



**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**ESTACION EXPERIMENTAL M. A. CASSINONI
CEREALES Y CULTIVOS INDUSTRIALES**

**ELECCION DE CHACRA Y
LABOREO DE SUELOS
PARA CULTIVOS
DE INVIERNO**

Ing. Agr. OSWALDO ERNST

MONTEVIDEO

URUGUAY

INDICE

	Página
ELECCION DE CHACRA Y LABOREO DE SUELOS PARA CULTIVOS DE INVIERNO	1
Introducción.....	1
LABOREO DE SUELOS PARA CULTIVOS DE INVIERNO	5
Introducción.....	5
Primer etapa. 1963-1973	5
Segunda etapa. 1973-1982	5
Tercer etapa. 1982-1987	6
Tiempo de barbecho y manejo del rastrojo	6
Secuencias de herramientas y sistemas de laboreo	7
Cuarta etapa. 1987. Validación de resultados	10
Quinta etapa. 1992 a la fecha	13
Laboreo del suelo para el sistema de producción.....	13
Posibilidades de la siembra sin laboreo.....	14
Siembra sin laboreo en el sistema de producción pastura-cultivos	15
Rendimientos de la secuencia de cultivos en intensidades de laboreo contrastantes	15
Tendencia evolutiva de algunas propiedades físicas y químicas del suelo.....	18
Consideraciones finales	20
Bibliografía.....	21

ELECCION DE CHACRA Y LABOREO DE SUELOS PARA CULTIVOS DE INVIERNO

Oswaldo Ernst*

Impacto de la historia de chacra sobre el rendimiento del trigo

Introducción

En los relativamente escasos 100 años de agricultura del país, la misma fue colonizando tierras desde el sur hacia el litoral oeste.

Este desplazamiento fue el resultado de dos procesos. La expansión agrícola determinada por la "política agriculturista" de la década de los 50, y la necesidad de incorporar nuevas tierras, mas fértiles. En este período se superó el millón de hectáreas agrícolas por año y los rendimientos del trigo (principal cultivo) aumentaron como consecuencia de la incorporación de nuevas tierras (Guido e Iewdiukow, 1990).

Hasta 1970, la rotación agrícola-ganadera puede definirse como "no contemporánea" ya que, sin integrar un esquema planificado de producción, las tierras en agricultura se dejaban en "descanso" cuando los rendimientos de los cultivos descendían.

El residuo de este manejo no planificado y generalizado del suelo, fue la pérdida de fertilidad natural de los suelos y la erosión. Esta avanzó en el mismo sentido que la agricultura, quedando zonas inicialmente importantes desde el punto de vista agrícola, comprometidas en su potencial productivo para casi cualquier rubro.

La pérdida de la fertilidad natural de los suelos explica gran parte del estancamiento productivo observado entre 1950 y mediados de la década de los 70, período en que la agricultura se basó exclusivamente en el aporte natural de nutrientes del suelo.

El efecto de la "historia de chacra" ha sido cunificado por varios autores por diferentes vías.

El primer registro es de Boerger quien describió el efecto de la rotación con leguminosas sobre el rendimiento del trigo como de "un mayor impacto que el efecto abono" y triplicó el rendimiento del trigo en una rotación de cultivos septenal en relación al monocultivo (promedio de 22 siembras).

Posteriormente, Díaz (1980) cuantificó el impacto de la inclusión de los cultivos en rotación con pasturas (Cuadro 1)

Cuadro 1. Efecto de la historia anterior sobre el rendimiento medio del trigo su variabilidad anual (1963-1979).

Historia	rendimiento		coeficiente variación (%)
	kg/há	%	
rotación pastura-cultivos	2216	251	32
Agricultura continúa sin nitrógeno	882	100	48
Agricultura continúa con nitrógeno	1588	180	41

Para el caso del trigo esta variable aumentó el rendimiento en un 250% con respecto a agricultura continúa y redujo su variabilidad del mismo entre años. Como referencia, para el mismo período, el coeficiente de variación del rendimiento medio nacional era del 48%.

El análisis de registros de producción muestran a la elección de chacra como una de las variables integrantes de las tecnología aplicada en las situaciones de alta producción (Cuadro 2)

* Profesor Adjunto Cereales y Cultivos Industriales. EEMAC.

Cuadro 2. Variables de manejo asociadas a dos niveles de producción de trigo (FUCREA 1980; Guido e Iewdiukow, 1989)

AÑO	1980		1986	
	rendimiento		rendimiento	
	2780	1069	3149	1470
C.variación (%)			12.1	14.6
de situaciones sobre:				
pradera.campo natura	16	29	38	16
chacras viejas	28	50	14	34
% de situaciones sembradas:				
junio-julio	78	23	44	18
agosto			17	47
% de situaciones con el mejor cultivar	72	69	62	47

Las diferencias sustanciales en los dos trabajos estuvieron marcadas por la situación de chacra y la época de siembra.

La figura 1 muestra la variación de rendimiento registrada a nivel de producción en respuesta a otras variables de manejo sobre dos edades de chacra.

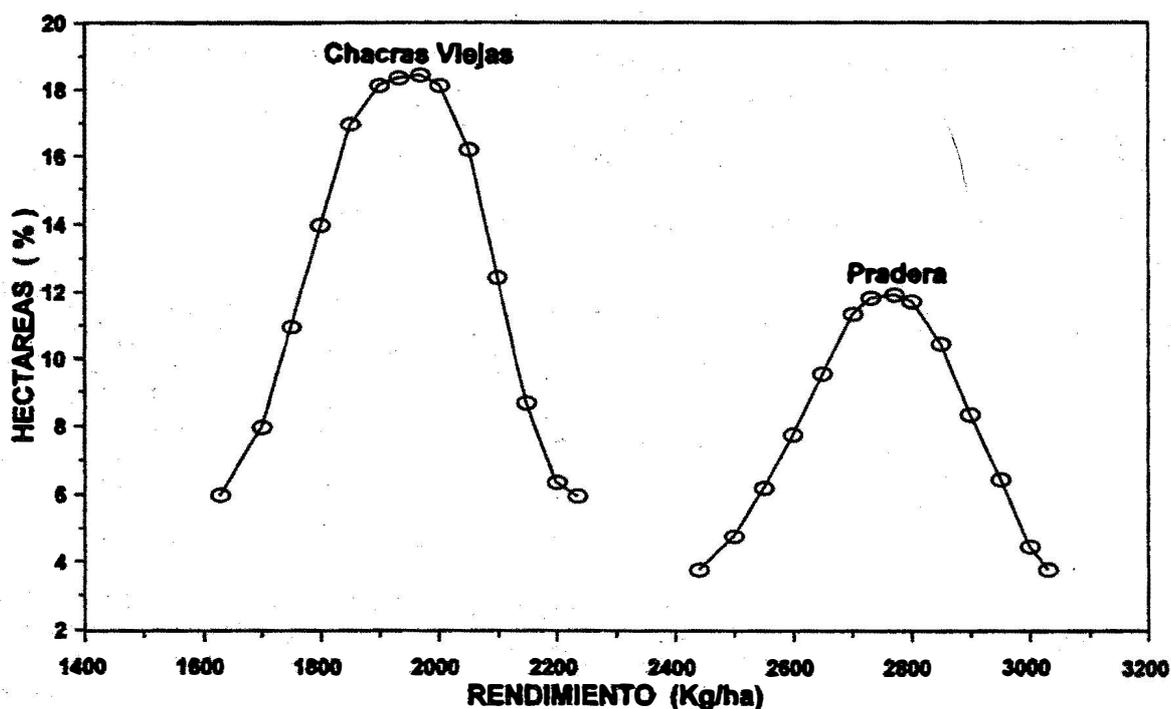


Figura 1. Variación de rendimiento de trigo sobre dos historias de chacra. Relevamiento de 25000 há en 1986. Adaptado: Guido e Iewdiukow, 1989

A nivel de cada situación, el potencial de la charca dado por el manejo anterior opera como una variable cualitativa, fijando el nivel al cual se produce la respuesta a las demás variables de manejo.

La adopción generalizada de sistemas de producción que rotan pasturas y cultivos a partir de mediados de la década del 70, fue determinante del incremento registrado en la producción media nacional de todos los cultivos extensivos.

El nivel de adopción alcanzado determinó que, si bien a nivel de cada chacra el efecto se manifiesta, cuando se analiza su impacto sobre el rendimiento medio de la empresa, pierde relevancia.

La figura 2 muestra el rendimiento medio obtenido por productores con distintas combinaciones de historia de chacra.

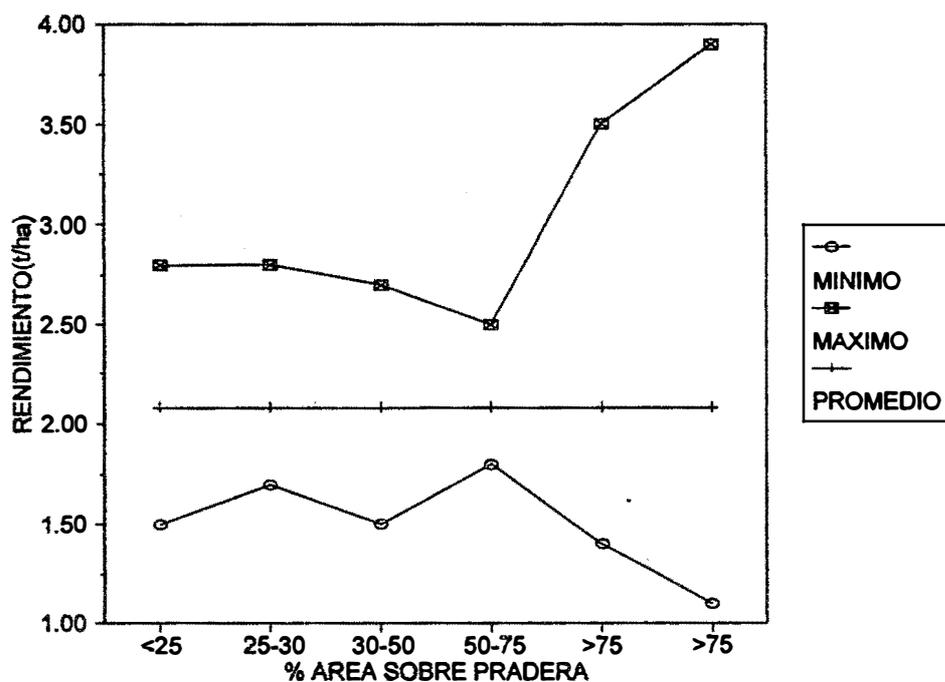


Figura 2. Efecto de la estructura de edades de chacra de una empresa sobre el rendimiento medio del trigo. Relevamiento de 75 empresas. Guido e Iewduikow, 1989

En la misma no se observa una relación directa entre el rendimiento medio logrado y la estructura de edades de chacra. En todo establecimiento que tiene un sistema de rotación establecido existen situaciones con edades diferentes que combinadas, solo mostraron un leve efecto sobre los rendimientos máximos logrados. El 46% de las empresas analizadas sembraron más del 75% del trigo sobre chacras con menos de tres cultivos previos y hasta un 25% como cabeza de rotación.

Para esta misma información, la variable que explicó en mayor proporción la diferencia final de rendimiento de una empresa, fue el % del área sembrada en junio y julio. Por lo tanto, una vez adoptado un sistema de rotación de pasturas-cultivo, el éxito del cultivo depende del ajuste de otras medidas de manejo dentro de las cuales la época de siembra aparece como la de mayor importancia. Como el ajuste de esta variable de manejo depende no solo del conocimiento de su importancia sino de la posibilidad de concretarla, aquellos factores que condicionan su aplicación adquieren relevancia.

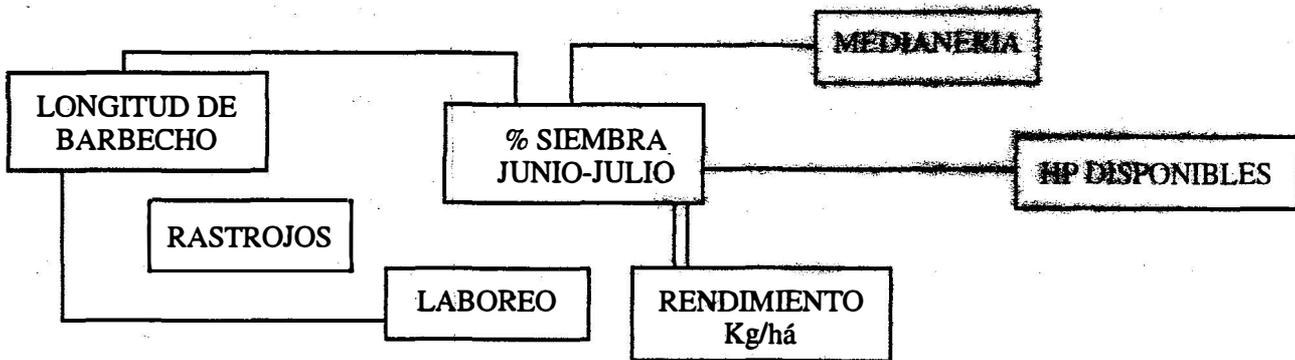


Figura 3. Variables de manejo determinantes de la proporción del área total de trigo sembrado en junio-julio en una empresa

Adaptado: Guido e Iewdiukow, 1989

El porcentaje del área de trigo sembrado dentro del período óptimo aparece asociado a variables estructurales como tenencia de la tierra, potencia disponible, área sembrada en medianería, estructura de rastrojos, y a tecnológicas como fecha de laboreo primario que en parte también depende de las anteriores.

LABOREO DE SUELOS PARA CULTIVOS DE INVIERNO

Oswaldo Ernst

Introducción

El laboreo de suelos ha sido un tema en permanente estudio en ROU desde fines de la década del 60.

Varios grupos de investigación han abordado esta problemática por sus efectos en el corto y largo plazo, sobre cada cultivo y sobre la secuencia en su conjunto, sobre las propiedades químicas y físicas del suelo, el costo de producción, la erosión, la dinámica de malezas, plagas y enfermedades.

En éste trabajo se resumen los objetivos y principales resultados obtenidos en diferentes «etapas de la investigación» desarrollada en el país. Información más detallada es posible encontrar en la bibliografía presentada.

Primer etapa. 1963-1973

Durante estos años los trabajos se centralizaron en la cuantificación de los efectos época y profundidad de laboreo, tipo de arado (rejas o discos), manejo de rastrojos e historia de chacra (Cuadro 1).

Cuadro 1. Variables de manejo evaluadas en el período 1963-1973

VARIABLE	AUTOR
Fecha de laboreo	Castro y Reynaert, 1969; Marchesi, 1971; Labella, 1974; Capurro, 1974
Profundidad de laboreo	Marchesi, 1971.
Manejo de rastrojo	Capurro, 1971; Labella, 1974; Peradoto, 1974
Historia de chacra	Marchesi, 1971.

Los principales resultados de ésta etapa pueden resumirse en los siguientes conceptos:

- *- Clara superioridad de los laboreos tempranos (marzo), equivalentes a 40 kg/há de nitrógeno al cultivo.
- *- Los laboreos profundos se justifican solo cuando hay «suela de arada».
- *- Existe interacción entre fecha de laboreo primario y manejo de rastrojo. Los mayores rendimientos se logran con labores tempranas incorporando el rastrojo. Frente a la necesidad de laborear tarde (mayo), el retiro del rastrojo mejora el rendimiento aunque no a los niveles logrados con el laboreo en fecha óptima.

Segunda etapa. 1973-1982.

Entre 1973 y 1982 se cortó el desarrollo de la investigación y se registró una fuerte adopción de tecnología en el sector, dentro de lo que puede citarse la incorporación del trigo en rotación con pasturas, la fertilización nitrogenada y fosfatada, y el control de malezas (Guido e Iewdiukow, 1989).

Mientras que Rucks, citado por Labella (1974) revela que en 1970 no existían a nivel de productores criterios uniformes para la preparación de tierras, en 1986 el 80 % del área de trigo relevada se sembró con más de 85 días de barbecho, por lo que la época de laboreo era un criterio adoptado (Guido e Iewdiukow, 1990).

La secuencia dominante en ésta etapa fue pradera-trigo-barbecho-trigo lo que determinaba 5 a 6 meses de suelo descubierto como mínimo. Dado que el trigo era el determinante de la rentabilidad del esquema produc-

tivo, el criterio para laborear dominante era «que no sea limitante». Para ello el 70 % de los productores hacía énfasis en la fecha de laboreo (primer pasada inmediatamente después de la cosecha y laboreo primario en enero-febrero) y posteriormente «mantener el suelo suelto». En 1986 el 30% de las chacras de trigo se sembraron con más de 5 pasadas de herramientas previas al afinado para sembrar y un 12% recibió más de 8 labores.

Tercer etapa. 1982-1987

En 1982, en una reunión realizada en la EEMAC con investigadores, extensionistas, asesores de empresas, asesores de productores, técnicos productores, para definir líneas de investigación de la Cátedra de Cereales y Cultivos Industriales, surgió la necesidad de establecer un programa tendiente a «determinar criterios objetivos para laborear».

La situación original sobre la que se inició el trabajo se resume de la siguiente manera:

- *- 70% de los productores trigeros producían en una secuencia pradera-trigo-barbecho-trigo
- *- El trigo es determinante de la rentabilidad de la secuencia por lo que los cultivos de verano generan «inestabilidad» y reducen la probabilidad de sembrar en fecha óptima.
- *- La propia secuencia determina
 - barbechos largos
 - exceso de laboreo
 - alto riesgo de erosión del suelo
- *- Como forma de reducir el impacto negativo del laboreo sobre la conservación del recurso suelo, ingresan masivamente herramientas de labranza vertical, lo que se refleja en la composición del parque de maquinaria
- *- La «labranza vertical» se maneja con los mismos criterios que la «convencional» y mayoritariamente se combinan herramientas que invierten el suelo con las que no lo hacen.

En éste marco el proyecto se centralizó en determinar la longitud de barbecho necesaria para cultivos de invierno, el manejo de rastrojo de cultivos de verano, comparación de sistemas de laboreo (convencional y vertical) y determinar criterios objetivos para realizar laboreos secundarios. En todos los casos el objetivo fue reducir el «tiempo en barbecho «de la secuencia de cultivos de la rotación.

Tiempo de barbecho y manejo del rastrojo

Los principales resultados se resumen en el siguiente cuadro

Cuadro 2.- Tiempo en barbecho óptimo para diferentes situaciones

Situación	Rango en días entre labor primaria y siembra
Trigo cabeza de rotación	50-70
Trigo sobre rastrojo de trigo	45-60
Trigo sobre rastrojo de girasol	45-60
Trigo sobre rastrojo de sorgo	
chacra fértil	60-85
chacra vieja	85-120

El rango establecido como óptimo depende de las tres variables determinantes de la velocidad con la que un suelo comienza a liberar nitrógeno. Ellas son la fertilidad natural, fecha de la primer labor y cantidad de rastrojo a incorporar.

Un suelo con alta fertilidad natural (primer y segundo cultivo luego de pradera) permite el rango mínimo cuando la primer labor se realiza en marzo-abril. En períodos de barbecho más prolongados, se registraron pérdidas de N-NO₃ desde el suelo al producirse períodos lluviosos.

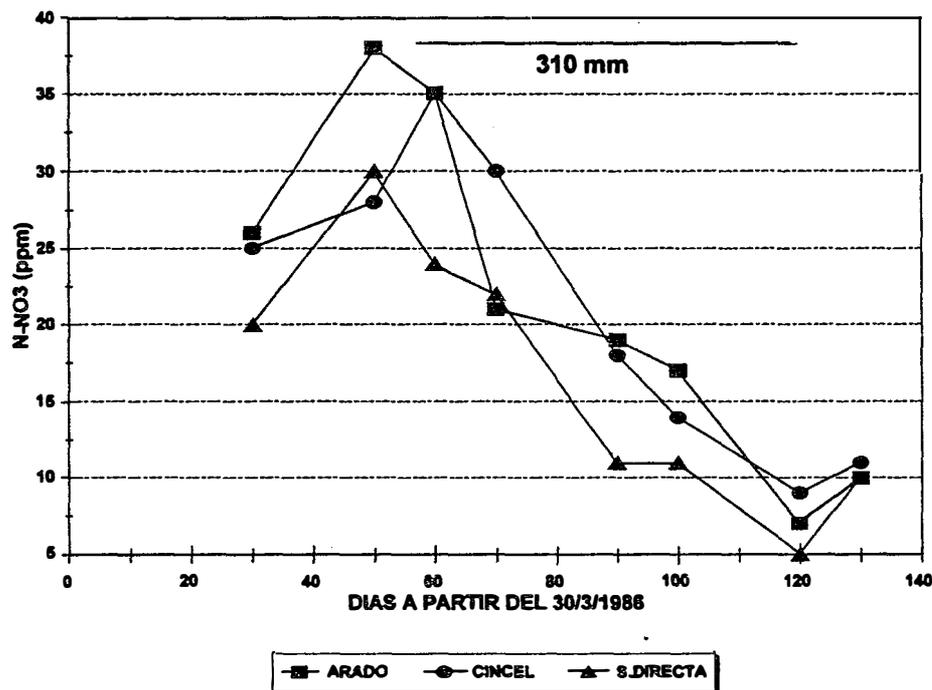


Figura 1.- Evolución de la disponibilidad de N-NO₃ (ppm) en el suelo luego de realizado el laboreo primario. Adaptado: Bentacur y Calero, 1990.

La máxima disponibilidad de N-NO₃ en el suelo se logró aproximadamente a los 60 días post laboreo primario. Al no realizarse la siembra y registrarse un período prolongado de lluvias, su disponibilidad se redujo para situaciones tan contrastantes en laboreo y rastrojo como arado de rejas, cinzel, barbecho químico sin laboreo y laboreo convencional de rastrojo de sorgo.

Secuencias de herramientas y sistemas de laboreo.

La comparación de «sistemas de laboreo» se realizó con herramientas que invierten el suelo (arados, excéntrica, disquera) definido con laboreo convencional (LC) y laboreo vertical (LV) con las que no lo hacen (cinceles, vibroflex y vibrocultivadores).

Las diferencias encontradas entre secuencias de herramientas radicaron en el control de maleza que realizan y velocidad de enmalezamiento posterior del barbecho (figura 2), y la velocidad de aparición de N-NO₃ pero no en el aporte total del suelo.

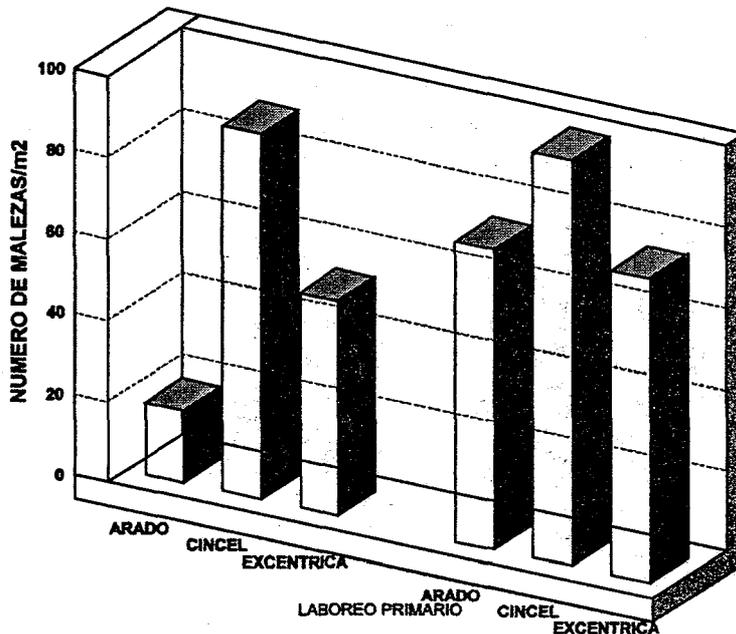


Figura 2. Control de malezas alcanzado con diferentes herramientas de laboreo primario y velocidad de enmalezamiento posterior (50 días)(Chao y Utermark, 1990).

El laboreo primario con arados logra mejor control inicial de malezas y retrasa el enmalezamiento posterior del barbecho que el realizado con arado de cincele. Esto reduce la necesidad de labores secundarias para su control. Lo mismo sucede al comparar el control realizado por la excéntrica con cincel/vibro como labores secundarios.

En relación al aporte de N-NO₃ del suelo, la velocidad de aparición fue mayor utilizando excéntrica como laboreo primario o luego de arado, en relación a cincel.

Cuadro 3. Evolución de la disponibilidad de N-NO₃ en el suelo luego del laboreo con distintas herramientas. (Adaptado: Ferrari y Morales, 1985)

Laboreo primario	laboreo intermedio	Días post laboreo primario				
		Disponibilidad de N-NO ₃ (ppm)				
		0	10	55	75	130
ARADO	—————	7	19	12	10	2
	EXCENTRICA			12		9
	HERBICIDA				10	14
CINCEL	—————	7	17	11	8	1
	CINCEL			11		4
	HERBICIDA				8	9

Nota: El laboreo intermedio se realizó en la primer fecha que aparece el valor de N-NO₃

Esto posibilita establecer secuencias de herramientas diferentes según el tiempo de barbecho disponible. En contraposición a lo esperado, el laboreo vertical no redujo el aporte total de nitrógeno al cultivo durante la estación de crecimiento, sino que solo se cuantificó una menor disponibilidad inicial. (Cuadro 4)

Cuadro 4. Efecto del laboreo primario sobre la tasa diaria de absorción de nitrógeno de un cultivo de trigo (kg/há/día) Adaptado : Chao y Utermark, 1990.

Laboreo primario	Días post-siembra			Total absorbido
	0-60	61-102	103-147	
Arado de rejas	0.83 a	0.49 b	0.1 b	74 a
Cinzel	0.63 b	0.78 a	0.3 a	82 a

Valores con igual letra no difieren entre si $p < 0.05$

De acuerdo con esta información no es de esperar cambios en la conservación de la fertilidad natural del suelo en el corto plazo bajo cultivos de una rotación con pasturas.

Como forma de aislar el efecto «control de malezas» del de «aporte de nitrógeno», se incorporó el «barbecho químico» (sustitución de labores secundarias por control químico de malezas).

Con esta «herramienta», al lograr controlar las malezas sin laboreo secundario, se eliminaron las diferencias establecidas inicialmente entre laboreo convencional y vertical., reduciendo el laboreo necesario para el cultivo, al primario más el afinado para la siembra.

Cuadro 5.- Efecto del tipo de laboreo primario y secundario sobre el control de malezas en el barbecho, la disponibilidad de N-NO₃ a la siembra y el rendimiento del trigo (Adaptado: Chao y Utermark, 1990)

LABOREO	Malezas kg/há	Nitratos ppm	Rendimiento kg/há
ARADO	1710 b	2 c	1741 c
ARADO+EXCENTRICA	0	8 b	2832 a
ARADO+HERBICIDA	0	12 a	2763 a
CINCEL	2359	1 c	1399 d
CINCEL+CINCEL	924	3 c	2316 bc
CINCEL+HERBICIDA	0	9 ab	2664 ab

Valores con igual letra no difieren entre si $p < 0.05$

La diferencia entre laboreo primario con arado de rejas o cinceles pueden así capitalizarse en función de la longitud de barbecho esperada y enmalezamiento potencial de la chacra.. Frente a condiciones climáticas adversas posteriores al laboreo primario (exceso de lluvias), el arado incrementó las ventajas en relación al cinzel y el barbecho químico resultó en una superioridad equivalente a 20 kg/há de nitrógeno agregado como urea a la siembra del cultivo.

En 1986 la propuesta realizada para la preparación de suelos en la secuencia trigo-trigo fue:

* Laboreo primario en marzo

* El uso del arado es más independiente de la situación de chacra y año que el cinzel

- * El laboreo secundario anterior al afinamiento se justifica solo si hay malezas
- * Frente a esta situación, la mejor opción es «barbecho químico» y como herramienta, la excéntrica
- * El barbecho químico asegura el control de malezas, reduce la posibilidad de un nuevo enmalezamiento al no mover nuevamente el suelo. Su efecto en términos económicos, equivale a 40 kg/há de urea al cultivo.

Esta propuesta recibió como principales cuestionamientos sus posibles interacciones con la textura del suelo, la historia de chacra y el año.

Cuarta etapa. 1987 Validación de resultados.

En 1987 se realizó una serie de experimentos que combinaron cuatro Unidades de suelo (Bequeló, Canada Nieto, Libertad y Riso) y tres historias de chacra (trigo como cabeza de rotación, sobre no mas de tres cultivo luego de pastura y más de cuatro cultivos post pradera), con el objetivo de validar o no la propuesta y cuantificar el aporte realizado en relación a un testigo tecnológico (tratamiento realizado por cada productor). El trabajo se realizó en el marco de un Convenio con Cooperativas y Sociedades de Fomento Rural de los Departamentos de Soriano y Colonia y la Federación Uruguaya de Centros Regionales de Experimentación Agropecuaria.

El análisis conjunto de los experimentos, detectó 3 grupos con homogeneidad de varianza los que correspondieron a «historia de chacra» (Cuadro)

Cuadro 6 .- Variación absoluta de rendimiento de trigo provocada por manejo del laboreo sobre tres historias de chacra. Adaptado: Ernst et al 1990.

Historia de chacra	Rendimiento de trigo (kg/há)		
	mínimo	media	máximo
Pradera	2230	4409	3320
Chacra nueva	1670	2730	2200
Chacra vieja	1162	1481	1800

La historia de chacra fue determinante del nivel al que se produjo la respuesta al laboreo y resultó más importante que «tipo de suelo» (textura y diferenciación textural) y variaciones locales de clima.

Los kilos/há que se pueden ganar o perder por laboreo fueron más en los cultivos cabeza de rotación que en las chacras viejas (2179 kg/há sobre praderas, 1060 kg/há en chacras nuevas y 638 kg/há en chacras viejas).

En el cuadro 7 se resumen los resultados obtenidos sobre distintas situaciones iniciales.

Los tratamientos realizados con arado como laboreo primario en promedio superaron a los realizados con cincel. En ambos casos el rendimiento mejoró al controlar las malezas durante el barbecho, siendo superior en todos los casos el «barbecho químico». Este tratamiento en promedio superó en un 10% el rendimiento logrado por el productor. Mantener el barbecho sin malezas sin remover el suelo fue mejor que mantenerlo sin malezas y suelto.

El control químico de malezas durante el barbecho es una herramienta tan importante en un esquema con laboreo como en uno en que se incluye la siembra directa. Cuando se producen períodos de exceso hídrico post laboreo primario y se retrasa la siembra, el barbecho químico posibilita capitalizar las ventajas de la fecha de laboreo (Cuadro 8)

Cuadro 7 Efecto del laboreo primario (arado o cincel) y el manejo del barbecho (enmalezado, control químico de malezas o control mecánico de malezas) sobre el rendimiento del trigo (kg/há) sobre distintos tipos de suelo y edades de chacra. (Balmelli et al, 1990)

Unidad de suelo	Historia chacra	Laboreo primario	promedio	Barbecho			Testigo tecnológico
				enmalezado	químico	suelto	
Bequeló	nueva	arado	2313	2088	2685	2167	2695
Bequeló	nueva	cincel	2248	2013	2405	2326	
Bequeló	vieja	arado	1730	1154	2039	1996	2035
Bequeló	vieja	cincel	1193	551	1689	1338	
C.Nieto	pradera	arado	3629	3433	3936	3518	2925
C.Nieto	pradera	cincel	3216	2997	3548	3103	
C.Nieto	vieja	arado	2020	2020	2150	1930	—
C.Nieto	vieja	cincel	1475	1200	1550	570	
Risso	pradera	arado	4102	4177	4207	3923	3523
Risso	pradera	cincel	3295	2608	3678	3603	
Libertad	vieja	arado	1187	1382	868	1313	1145
Libertad	vieja	cincel	1091	996	856	1423	
Libertad	vieja	arado	1324	1283	1380	1309	1337
Libertad	vieja	cincel	1390	1415	1350	1405	

Suelto: una pasada de herramienta cada vez que el suelo se enmalezó o se compactó.

Cuadro 8. Efecto del tipo de laboreo primario y enmalezamiento del barbecho sobre la disponibilidad de N-NO₃ a la siembra del trigo en dos fechas de siembra (Adaptado: Bentacur y Calero, 1989)

Laboreo primario	barbecho	Fecha de siembra	
		30/5	15/8
ARADO	enmalezado	15	11
	sin malezas	15	18
CINCEL	enmalezado	14	8
	sin malezas	15	15

Laboreo primario: 15/3

El incremento en la disponibilidad de nutrientes obtenido por laboreos tempranos solo se capitalizará por el cultivo si antes no lo hacen las malezas. Barbecho largos enmalezados determinaron rendimientos similares a los barbechos cortos con buen control de malezas (Figura 3)

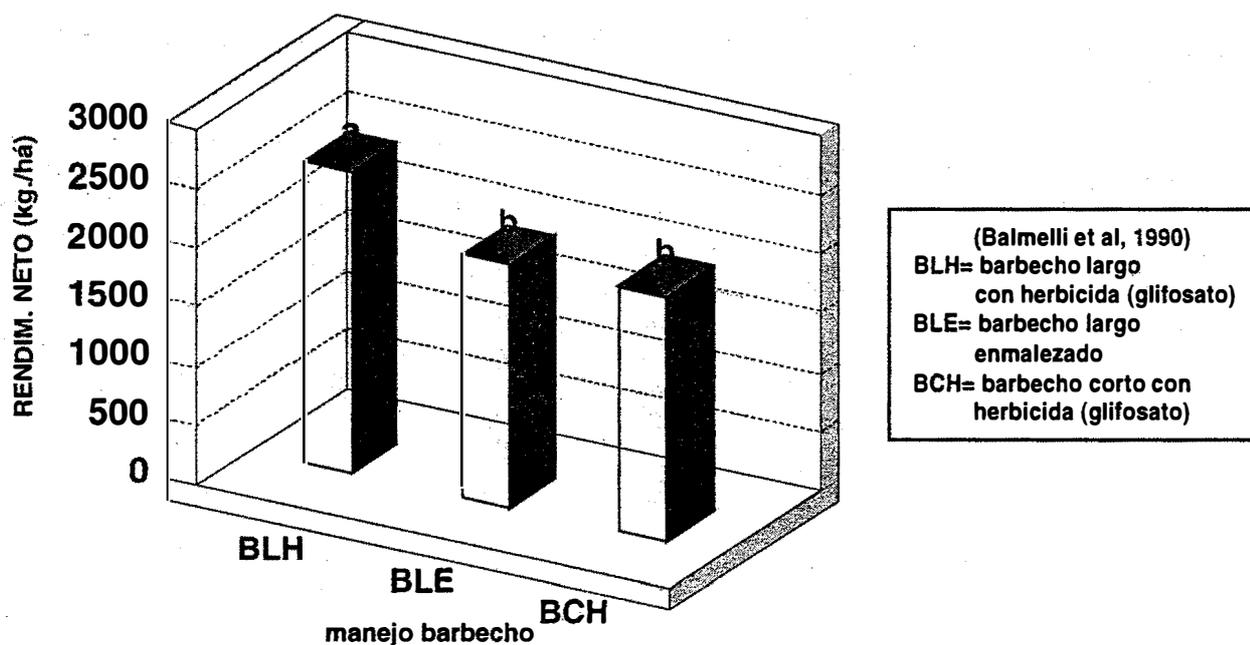


Figura 3. Efecto de la longitud de barbecho sobre el rendimiento del trigo en función del control o no de las malezas.

Los resultados obtenidos en esta etapa confirmaron que:

- * La necesidad de laborear entre el laboreo primario y la siembra está dada por el enmalezamiento del barbecho.
- * No se justifica laborear con el objetivo de mantener el «suelo suelto»
- * El uso de herbicidas como sustituto al pasaje de herramientas (barbecho químico) es una variable que permite reducir el laboreo para cada cultivo.
- * La propuesta permite reducir la intensidad de laboreo en una secuencia trigo-trigo en relación a lo que se realiza a nivel de producción sin afectar el rendimiento en grano e incluso, mejorándolo.

En estos experimentos se incorporó por primera vez, la evaluación de la siembra sin laboreo, corrigiendo o no la disponibilidad de nitrógeno para el cultivo (Cuadro 9)

Cuadro 9. Rendimiento del trigo sembrado sin laboreo con o sin nitrógeno adicional en relación al laboreo primario con arado. (Adaptado: Balmelli et al, 1989)

Laboreo	Historia de chacra		
	Pradera	chacra nueva	chacra vieja
ARADO	3900 a	2210 a	1370 b
SIN LABOREO	2430 c	1780 b	1150 b
SIN LABOREO+50N	3480 b	2500 a	1985 a

Iguals letras dentro de columnas no difieren entre sí $P \leq 0.05$

SIN LABOREO= igual fertilización nitrogenada que ARADO

SIN LABOREO+50N= siembra directa con 50 kg/ha más de nitrógeno que ARADO.

El rendimiento del trigo fue significativamente menor con simbra directa en todas las situaciones en que no se corrigió la deficiencia del nutriente. El agregado de 50 kg/há adicionales de nitrógeno al macollaje, logró un impacto diferencial según la historia de chacra. Mientras que fue el mejor tratamiento en situaciones de alta deficiencia natural del nutriente y bajo potencial de producción (chacra vieja), solo redujo la diferencia en el ambiente de mayor potencial (pradera)

Estos resultados ayudaron a relativizar la importancia de laborear el suelo por lo que la pregunta inicialmente planteada (es posible reducir el número de laboreos para cada cultivo?) fue cambiada por

*** es necesario laborear?**

*** si así fuera, es igual para todos los cultivos de una secuencia agrícola de la rotación con pasturas ?**

Para dar respuesta a estas preguntas la información generada tenía limitantes importantes.

* Todos los experimentos se diseñaron para cuantificar efectos en el corto plazo, y sobre un cultivo.

*Esto no permitió evaluar efectos residuales

*La mayoría de los experimentos compararon sistemas de laboreo

*El manejo de cultivos sembrados sobre situaciones de laboreo diferenciales fue siempre uniforme en tecnología (época de siembra, cultivar, fertilización, control de malezas y enfermedades)

*Los experimentos que evaluaron la siembra directa comparaban el primer cultivo sin laboreo y sin ajustar la tecnología contra situaciones laboreadas con tecnología ajustada.

Quinta etapa. 1992 a la fecha

Laboreo del suelo para el sistema de producción

El laboreo aportó al desarrollo de la agricultura a través de su efecto sobre la dinámica de los nutrientes y el control de malezas. A él también se le atribuye gran parte de la responsabilidad del deterioro físico de los suelos y la erosión.

En sistemas agrícolas con fertilización la erosión sería la principal causa de pérdida de fertilidad de los suelos, proceso que se revierte parcialmente en sistemas que rotan pasturas con praderas con leguminosas (Díaz, 1994, García-Prechac, 1994).

La rotación de cultivos con pasturas con leguminosas determina una reducción absoluta en las pérdidas de suelo y el mantenimiento del su nivel de materia orgánica.

Parte de la reducción de pérdida de suelo por erosión responde al menor tiempo de laboreo y reducción de los años de agricultura (27), ya que en una secuencia trigo-trigo, el 75% del factor «C» de la EUPS (factor manejo) se produce entre enero y junio (período de preparación del suelo). Las diferencias impuestas por diferentes sistemas de laboreo en las pérdidas de suelo, también ocurren en este periodo, ya que cuando el cultivo cubre el suelo, las diferencias se reducen.

De acuerdo a este análisis, una secuencia intensa de cultivos que mantenga el suelo siempre cubierto, aportaría soluciones al problema.

Mientras la rentabilidad de la agricultura se basó en solo un cultivo (trigo), incorporar el doble cultivo reduce las posibilidades de preparar el suelo en tiempo y forma y sembrar en la fecha óptima, lo que incrementa la «inestabilidad de la secuencia». Mientras que en un sistema trigo-barbecho existen 6 meses para laborear, al incorporar cultivos de verano el tiempo se reduce a dos cortos períodos previos a la siembra de cada cultivo. (figura 4)

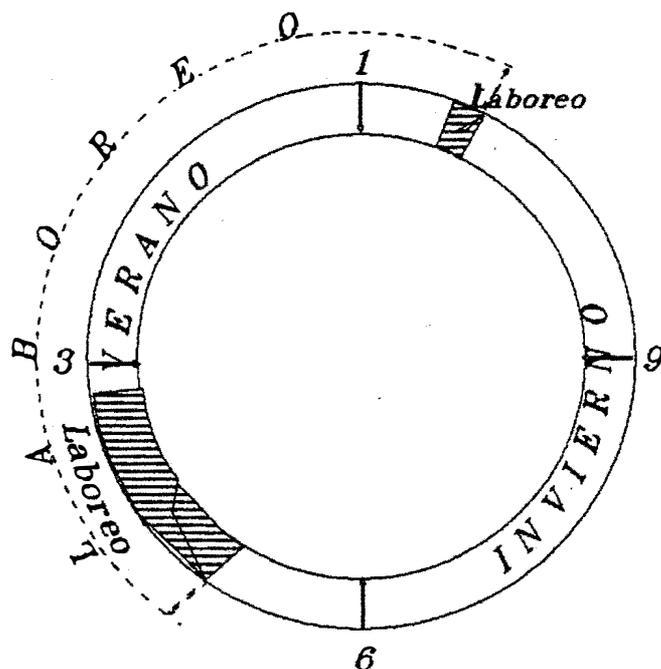


Figura 4 . Tiempo de laboreo según la intensidad de uso del suelo.

Una alternativa explorada por muchos productores fue el sobre-dimensionamiento del parque de maquinaria de laboreo y siembra. Otra, implementar técnicas de labranza reducida y/o siembra sin laboreo.

Posibilidades de la siembra sin laboreo.-

Los resultados experimentales obtenidos a nivel mundial con esta técnica demuestran su viabilidad pero su adopción a nivel de producción depende del problema de cada región. En aquellas donde el riesgo de erosión del suelo determina la viabilidad de la agricultura y donde la estación de crecimiento permite el doble cultivo su adopción ha sido mayor y más rápida.

En ambos casos es difícil encontrarla como «sistema de laboreo» sino que es utilizada como una técnica que aporta a la solución de un problema.

Como sistema de laboreo, sus beneficios sobre la conservación del suelo y productividad de los cultivos se manifiesta en el largo plazo. En comparación con el laboreo convencional muestra rendimientos iniciales menores, situación que se revierte con los años como consecuencia de la caída de rendimientos con laboreo convencional y el mantenimiento o mejora de los logrados con siembra directa.

Los cambios en la producción de los cultivos ocurren como consecuencia del desarrollo de procesos inversos en el suelo, oxidación de materia orgánica bajo laboreo y acumulación de restos orgánicos en superficie en cero laboreo. El incremento de la actividad biológica es la base de la mejora de los rendimientos en siembra directa y la pérdida de fertilidad natural y condición física observada es la determinante de bajos rendimientos con laboreos.

Cuando la producción de los cultivos es el resultado de la cantidad y eficiencia del uso del agua (cultivos de verano, zonas semiáridas o con lluvias estacionales) la adopción de la SD se realiza por la mejora que produce por aumento en la capacidad de almacenaje de agua, reducción del escurrimiento superficial y pérdidas de agua por evaporación. Cuando depende del mantenimiento de la fertilidad natural y condición física del suelo por sus efectos sobre la reducción de la oxidación de la materia orgánica, erosión y aumento de la estabilidad estructural. En ambos casos las producciones son estacionales y netamente agrícolas.

En Uruguay su justificación radica en la reducción de la erosión hídrica, las mayores posibilidades de ubicar dos cultivos por año, las posibilidades de ajuste de época de siembra en cultivos de invierno y uso del agua en los de verano. Como sistema de producción se le contraponen la producción de granos en rotación con pasturas con leguminosas cuyo efecto benéfico sobre la producción agrícola es el resultado de la mejora de las propiedades físico químicas del suelo, menor tiempo de exposición a los efectos de la erosión y capitalización del nitrógeno incorporado por fijación simbiótica a través del laboreo del suelo.

Por sus efectos sobre la erosión, la dinámica de la materia orgánica del suelo, la reducción de los períodos de barbecho asociados y la probabilidad de siembra en determinada fecha, la siembra directa y/o labranza reducida serían prácticas de manejo **viabiles cuando se consideran sus posibles efectos en el resultado total de una secuencia agrícola.**

Para las características particulares de la producción agrícola en el Uruguay, parece más importante **construir criterios para el laboreo en el sistema de producción** que determinar un sistema de laboreo.

Siembra sin laboreo en el sistema de producción pastura-cultivos.

En 1993 se inició en la EEMAC una serie de experimentos desfasados en el tiempo con los siguientes objetivos:

- * Determinar el nivel mínimo de perturbación del suelo en secuencias agrícolas-forrajeras, compatible con una producción de granos basada en eficiencia de uso de recursos naturales.
- * Cuantificar la evolución de los rendimientos de los cultivos en secuencias de laboreo contrastantes y la producción total de grano de la secuencia de cultivos establecida.
- * Cuantificar el efecto año como determinante de la respuesta de los cultivos al manejo de suelos.
- * Describir la tendencia evolutiva de los parámetros físico-químicos del suelo y su relación con el comportamiento de los cultivos.*Dimensionar el parque de maquinaria para distintas intensidades de uso de suelo y labores asociados.
- * Cuantificar posibles interacciones con tipos de suelos contrastantes y tipo de producción.

Rendimientos de la secuencia de cultivos en intensidades de laboreo contrastantes

En el cuadro 10 se presenta un resumen de los resultados obtenidos en experimentos que comparan laboreo convencional contra siembra directa considerando solo un cultivo.

Existe una variación importante en los resultados obtenidos hasta 1992, los cuales, en su mayoría solo cuantifican el efecto del laboreo o no en el cultivo inmediato siguiente.

Analizando el rendimiento relativo obtenido sin laboreo en relación al tratamiento laboreado, pueden identificarse dos situaciones contrastantes .

Cuadro 10. Rendimiento de trigo/cebada contrastando las mejores alternativas evaluadas en cada experimento para cada tipo de laboreo. (1986-1992)

AUTOR	LABOREO	NO LABOREO	RASTROJO	p (*)
Garín et al (1990)	4555	3926	pradera	**
Ernst et al (1990)	4000	3500	pradera	*
	2250	2500	trigo	ns
	1200	1600	trigo	ns
	1400	1570	trigo	*
	2100	800	trigo/girasol	**
	1780	980	trigo/girasol	**
	2846	2047	trigo	**
Almeida et al (1991)	2900	2034	trigo/t.rojo	**
	3153	2356	trigo/girasol	**
	3057	2530	trigo/moha	**
Sawchik, (1992)	2984	2862	sorgo	ns
	3206	2852	sorgo	ns
	3125	3217	sorgo	ns
Ernst et al (1992)	4022	2392	pradera**	

(*) Probabilidad de que las medias sean diferentes *= $p < 0.05$ **= $p < 0.01$

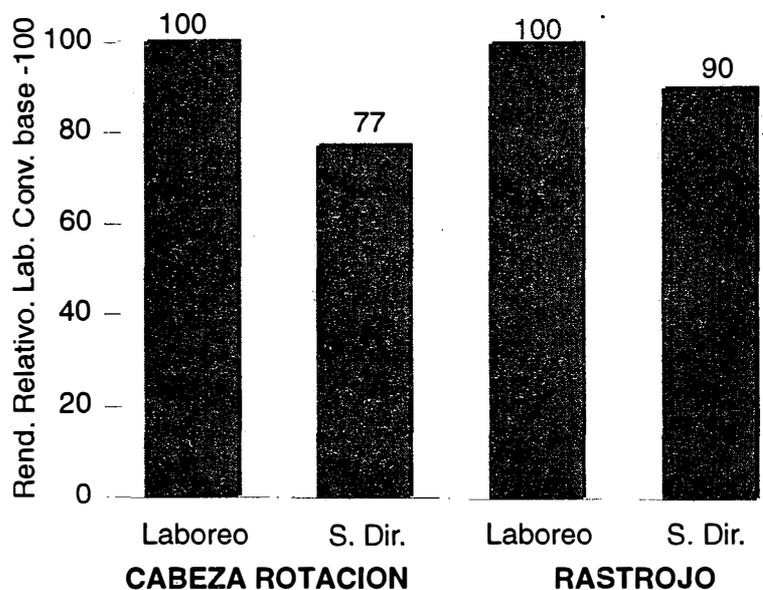


Figura 5.- Rendimiento relativo de cultivos de invierno sembrados con o sin laboreo sobre pradera o rastrojos de cultivos previamente labreados.

Mientras que la siembra sin laboreo determinó un rendimiento relativo 23% menor cuando el cultivo se sembró como cabeza de rotación, la diferencia se redujo a 10% sobre rastrojos de cultivos laboreados. La probabilidad de obtener rendimientos menores e incrementar los costos de fertilización nitrogenada en los cultivos cabeza de rotación es alta, mientras que cuando se capitaliza el efecto residual del laboreo de algún cultivo anterior, no existieron diferencias tan marcadas.

En los experimentos instalados a partir de 1993 en la EEMAC se evalúa el efecto de distintas intensidades de laboreo durante la secuencia agrícola de la rotación, incluyendo alternativas de agricultura continua sin laboreo.

El primero de los experimentos partiendo de una pradera degradada, ya cumplió la fase agrícola (5 cultivos) y está en el último año de pastura (Festuca, trébol blanco y lotus), por lo que en marzo de 1998 volverá a la fase de cultivos. En el mismo se mantuvieron dos tratamientos con siembra directa continua, que en marzo de 1998 tendrá 9 cultivos sin laboreo.

El rendimiento en grano para la secuencia de cultivos y solo para los cultivos de invierno, se presenta en el Cuadro 11

Cuadro 11. Rendimiento en grano acumulado para la secuencia de cultivo en experimentos iniciados desfasados en el tiempo. (EEMAC 1993-1996). (Ernst y Siri, s/p)

Experimento	No de cultivos	Rendimiento acumulado (kg/há)					
		secuencia total			solo cultivos de invierno		
		LC-LC	LC-SD	SD-SD	LC-LC	LC-SD	SD-SD
I	5	11742	12663	10792	7725	7838	6537
II	3	10449	11173	10745	6121	5978	5866
III	3	10091	11039	10065	5590	5856	5065

LC-LC= laboreo previo a todos los cultivos

LC-SD= laboreo solo en el primer cultivo y siembra directa en todos los siguientes

SD-SD= Siembra sin laboreo de todos los cultivos.

En los tres casos y tanto para la producción total de grano de la secuencia como para la producción acumulada de los cultivos de invierno, la secuencia iniciada con laboreo convencional y mantenida luego sin laboreo ha logrado rendimientos iguales o mayores que con laboreo continuo. A su vez, la siembra sin laboreo a partir del cultivo cabeza de rotación (SD-SD), logró rendimientos acumulados menores.

La diferencia entre rendimientos logrados con laboreo convencional y siembra directa se redujo con los años del experimento I.

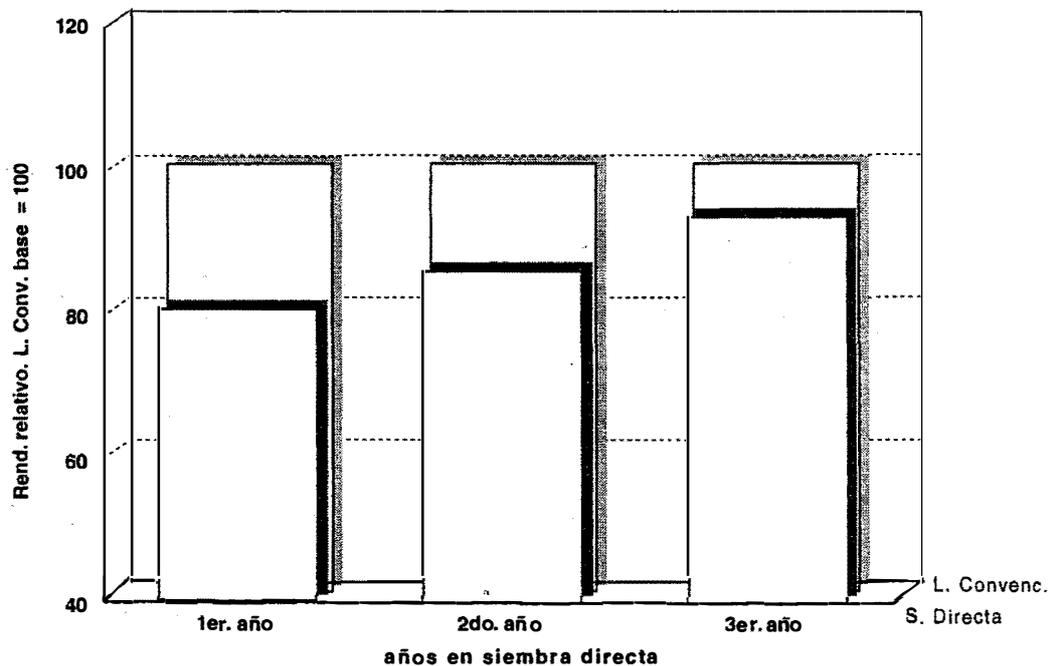


Figura 6. Rendimiento relativo de cultivos de invierno logrados con laboreo convencional o siembra directa en función del número de cultivos previos realizados con o sin laboreo. (Ernst y Siri, 1996)

La información disponible no permite identificar aun si la reducción de la diferencia es el resultado de la caída de rendimientos con laboreo convencional o el incremento de los logrados sin laboreo. Al volver a la etapa de agrícola recién podrá darse la respuesta.

Tendencia evolutiva de algunas propiedades físicas y químicas del suelo

Los sistemas de rotaciones evaluados en la Estación Experimental La Estanzuela permitieron cuantificar el efecto de las pasturas sobre el nivel de materia orgánica (Díaz, 1994 a b) y las propiedades físicas del suelo (García Prechac, 1994) La densidad aparente (Dap) fue menor en los sistemas agrícola-forrajeros aunque su efecto poco duradero. Pasó de 1.0 gr/cm³ a 1.25 gr/cm³ en tan solo 4 años de cultivo. Este valor fue igual al de un suelo bajo agricultura continua durante 17 años, lo que establecería un límite a la etapa agrícola de la rotación.

Al aumentar los años de cultivo, aumentó la Dap y se redujo el «Índice Combinado» (Dap, resistencia a la penetración y macroporosidad). El quinto cultivo luego de roturada una pastura, la condición física del suelo fue un 40% de la inicial. Al incrementarse la duración de la etapa de pastura, mejoró el Índice llegando a 60% en el cuarto año.

Como lo demuestra Díaz (1994), en un sistema que rota pasturas y cultivos con laboreo convencional, es posible identificar períodos de mejora de la fertilidad del suelo (materia orgánica, nitrógeno total) y otros de pérdida. Luego de 30 años de funcionamiento del sistema las pérdidas han sido de mayor magnitud que las ganancias, lo que plantea dudas sobre la sustentabilidad de estos sistemas en el largo plazo.

El laboreo, por su efecto sobre la mineralización de la materia orgánica del suelo y el incremento de los riesgos de erosión, ha sido identificado como uno de los factores determinante de esta tendencia en el largo plazo, lo que resulta en un argumento más para establecer esquemas productivos intensos (cobertura del suelo) y reducir la intensidad de laboreo y tiempo de barbecho.

En el Cuadro 12 se muestran la evolución del contenido de Nitrógeno total del suelo en los primeros 6 cm del perfil, tomando como referencia las mismas secuencias de laboreo descritas en el Cuadro 11 para el experimento que ya cumplió toda una fase agrícola.

Cuadro 12. Evolución de la cantidad de nitrógeno (%) del suelo entre enero de 1994 y enero de 1996 en tres alternativas de laboreo. EEMAC. (Ernst y Siri, 1997).

AÑO	LC-LC	LC-SD	SD-SD
1994	0.26 a	0.22 b	0.21 b
1995	0.27 a	0.23 b	0.20 b
1996	0.265 a	0.265 a	0.195 bc

Valores seguidos de la misma letra no difieren entre si $p < 0.05$.

El porcentaje de Carbono orgánico (0-6 cm) se redujo 0.165% ($p < 0.05$) por año entre 1993 y 1996 en LC-LC y se incrementó en 0.18% en SD-SD ($p < 0.01$). En la secuencia LC-SD no se detectó ningún cambio con el tiempo.

Al considerar el perfil 0-18 cm no se detectó efecto ni en el nitrógeno total ni en el carbono orgánico

Los resultados confirman la pérdida de fertilidad del suelo durante la fase agrícola de una rotación cuando se utiliza laboreo en todos los cultivos. Por otro lado muestra a la siembra sin laboreo, ya sea continua (SD-SD) o luego de un primer cultivo laboreado (LC-SD), como alternativas viables para mejorar la sustentabilidad del sistema. Resultados similares fueron obtenidos por Marchesi (1996) para siembra directa continua sobre suelos de la Unidad Bequeló.

La secuencia LC-SD presenta la ventaja de permitir capitalizar el efecto benéfico de la fase pastura sobre el cultivo cabeza de rotación sin determinar un efecto negativo sobre la fertilidad del suelo. Esta alternativa, a su vez, permitió mantener la estabilidad de la estructura del suelo a un nivel superior al logrado con LC-LC (Figura 7).

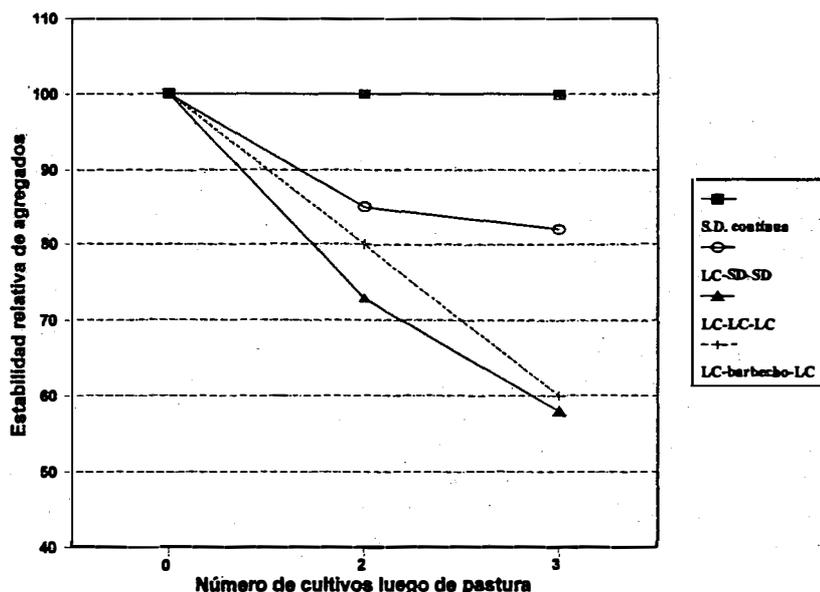


Figura 7. Evolución de la estabilidad de agregado (tamaño medio ponderado) del suelo (0-15 cm) bajo siembra directa continua (SD-SD), laboreo continuo (LC-LC) y laboreo solo en el primer cultivo de la rotación (LC-SD). (Ernst y Siri, 1995)

En la situación de laboreo, el Índice de estabilidad de la estructura del suelo se ubicó en un 35% del de SD-SD, mientras que LC-SD mostró un comportamiento intermedio. Los resultados obtenidos con LC-LC coinciden con los registrados en los sistemas de rotaciones instalados en La Estanzuela, por lo que la alternativa LC-SD representa un aporte a la conservación de la condición física del suelo dentro del esquema productivo actual.

CONSIDERACIONES FINALES

Con el desarrollo de la vertedera de autolimpieza en 1887, el uso del arado se generalizó rápidamente. Con él, los rendimientos de los cultivos aumentaron y se facilitó el crecimiento del área agrícola del mundo.

Históricamente sus propulsores atribuyeron el éxito de esta herramienta al logro de una condición física del suelo tal, que facilita el desarrollo radicular de los cultivos y a la posibilidad de controlar el desarrollo del tapiz vegetal.

Con el avance del conocimiento, se sumaron a éstas, el aumento de la disponibilidad de nitrógeno del suelo a través de la mineralización de la materia orgánica, y la destrucción de los rastrojos facilitando el control de enfermedades e insectos.

Actualmente, y desde ya hace varias décadas, se cuestiona su uso en el entendido de que fue causa fundamental del deterioro de la productividad de los suelos por su alta estimulación de la oxidación de la materia orgánica y predisposición a los efectos causados por la erosión. Al decir de Pereira (1975), el hecho de que J. Tull (1731) atribuyera como causa de los aumentos de rendimiento provocados por el uso continuo de escardillos, a una buena «condición física», permitió el desarrollo de toda una industria sobre la base de un error histórico de interpretación.

La profundización en el conocimiento de los procesos que se desarrollan en el suelo cuando se laborea, permitió identificar las causas básicas de su efecto, y con ellas, todo un replanteo sobre su necesidad, el que comenzó a principios del siglo XX con

la demostración de que lo que J. Tull atribuyó a la remoción del suelo, se debía al control de malezas.

Con el desarrollo de herbicidas totales no selectivos, la eliminación del tapiz natural y el control de las malezas que crecen durante el período de barbecho, dejaron de ser razones válidas para realizar un laboreo.

El sistema actual de producción en Uruguay alterna pasturas y cultivos. La salida de la fase pastura está determinada por la pérdida de productividad y enmalezamiento y la de la fase agrícola, por la degradación del suelo. La incorporación de la siembra sin laboreo plantea el problema de «**como salir de la fase de pastura**» y «**cuando salir de la fase agrícola**» ya que los años de cultivo dejarían de ser un problema.

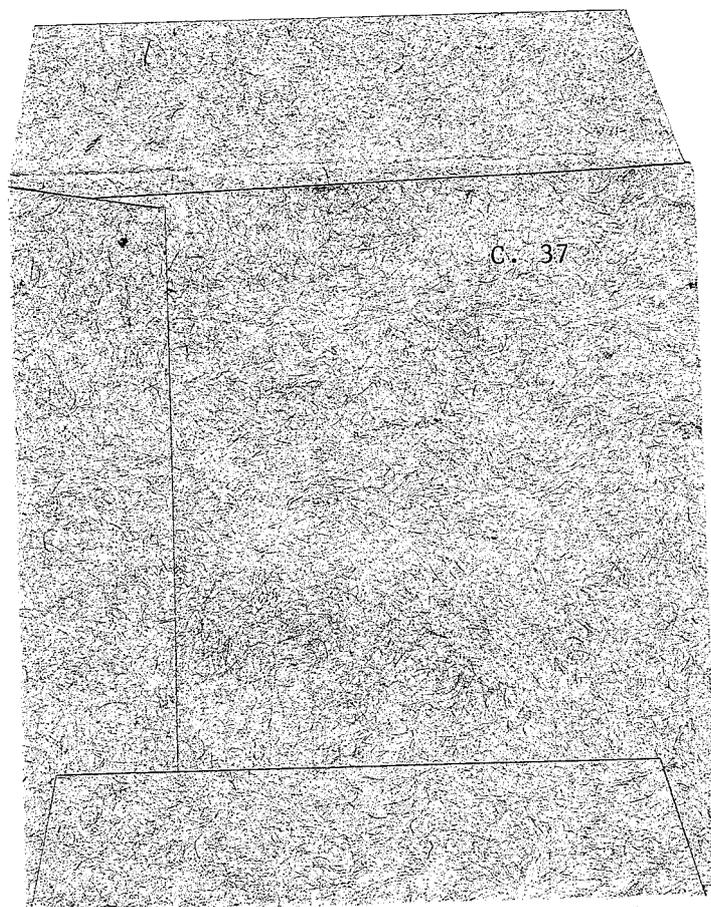
La siembra directa aparece como una práctica fundamental para dar sustentabilidad al sistema productivo actual. La información generada para otros sistemas (lecheros y ganaderos) por la Facultad de Agronomía (Amarante, García y Perez, 1996), y otras organizaciones como el INIA (Martino, 1997) y AUSID (Marchesi, 1996), coinciden en marcar los efectos benéficos sobre el suelo, aunque no siempre logren los mejores resultados productivos para los cultivos.

En los últimos años mucho se ha avanzado en la generación de conocimiento sobre los efectos del laboreo o no del suelo, pero el propio sistema determina cambios que se acumulan en el tiempo y generan nuevas situaciones de estudio. En este sentido, al eliminar o reducir el laboreo dentro de la secuencia de cultivos, adquieren importancia factores que cuando se laborea no se los considera porque el propio laboreo los modifica. Ejemplo de esto son los cambios registrados en el régimen térmico del suelo, su humedad y la importancia que la secuencia de cultivos adquiere como determinante del enmalezamiento, la sanidad y las plagas. La consideración de estos elementos se refleja en el cambio del paquete tecnológico a utilizar cuando se elimina el laboreo, aspecto que es cubierto en otras publicaciones del curso.

BIBLIOGRAFIA

- * Almeida et al. 1991. Barbechos cubiertos, abonos verdes y sistemas de laboreo para trigo. II. (1er año).
- * Amarante, P; García Préchac, F, Perez, M. 1996. Siembra directa en sistemas lecheros y ganaderos de la región centro y sur del país. **In** Curso de actualización sobre manejo y conservación de suelos. Universidad de la República Facultad de Agronomía. Unidad de Educación Permanente.
- * Balmelli et al 1990. Alternativas tecnológicas para la producción de trigo. Sistemas de laboreo II. Tesis Ing. Agr. Montevideo Uruguay. Facultad de Agronomía. Universidad de la República
- * Bentancur, O y Calero, R. 1991. Manejo del aporte de nitratos del suelo para el cultivo de trigo. Tesis Ing. Agr. Montevideo Uruguay. Facultad de Agronomía. Universidad de la República
- * Bouzza, D y Galluzzo, D. 1986. Laboreo de suelos como factor de manejo del rastrojo de sorgo para la producción de trigo. Tesis Ing. Agr. Montevideo Uruguay. Facultad de Agronomía. Universidad de la República
- * Chao, L y Utermark, M. 1990. Sistemas de laboreo y manejo del barbecho para trigo. Tesis Ing. Agr. Montevideo Uruguay. Facultad de Agronomía. Universidad de la República
- * Díaz Rossello, R. 1992a. Evolución del nitrógeno total en rotaciones con pasturas. **In** Investigaciones Agronómicas No 1. Tomo 1. 27-36
- * Díaz Rossello, R. 1992b. Evolución de la materia orgánica en rotaciones de cultivos con pasturas. **In** Investigaciones Agronómicas No 1. Tomo 1. 103-126.
- * Ernst, O y Ritorni, F. 1983. Manejo del trigo sobre rastrojos de sorgo. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. Universidad de la República.
- * Ernst, O y Torres, D. 1985. Manejo de rastrojos y laboreo de suelos para trigo. **In** Tercer Seminario Técnico. Cátedra de Cereales y Cultivos Industriales. EEMAC. Facultad de Agronomía.
- * Ernst et al. 1990. Laboreo de suelos para trigo. Documentos No 2 Montevideo. Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni.
- * Ernst, O. Acción del laboreo en la mineralización del nitrógeno del suelo. 1992. **In** II Reunión Nacional de Investigadores en cebada cervecera. Colonia. Uruguay. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. 133-137.
- * Ernst, O; Siri, G; Hoffman, E. 1994. Efecto de la secuencia de laboreo y cultivos sobre el crecimiento, rendimiento y calidad de cebada cervecera. **In** V Jornada Nacional de Investigadores de Cebada Cervecera. Mesa Nacional de Entidades de Cebada Cervecera. 123-129.
- * Ernst, O; Siri, G. 1995. Rastrojo en superficie: entre ventajas y problemas. Cangue No 4. Revista de la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni. Facultad de Agronomía. Universidad de la República. 15-19.
- * Ernst, O; Torres, D; Chao, L; Utermark, M. 1995. Sistemas de laboreo para trigo. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Nota Técnica No 41. 20p
- * Ernst, O; Siri, G. 1995. Siembra directa: sus posibilidades en el sistema pastura-cultivos. Cangue No 3. Revista de la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni. Facultad de Agronomía. Universidad de la República. 12-17.
- * Ernst, O; Siri, G. 1996. Efecto de la intensidad de laboreo en una secuencia agrícola sobre la fertilidad del suelo y el rendimiento del quinto cultivo (trigo). **In** IV Congreso Argentino y II Internacional de Ingeniería Rural. CADIR96 Neuquen. Argentina. 677-681.

- * Ernst, O; Siri;G.1996. Crecimiento inicial de cultivos sembrados sin laboreo. I Efecto de la temperatura del suelo.Cangue No9. Revista de la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni. Facultad de Agronomía. Universidad de la República. 29-31.
- * Ernst, O; Siri, G. 1996. Después de un ciclo en siembra directa.Cangue No6. Revista de la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni. Facultad de Agronomía. Universidad de la República. 7-11.
- * Ernst ,O; Siri, G; Banhero, M. 1996.Respuesta del trigo a la edad de chacra. **In** IV Congreso Argentino y II Internacional de Ingeniería Rural. CADIR96 Neuquen. Argentina. 682-685
- * Ernst y Siri. 1997.Total nitrogen content
- * Ferrar,J; Morales, M. 1985. Alternativas de uso de herramientas en la preparación de tierras para trigo. Tesis Ing.Agr. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay.
- * Fleige H; Beaumer,K. 1974. Effect of zero tillage on organic carbon and total nitrogen content, and their distribution in different N-fractions in loessial soils. Agro-Ecosystems 1: 19-29.
- * García, F. 1986. Actualización sobre erosión y factores que la afectan. In Jornada de laboreo y conservación de suelos. Salto. Uruguay. Mimeografiado.
- * García Prehac, F. 1992.Propiedades físicas y erosión en rotaciones de cultivos y pasturas. **In** Investigaciones Agronómicas No 1. Tomo 1. 127- 140.
- * Garín,E; Guigou,M; Claassen,E. 1991 El laboreo como manejo del exceso hídrico en trigo.
- * Labella ,S. 1974. Laboreo para trigo. Ministerio de Ganadería y Agricultura. Centro de Investigaciones Agrícolas Dr. Alberto Boerger. Estación Experimental La Estanzuela. Boletín Técnico No 14.
- * Marchesi E. 1996.Siembra directa en Uruguay: observaciones y resultados de las experiencias realizadas por AUSID.**In** AUSID 4ta Jornada Nacional de Siembra Directa. Mercedes. 4 de octubre de 1996
- * Marchesi, E. 1971. Laboreo **In** El trigo en el Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni.
- * Martino, D. 1997. Siembra directa en los sistemas agrícola-ganaderos del litoral. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. La Estanzuela. Uruguay.
- * Olan, S y Pineyrúa, S. 1996. Efecto de la intensidad de laboreo del suelo sobre el rendimiento del trigo y las propiedades físico químicas del suelo. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. Universidad de la República.
- * Risso, R. 1984. Dos sistemas de laboreo en trigo. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. Universidad de la República.
- * Russel, R.S. 1977. Plant root system: Their function and interaction with the soils. Mc Graw-Hill.London. England.
- * Torres,D. **et al**, 1990. **In** Luizzi **et al**. 1990. Trigo. Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni. Facultad de Agronomía. Universidad de la República.



Edición de 220 ejemplares
terminada de imprimir el 4 de
Junio de 1998 en el Dpto. de
Publicaciones de la Facultad
de Agronomía. Garzón 780.
Montevideo - URUGUAY

Código 467 /220 /98
Dep. Leg. 306.620

Biblioteca de la FAGRO

REP: CCI13



Ernst, Oswaldo Estación Experimental N
Elección de chacra y laboreo de sue