pradera de trébol subterráneo—un año de trigo, habiendo estado en 1983 en su segundo año de pradera.

#### Siembra de trigo:

Variedad empleada: Andifén (semi—precoz).  
Fecha de siembra: 19 de abril.  
Lluvia anterior a la siembra: 34 mm.  
Fertilización fosfatada: a toda la superficie del ensayo.

#### Tratamientos:

I: Labranza tradicional:

- aradura en la primavera 1983 (arado de discos).
- rastra offset en otoño 1984.
- rastra de discos, dos pasadas en otoño 1984.
- Herbicidas: 1º de junio: Tribunil 2 kg/ha + Brominal 1 lt/ha; 6 de julio: Brominal 2 lt/ha + Iloxán 2 lt/ha.

II: Cero Labranza:

Este tratamiento fue planeado como "barbecho químico", aplicando glifosato en la primavera anterior (Roundup, 3 lt/ha P.C.), lo que se efectuó el 09.11.83; las malezas predominantes eran trébol subterráneo y algunas gramíneas. La siembra se efectuó con la regeneradora John Deere 1050.

Herbicidas de post—emergencia: 1º de junio: Tribunil 2 kg/ha + Brominal 1 lt/ha; 6 de julio: Brominal 2 lt/ha + Iloxán 2 lt/ha; 14 de agosto: Iloxán 3 lt/ha.

## III: Labranza Mínima:

El 04.10.83 se pasa chisel profundizando 10 cm. Para disminuir el tamaño de los terrones y destruir las champas, se pasa dos veces una rastra liviana.

- el 17.04.83 se pasa un cultivador pequeño.
- los herbicidas de post-siembra aplicados en este tratamiento fueron los mismos que en cero labranza.

## Sub-tratamientos:

- sin nitrógeno (N0).
- con 75 kg de Nitrógeno aplicados con la siembra como nitrato de sodio (N 75).
- con 150 kg de nitrógeno aplicados la mitad en la siembra y la otra mitad a principios de macolla como nitrato de sodio (N 150).

## RESULTADOS Y DISCUSION

## Ensayo 1983

Desde muy poco después de la emergencia, lo más notorio fue el mayor desarrollo en la labranza tradicional y el escaso desarrollo y color amarillo del sub-tratamiento sin nitrógeno, en cero labranza.

En general, la cantidad de malezas fue baja, notándose una menor cantidad de malezas en el tratamiento I (labranza tradicional). Las diferencias en malezas entre los tratamientos II y III no fueron grandes; en el trat. III (mínima labranza) la presencia de malezas estuvo relacionada con la irregularidad de la emergencia en este tratamiento.

Como herbicida de post-siembra, se aplicó 2,4D (U. 46; 1 lt/ha P.C.) a todo el ensayo.

Los rendimientos obtenidos y el análisis estadístico se encuentran en el Cuadro 1.

## Ensayo 1984

La emergencia fue buena en todos los tratamientos. Se notó un desarrollo vegetativo más vigoroso y un ligero adelanto en el desarrollo fenológico en labranza convencional con respecto a los otros tratamientos; cuando había dos nudos en aquélla, en labranza mínima había uno y ninguno en labranza cero. Se observaron puntas de hojas secas y hojas superiores amarillas en todos los tratamientos.

Las abundantes lluvias favorecieron notablemente el desarrollo de malezas, especialmente gramíneas; debido probablemente a lluvias que cayeron poco después

## CUADRO 1. Ensayo 1983. Métodos de labranza x dosis de N en trigo. Hidango, 1983/84

TABLE 1. Trial 1983. Tillage system x N dose in wheat. Hidango Exp. Sta. 1983/84

Diseño experimental: parcelas divididas, 2 bloques		
Superficie sub-parcelas: 40 m <sup>2</sup>		
Rendimiento en grano, 14 <sup>o</sup> /o humedad		
Tratamientos	Sub-trat. Kg N/ha	Rend. qq/ha
I . Labranza tradicional	0	49,3
	75	66,0
	150	74,5
Promedio		63,3
II . Cero labranza	0	25,0
	75	35,8
	150	47,2
Promedio		36,0
III . Mínima labranza	0	32,5
	75	47,2
	150	62,3
Promedio		47,3
Promedios sub-tratamientos:	0	35,6
	75	49,7
	150	61,3
Valores de F:		C.V.:
Tratamientos	: 3,40 (N.S.)	
Sub-tratam.	: 39,12 (P ≤ 0,01)	Error A = 37 <sup>o</sup> /o
Interacción	: 0,46	Error B = 10,39 <sup>o</sup>
D.M.S. sub-tratam.	: 7,13 qq/ha	

de aplicados los herbicidas, estos fueron poco efectivos y hubo que repetir su aplicación. En mínima y cero labranza hubo notoriamente más malezas que en labranza tradicional; esto obligó a efectuar una aplicación más en dichos tratamientos como se indica en su descripción.

Los rendimientos obtenidos y el análisis estadístico se encuentran en el Cuadro 2.

## CONCLUSIONES

— Si se aplica nitrógeno en dosis apropiadas, en las terrazas marinas de las V y la VI Región, es posible obtener, con cero o con mínima labranza, rendimientos superiores a los 40 qq/ha.

— No obstante la poca significación estadística de los tratamientos principales (métodos de labranza)—debido al reducido número de repeticiones (dos)—es posible suponer que existe, en realidad, una diferencia a favor de la labranza tradicional, con respecto a los otros dos métodos.

**CUADRO 2. Ensayo. 1984. Métodos de labranza x dosis de N en trigo. Hidango 1984/85****TABLE 2. Trial 1984. Tillage system x N dose in wheat. Hidango Exp. Sta. 1984/85**

Diseño experimental: parcelas divididas, 2 bloques  
Superficie sub-parcelas: 29,5 m<sup>2</sup>  
Rendimiento en grano, 14<sup>o</sup>/o humedad

Tratamientos	Sub-trat. Kg N/ha	Rend. qq/ha
Labranza tradicional	0	45,05
	75	42,88
	150	46,82
Promedio		44,92
II. Cero labranza	0	20,78
	75	42,58
	150	40,83
Promedio		34,73
III. Mínima labranza	0	42,72
	75	42,01
	150	39,31
Promedio		41,35
Promedios sub-tratamientos:	0	36,18
	75	42,49
	150	42,32
Valores de F:		C.V.:
Tratamientos :	6,63 (N.S.)	Error A = 12,4 <sup>o</sup> /o
Sub-tratam. :	3,34 (N.S.)	Error B = 12,2 <sup>o</sup> /o
Interacción :	4,97 (P ≤ 0,05)	

La naturaleza de esta diferencia no está clara. Podría estar relacionada con el alto nivel de lluvias invernales en esta zona, pero no es posible asegurarlo, ya que en el año 1984, que fue el más lluvioso, los rendimientos fueron limitados por un factor no determinado, que puso techo a los rendimientos, tendiendo a igualar todos los tratamientos. La mayor abundancia de malezas en los tratamientos no tradicionales, puede haber sido una causa importante en 1984; pero es poco probable que lo haya sido en 1983, año en que hubo poca maleza.

— La conocida susceptibilidad a la falta de nitrógeno en cero labranza, se manifestó muy claramente en 1983, año en que la interacción método de labranza x nitrógeno resultó muy significativa y el sub-tratamiento sin nitrógeno, en cero labranza, tuvo un rendimiento muy bajo. En ese mismo año, la tendencia de los rendimientos señala que es probable que con la mínima labranza se pueda alcanzar un rendimiento cercano al de la tradicional, utilizando mayores dosis de nitrógeno; ello no es tan claro en la cero labranza. En 1984, no fue posible determinar la tendencia de la curva de rendimiento con dosis crecientes de nitrógeno, debido al factor limitante no determinado.

**RESUMEN**

El objetivo de la investigación fue determinar la potencialidad de la cero y mínima labranza en la zona, independientemente de factores económicos.

Se considera que es interesante introducir cero labranza en esta zona, por razones de control de erosión, aprovechamiento del suelo agrícola y oportunidad de las siembras. Se describen los factores climáticos y edáficos que pueden limitar el éxito de esta práctica.

Se efectuaron dos ensayos: uno en 1983 y el otro en 1984, comparando tres métodos de labranza: tradicional (con barbecho, arado y rastra), cero labranza y mínima labranza (chisel superficial y rastra), en 3 ni-

veles de fertilización nitrogenada (0, 75 y 150 kg de N/ha).

Los diferentes tratamientos tuvieron los siguientes rendimientos, con 150 kg de N/ha:

	1983	1984
Tradicional	74,5	45,0
Cero	47,2	40,8
Mínima	62,3	39,3

Cero labranza tuvo rendimientos muy bajos, cuando no se fertilizó con nitrógeno.

## LITERATURA CITADA

- CANNELL, R.Q.; ELLIS, F.B.; CHRISTIAN, D.G.; GRAHAM, J.P.; and DOUGLAS, J.T. 1980. The growth and yield of winter cereals after drilling, shallow cultivation and ploughing, on non calcareous clay soils 1974/78. *J. Agric. Sci. Camb.* 94: 345–359.
- CANNELL, R.Q.; DAVIES, D.B.; MACKNEY, D.; PIDGEON, J.D. 1978. The suitability of soils for sequential direct drilling of combine-harvested crops in Britain: a provisional classification. *Outlook on Agriculture* Vol. 9, Number 6: 306–316.
- DOWDELL, R.J.; CREES, R.; BURFORD, J.R.; and CANNELL, R.Q. 1979. Oxygen concentrations in a clay soil after ploughing or direct drilling. *Journal Soil Science* 30: 239–245.
- GOSS, J.J.; HOWSE, R.; and HARRIS, W. 1978. Effects of cultivation on soil water retention and water use by cereals in clay soils. *Journal of Soil Science* 29: 475–488.
- INOSTROZA, O. 1981. Laboreo de los suelos trumaos (Andepts) para la siembra de raps. *Agricultura Técnica* (Chile) 41 (1): 31–40.
- MELLA, A.; LARA, P. y NOGUEIRA, A. 1977. Estudio de Suelos del Secano Costero VI Región (SAG—informe mimeografiado).
- MAFF—Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (Inglaterra). 1977. "The Agricultural Climate of England and Wales". H.M.S.C., Londres.
- PAPADAKIS, J. 1966. *Climates of the world and their agricultural potentialities*. Buenos Aires. p: 26.
- PAPADAKIS, J. 1961. *Climatic tables for the world*, Buenos Aires, p: 55–142.
- PAPADAKIS, J. 1978. Mapa ecológico abreviado de la República Argentina. En: "Rural Fiat, Anuario 78". p: 76–77.
- SCOTT—RUSSELL, R.; CANNELL, R.Q.; and GOSS, M.J. 1975. Effects of direct drilling on soil conditions and root growth. *Outlook on Agriculture* 8: 216–220.
- THOMAS; G.W.; BLEVINS, R.L.; PHILLIPS, R.E.; Mc MAHON, M.A. 1973. Effect of a killed mulch on nitrate movement and corn yield. *Agronomy Journal*. Vol. 65: 736–739.
- U.C.—CORFO—Universidad Católica de Chile y Corporación de Fomento de la Producción. 1984. *Cero y Mínima Labranza en cultivos y frutales* (informe mimeografiado).