

# PRACTICAS DE CULTIVOS CON CERO LABOREO EN EL OESTE DE CANADA

Elmer H. Stobbe \*

Carter y Dale (1974) caracterizaron a la humanidad como "habiendo marchado a través de la Tierra dejando desiertos tras sus huellas". Su estudio sobre muchas civilizaciones que existieron en los últimos 6.000 años mostró que una civilización ha permanecido viable en una localidad determinada por un promedio de 40 a 60 generaciones (1.000 a 1.500 años) antes de declinar. Su caída ha sido atribuida a la pérdida de productividad de los suelos debido a erosión.

## DEFINICION DE TERMINOS

**Laboreo convencional:** Un sistema de manejo del suelo que depende del laboreo para controlar las malezas previo a la siembra de un cultivo.

**Laboreo mínimo:** Un sistema de manejo del suelo en el cual la vegetación presente previo a la siembra es controlada usando herbicidas y laboreo.

**Cero laboreo:** Una práctica de cultivo en la que toda la vegetación no deseada es controlada mediante el uso de herbicidas, y la siembra se realiza con disturbación mínima del suelo.

**Barbecho convencional:** El crecimiento vegetativo entre la cosecha y la siembra del cultivo siguiente se controla con laboreos.

## BENEFICIOS DEL CERO LABOREO

La función primaria del cero laboreo es la reducción de la erosión debida a agua y viento.

Las partículas finas de suelo que son sopladadas por el viento son más fértiles que el suelo remanente. En un estudio realizado en

Kansas, el suelo erosionado contenía 3,1 veces más N, 2,3 veces más P, y 1,9 veces más materia orgánica que el suelo que permaneció en el campo.

La pérdida de suelo debida a erosión por agua es más fácilmente visualizable y medible que la pérdida de suelo debida a erosión por viento. McDowell y McGregor (1984) compararon la erosión de suelo y pérdidas de nutrientes usando laboreo cero y convencional en maíz en Mississippi. La precipitación anual promedio fue 1362 mm y la pendiente 5 %. En las parcelas con laboreo convencional, la pérdida de N y P se correlacionó estrechamente con la pérdida de suelo, mientras que, con cero laboreo, 54 % del N perdido fue detectado en el agua de escurrimiento superficial (cuadro 1).

El impacto de la pérdida de suelo sobre la producción de cultivos puede no ser observado por el agricultor en el corto plazo. La productividad de un suelo que ha sido erosionado va a depender de la profundidad del suelo y del material madre. En un suelo franco arenoso se midió una pérdida de rendimiento de 10 % por cada 2.5 cm de suelo removido (cuadro 2).

## MANEJO DE LA PAJA

La llave para el éxito del cero laboreo es el manejo de la paja. La paja (residuos de cultivos) sobre la superficie del suelo afecta la infiltración de agua, la evaporación desde el suelo, la cantidad de agua retenida en el suelo, y la pérdida de suelo.

**Infiltración.** Cuando las gotas de lluvia golpean sobre la superficie del suelo, rompen agregados de suelo, causando sellado de la superficie. Bajo estas condiciones, el agua

\* Profesor, University of Manitoba, Canada.

**Cuadro 1. Efecto del laboreo sobre las pérdidas de suelo y nutrientes.**

Laboreo	Pérdida de suelo (t/ha)	Escurrimiento mm	N kg/ha	P kg/ha
Convencional	27,33	467	53,7	19,8
Cero laboreo	0,75	259	10,4	1,9

Fuente: McDowell y McGregor (1984)

**Cuadro 2. Efecto de la pérdida de suelo (remoción) sobre el rendimiento de trigo.**

Suelo removido (cm)	Franco arenoso rendimiento de trigo (t/ha)	Franco arcilloso rendimiento de trigo (t/ha)
0	1,95	2,78
5	1,81	2,27
10	1,47	2,15
20	0,82	1,95

Fuente: Ives y Shaykewich (1985)

puede no entrar en el suelo lo suficientemente rápido como para prevenir escurrimiento superficial. Cuando hay residuos cubriendo la superficie del suelo, la velocidad de impacto de las gotas de lluvia es absorbida por los mismos, y los agregados no se rompen. Bajo esta condición, una mayor proporción del agua entra en el suelo (cuadro 3). Como puede

visualizarse en este estudio de Triplett *et al.* (1968) un suelo desnudo bajo cero laboreo muestra menor capacidad de infiltración que un suelo desnudo que ha sido arado. Los agregados en la superficie del suelo son pequeños, y la arada trae a la superficie agregados grandes, creando condiciones más favorables para la infiltración de agua. A medida que se

**Cuadro 3. Efecto de los residuos en superficie sobre la infiltración con lluvia simulada, Ohio.**

Tratamiento	Infiltración (mm)	
	Corrida inicial	Corrida húmeda
Arado, desnudo	18	10
Cero laboreo, desnudo	12	6
Cero laboreo, 40% de cubierta de residuos	23	14
Cero laboreo, 80% de cubierta de residuos	44	35

Fuente: Triplett *et al.* (1968)



incrementa el nivel de residuos sobre la superficie, la infiltración aumenta drásticamente.

**Evaporación.** La evaporación de agua desde la superficie del suelo reduce la cantidad de agua almacenada en el suelo. La paja sobre la superficie puede reducir la evaporación desde el suelo (cuadro 4). Relativamente altos niveles de paja deben ser retenidos sobre la superficie para reducir la evaporación, y si no llueve durante 20 a 30 días, la evaporación parece ser similar para todos los tratamientos.

similares cubiertas de residuos, temperaturas bajas en primavera tienen poco efecto en Kentucky, y pueden tener un efecto positivo en Georgia, donde las altas temperaturas de junio frecuentemente inhiben el crecimiento de raíces, y causan excesivas pérdidas de agua por evaporación (Griffith *et al.*, 1986).

El crecimiento de maíz en el N de Indiana es inhibido por las bajas temperaturas bajo cero laboreo, mientras que el crecimiento de maíz parece ser inhibido por las altas temperaturas de suelo bajo laboreo convencional al sur.

**Cuadro 4. Efecto de los niveles de paja de trigo sobre la evaporación de agua desde el suelo acumulada en el tiempo.**

Tiempo para evaporación (días)	Nivel de residuos en superficie (kg/ha)				
	0	560	1120	2240	4480
	Evaporación acumulada (mm)				
0	43	41	41	28	18
20	51	51	51	48	30
30	56	56	56	56	48
60	61	61	61	61	58

Fuente: Bond y Willis (1970)

En Nebraska, Peterson y Fenster, 1982, compararon almacenaje de agua en el suelo entre cero laboreo y barbecho desnudo. Hacia el final del período de barbecho encontraron que el tratamiento de cero laboreo tenía el mayor nivel de cubierta de residuos y agua en el suelo (cuadro 5).

**Temperatura del suelo.**

Las temperaturas máximas diarias son menores bajo cero laboreo que bajo laboreo convencional. La importancia de las diferencias de temperatura sobre el crecimiento y rendimiento de maíz varían según la latitud en USA. La germinación, el crecimiento y el rendimiento son a menudo deprimidos por bajas temperaturas en Minnesota. En fechas normales de siembra,

Con cultivos de estación fría, nosotros tenemos generalmente rendimientos iguales o mayores con cero laboreo, particularmente en años secos.

**Actividad de lombrices.** Otro factor que afecta la infiltración de agua en el suelo es la

**Cuadro 5. Efecto del laboreo sobre el agua almacenada, Nebraska.**

Sistema de barbecho	Cubierta de residuos (%)	Agua almacenada (%)
Cero laboreo	78	130
Rastrojo en superficie	38	123
Desnudo	5	100

Fuente: Peterson y Fenster (1982)

actividad de lombrices. Barnes y Ellis (1979) estudiaron el efecto del laboreo sobre las poblaciones de lombrices en Reino Unido. Ellos encontraron un marcado incremento en el número total de lombrices bajo cero laboreo en comparación con laboreo convencional (cuadro 6).

**Cuadro 6. Población de lombrices.**

Año de estudio	No. de lombrices/m <sup>2</sup>	
	Convencional	Cero laboreo
1	110	145
2	218	345
3	98	231
4	50	197

Fuente: Barnes y Ellis (1979)

**Cuadro 7. Consumo de combustible de tres sistemas de laboreo para operaciones hasta la siembra.**

Operación de laboreo	Número de operaciones	Combustible	
		l/ha	total
<b>Laboreo convencional</b>			
Arado de rejas	1	25,9	
Laboreo superficial	1	10,9	
Rastra	2	2,2	
Siembra	1	4,6	43,5
<b>Mínimo laboreo</b>			
Arado cincel	2	19,4	
Rastra	1	1,5	
Siembra	1	5,5	
Rastra	2	2,2	28,6
<b>Cero laboreo</b>			
Siembra	1	7,2	
Herbicida	1	1,5	8,7

Fuente: Townsend (1979)

**Consumo de combustible.** El consumo de combustible para laboreo y siembra fue determinado para tres sistemas de laboreo en Manitoba. Para cero laboreo, se incluyó el consumo de combustible de la aplicación adicional de herbicida. Cuando se consideró el combustible para el establecimiento del cultivo, cero laboreo fue cinco veces más eficiente que cuando el suelo fue arado con arado de rejas, y 3,3 veces más eficiente que cuando se usó arado cincel (cuadro 7).

Zentner y Lindwall (1978) hicieron un estudio económico de cero laboreo para el S de Alberta, Canadá. En cuadro 8 se muestra los requerimientos de recursos de cero laboreo como porcentaje de laboreo convencional, en una rotación trigo-trigo-barbecho. En todos los casos, hubo una disminución del requerimiento de recursos para producir un cultivo bajo cero laboreo comparado con laboreo convencional, aunque no se incluyeron pesticidas en este estudio. Las importantes reduc-



**Cuadro 8. Requerimiento de recursos para cero laboreo como porcentaje de laboreo convencional.**

Mano de obra	79,7
Combustible y lubricantes	71,9
Reparaciones	62,7
Total	83,7

Fuente: Zentner y Lindwall (1978)

ciones en la necesidad de combustibles, lubricantes y reparación de maquinaria hacen al cero laboreo una opción muy atractiva para países con bajas ganancias de divisas y con dificultades para obtener petróleo y repuestos.

## MANEJO DE PESTES BAJO CERO LABOREO

**Enfermedades.** Las enfermedades transmitidas por los rastrojos pueden ser un problema más serio bajo cero laboreo que cuando se practica laboreo "limpio". La mejor opción es la rotación de cultivos. Cuando éstas no son posibles, cultivares resistentes a enfermedades deberían ser usados, o, en algunos casos, un fungicida debería ser aplicado. Las enfermedades de rastrojos de trigo más comunes son Septoria, mancha parda y "take all".

**Insectos.** Algunos insectos depositan sus huevos en suelo indisturbado, y sobreviven el período de barbecho como huevos, pupas, o, en algunos casos, como adultos maduros. El laboreo puede disturbar el ciclo de vida de estos insectos, los cuales pueden ser un problema más serio bajo cero laboreo, que bajo laboreo convencional.

**Malezas anuales.** Las semillas de la mayoría de las malezas anuales deben ser enterradas en el suelo antes de que puedan germinar y crecer. Bajo cero laboreo, las semillas quedan sobre la superficie del suelo, y uno podría asumir que el problema de malezas anuales queda resuelto. En la práctica, esto no es tan claro. Los suelos agrícolas están fuertemente infestados con semillas de male-

zas que pueden permanecer dormantes en el suelo por un número de años. La dormancia de estas semillas se rompe con condiciones húmedas y frescas en el suelo, y, cuando llueve, toda una camada de nuevas malezas puede emerger, aún cuando no se entierren nuevas semillas mediante laboreo. Aún bajo cero laboreo, algunas semillas pueden ser enterradas, ya sea a través de la operación de siembra, como a través de rajaduras del suelo.

**Malezas perennes.** El laboreo ha sido el método tradicionalmente utilizado para controlar malezas perennes. Muchos campos son aún manejados con barbechos, primariamente para reducir el problema de malezas perennes. Herbicidas, como el glifosato, pueden ser usados para lograr buen control de muchas malezas perennes. En algunos casos, glifosato combinado con alguna operación de laboreo puede producir excelente control de malezas, como "quackgrass" (*Elytrigia repens*).

## FACTORES FUNDAMENTALES EN LA PRODUCCION DE UN CULTIVO CON CERO LABOREO

1) A la cosecha, la paja debe ser picada y la paja y el casullo deben ser uniformemente distribuidos sobre todo el campo. Fallas en la uniformidad en la distribución de la paja y el casullo resultan en pobre emergencia y crecimiento desperejo de los cultivos. La mayoría de las cosechadoras no pican y desparraman la paja adecuadamente para cero laboreo, particularmente si el cultivo previo ha sido de alto rendimiento y producido un alto nivel de residuos. Picapajas y desparramadores de paja especializados pueden ser requeridos. La extensión de la longitud de las aletas del desparramador puede mejorar la distribución. La mayoría de las cosechadoras depositan la paja directamente detrás de ellas. Un simple desparramador de casullo puede ser muy efectivo. Se puede pasar una rastra de dientes para apretar la paja contra el suelo y favorecer su descomposición.

2) Las malezas deben ser controladas durante el período de barbecho. Dado que no hay cultivo presente, este es el momento para



atacar malezas perennes problemáticas. Las malezas que crecen durante el período de barbecho pueden extraer agua desde capas profundas del suelo, lo que puede reducir el potencial de rendimiento del cultivo.

3) Las malezas presentes al momento de la siembra deben ser controladas con un herbicida. Las malezas anuales de hoja ancha que emergen antes que el cultivo, pueden ser fácilmente controlables con herbicidas como 2,4-D, MCPA, Banvel, bromoxinilo o clorsulfurón. Aunque el clorsulfurón controla un amplio rango de malezas de hoja ancha, debido a su persistencia y actividad en el suelo, su uso está restringido a suelos de bajo pH, y a áreas en las que los cereales no son rotados con cultivos de hoja ancha como canola o girasol.

En la mayoría de las áreas bajo cultivo permanente, las gramíneas anuales, incluyendo plantas voluntarias de los cereales, son las malezas más problemáticas hacia el momento de la siembra. Glifosato y paraquat pueden matar las plántulas de gramíneas anuales, así como también muchas malezas de hoja ancha.

Nuestra investigación ha demostrado que las malezas anuales pueden ser fácilmente controlables usando herbicidas. Si estas malezas no son controladas, van a competir fuertemente con el cultivo, y frecuentemente los rendimientos obtenidos van a ser inferiores a aquéllos obtenidos con un cultivo comparable con laboreo convencional. Dado que este tratamiento tiende a ser costoso, a los productores les gusta evitarlo, y cuando el cultivo fracasa, sugieren que el cero laboreo no funciona en sus campos.

Para obtener buen control de malezas con glifosato, se debería tomar las siguientes precauciones:

1. siempre usar agua limpia; el glifosato se adsorbe rápidamente a las partículas del suelo presentes en agua sucia, reduciendo la eficacia de su aplicación;

2. cuando se usan bajas dosis de glifosato, usar bajos volúmenes de agua (50 a 70 l/ha). La proporción de surfactante presente en Roundup no es suficiente cuando se usan bajas dosis de producto y

altos volúmenes de agua;

3. aplicar el herbicida cuando las malezas están creciendo activamente. El glifosato es más activo cuando las temperaturas del aire son altas;

4. la adición de surfactante y/o sulfato de amonio puede mejorar la eficacia del glifosato.

4) La siembra debe ser hecha con equipamiento adaptado. Cuando nosotros comenzamos a trabajar en cero laboreo en 1969, intentamos usar equipamiento de siembra desarrollado en Reino Unido. En Reino Unido, los productores quemaban los rastros, y el único problema que tenían con respecto a la sembradora, era que ésta penetrara el suelo. Las sembradoras que nosotros probamos, triple disco y disco simple ("unidrill"), no funcionaron bien en nuestras condiciones, dado que nosotros dejamos todos los residuos sobre la superficie. Estas sembradoras tendían a empujar la paja dentro del surco, y ubicar la semilla sobre la paja. En estas condiciones, la germinación se veía reducida, y las plántulas eran más vulnerables a enfermedades causadas por hongos del suelo.

Durante los últimos diez años hemos cambiado hacia el uso de abresurcos con forma de azadas angostas en nuestras sembradoras. Éstas causan mayor disturbación del suelo que los abresurcos con discos, pero mejoran el contacto semilla-suelo. Este tipo de abresurcos es particularmente útil cuando un campo ha estado en cero laboreo por un número de años, y hay una acumulación de materia orgánica en la superficie. Usualmente, cuatro filas de abresurcos son usadas para prevenir arrastres de residuos.

5) Control de malezas en el cultivo. Para la mayoría de los cultivos, los herbicidas usados para control de malezas son similares a aquéllos usados en laboreo convencional. La excepción es cuando un herbicida incorporado en el suelo es usado en laboreo convencional.

Bajo cero laboreo, en donde los residuos son dejados sobre la superficie, herbicidas preemergentes (aplicados sobre la superficie del suelo) pueden ser inmovilizados por los residuos, y no quedar disponibles para control de malezas.



El control de malezas en el cultivo bajo cero laboreo puede ser un serio problema en algunos cultivos. Sólo deben sembrarse cultivos en los que puedan aplicarse herbicidas pre- y post-emergentes.

### RESPUESTA DE LOS CULTIVOS AL CERO LABOREO.

Los cultivos que se comportan mejor bajo cero laboreo son aquellos de semilla pequeña, tales como la canola (cuadro 9). Bajo laboreo convencional hay una tendencia a colocar la semilla demasiado profunda.

La firmeza de la cama de siembra bajo cero laboreo permite un control más preciso de la profundidad de siembra, y las semillas germinan rápidamente, posibilitando una mejor emergencia del cultivo.

Con cereales como trigo y cebada, el establecimiento de las plántulas es excelente con cero laboreo (cuadro 10). En cereales, el manejo de los fertilizantes juega un papel importantísimo en el éxito del cultivo bajo cero laboreo. En las condiciones de Manitoba, los mejores resultados se han logrado aplicando el fertilizante en bandas dentro del suelo previo a la siembra, o localizándolo en una banda separada de la semilla durante la siembra.

### FACTORES QUE AFECTAN LA ADOPCION DE CERO LABOREO

Kraft (1978) encontró que la forma de tenencia de la tierra era el factor más importante en la determinación de cómo la tierra era usada. Los productores arrendatarios en contratos de corto plazo tendían a explotar o "minar" el suelo, y no practicaban laboreos conservacionistas. Si ellos en algún momento compraban la tierra, comenzaban a usar rotaciones para conservar el suelo.

Los productores de Delaware fueron encuestados para determinar las razones por

**Cuadro 9. Efecto del sistema de laboreo sobre los rendimientos de canola.**

Sistema de laboreo	Rendimiento (t/ha)		
	1984	1985	1986
Convencional	2,06	1,92	1,68
Mínimo	2,55	1,98	1,95
Cero laboreo	2,14	2,29	2,01

Fuente: Stobbe *et al.* (1987)

**Cuadro 10. Efecto del sistema de laboreo sobre los rendimientos de trigo.**

Sistema de laboreo	Rendimiento (t/ha)		
	1984	1985	1986
Convencional	3,07	2,63	3,14
Mínimo	3,09	2,78	3,04
Cero laboreo	3,24	2,70	3,64

Fuente: Stobbe *et al.* (1987)

las cuales ellos habían cambiado de laboreo convencional a cero laboreo. Los resultados de este cuestionario se presentan en el cuadro 11. Es sorprendente verificar que, de las siete razones brindadas, la pérdida de suelo debida a la erosión se ubicó en el último lugar, y el ahorro de tiempo fue la razón más importante. De esta encuesta se puede deducir que los productores consideran primariamente el corto plazo cuando toman decisiones de cambiar sus prácticas agronómicas.

**Cuadro 11. Por qué los productores se cambiaron a cero laboreo.**

Razón	Ranking promedio
Ahorro de tiempo	2,43
Ahorro de humedad de suelo	2,50
Ahorro de mano de obra	3,38
Menor uso de combustible	4,64
Menor requerimiento maquinaria	4,71
Menores costos de producción	5,07
Reducción de la erosión	5,28

Fuente: Ohannesian y Elterich (1979)



En la determinación de la economía del laboreo conservacionista, la respuesta de los productores va a depender de cómo ellos ven los efectos netos del sistema de laboreo (cuadro 12).

La erosión de suelos es la mayor amenaza a la sostenibilidad de la agricultura. El cero laboreo no debe ser visto como un sistema de cultivo que deba ser evaluado. Los agricultores deben ser enseñados a implementar el cero laboreo en sus establecimientos. Los agrónomos deben desarrollar sistemas de cultivo que reduzcan los efectos negativos del cero laboreo.

En el corto plazo, la producción de cultivos con cero laboreo puede requerir más nitrógeno para producir rendimientos similares a los de laboreo convencional (cuadro 13). Bajo laboreo convencional, la materia orgánica del suelo es expuesta a una rápida oxidación, y el nitrógeno queda rápidamente disponible para los cultivos. A altas dosis de N, los rendimientos con cero laboreo pueden ser mayores que con laboreo convencional, dado que con cero laboreo se logra una mayor conservación de agua en el suelo.

**Cuadro 12. Efectos netos del laboreo conservacionista.**

Positivos	Negativos
Menor pérdida de suelo y nutrientes	Mayor conocimiento del cultivo
Mayor almacenaje de agua en el suelo	Más problemas con insectos
Mayores rendimientos de los cultivos	Más problemas con enfermedades
Menores costos de maquinaria, combustible y mantenimiento	Mayor dependencia de herbicidas y mayores costos de herbicidas
Menores costos de mano de obra	Se requieren mayores habilidades administrativas
Menos malezas anuales	Mayor requerimiento de fertilizantes
	Puede requerirse equipamiento para ambos sistemas a la vez
	La selección de cultivos es restringida por bajas temperaturas de suelo y control de malezas inadecuado

**Cuadro 13. Respuesta de trigo a N bajo laboreos cero y convencional.**

N aplicado (kg/ha)	Rendimiento (t/ha)	
	Cero laboreo	Convencional
0	2,53	2.86
34	2,93	3,30*
67	3,47	3,47
101	3,59	3,35
134	3,66*	3,26

Fuente: Stobbe y Donaghy (1973)



**BIBLIOGRAFIA CITADA**

- BARNES, B.T.; ELLIS, F.B.** 1979. Effects of different methods of cultivation and direct drilling, and disposal of straw residues, on populations of earthworms. *J. Soil Sci.* 30: 669-679.
- BOND, J.J.; WILLIS, W.O.** 1970. Soil water evaporation: first stage drying as influenced by surface residue and evaporation potential. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 34:924-928.
- CARTER, V.G.; DALE, T.** 1974. Topsoil and civilization. Norman, University of Oklahoma Press.
- GRIFFITH, D.R.; MANNERING, J.V.; BOX, J.E.** 1986. Soil and moisture management with reduced tillage. In: Sprague, M.A.; Triplett, G.B., ed. No-tillage and surface-tillage agriculture. New York, Wiley. p. 19-57.
- IVES, R.M.; SHAYKEWICH, C.F.** 1985. The effect of soil erosion on soil productivity: preliminary findings of a two-year study. *Proc. Man.-N. Dak. Zero-Till. Workshop* 7:46-54.
- KRAFT, S.E.** 1978. Macro and micro approaches to the study of soil loss. *J. Soil Water Conserv.* 33:238-239.
- MCDOWELL, L.L.; MCGREGOR, K.C.** 1984. Plant nutrient losses in runoff from conservation tillage corn. *Soil Tillage Res.* 4:79-91.
- OHANNESIAN, J.; ELTERICH, G.J.** 1979. Economic analysis of alternative tillage systems for Delaware grain farms. University of Delaware. Bull. No. 429.
- PETERSON, G.A.; FENSTER, C.R.** 1982. No-till in the Great Plains. *Crops and Soils Mag.* 43 [i.e.] 34(4):7-9.
- STOBBE, E.H.; DONAGHY, D.I.** 1973. Zero tillage crop production in Manitoba. *Tech. Sci. Papers Man. Agron. Conf.* 132-138.
- STOBBE, E.H.; IVERSON, A.I.** 1987. Agronomic assessment. In: May, D.J.; Omichinski, G.M.; Iverson, A.I.; Stobbe, E.H., ed. A study of no-till/minimum till drill performance data for farm management decisions. Portage la Prairie, PAMI. p. 72-231.
- TOWNSEND, J.S.** 1979. Energy required for tillage. *Proc. Man.- N. Dak. Zero-Till. Workshop* 1:1-4.
- TRIPLETT, G.B. JR.; VANDOREN, D.M.; SCHMIDT, B.L.** 1968. Effect of corn stover mulch on no-tillage corn yield and water infiltration. *Agron. J.* 60:236-239.
- ZENTNER, R.P.; LINDWALL, C.W.** 1978. An economic assessment of zero tillage in wheat-fallow rotations in Southern Alberta. *Can. Farm Econ.* 13(6):1-6.