

**INCORPORACION DE RASTROJO Y REDUCCION DE LABORES
EN EL CULTIVO DE LA CEBADA****Edgar Madero*¹*Edgar Amézquita*²*Luis A. Restrepo*³**COMPENDIO**

En el Centro Nacional de Investigaciones Tibaitatá (2.550 m.s.n.m., 14°C y una precipitación bimodal de 950 mm) se llevó a cabo un estudio para evaluar el manejo del suelo como alternativa para minimizar las restricciones ambientales para cebada o trigo en un Dystric Haplustand medial isomésico. Cierta progresión se ha logrado mediante la adopción de la labranza mínima con o sin la incorporación del rastrojo del cereal en la capa arable, para minimizar el efecto de la baja e inadecuada distribución de las lluvias durante el período de crecimiento del cultivo. Reduciendo la perturbación del suelo, el rendimiento de grano fue mayor, hubo un incremento en el contenido de agua de los primeros centímetros de la capa arable, asociado con un incremento en la penetrabilidad. Al incorporar entre 4 y 8 toneladas de rastrojo con labranza reducida, solamente mejoraron algunas propiedades físicas del suelo.

ABSTRACT**STUBBLE MULCHING AND MINIMUM TILLAGE WITH BARLEY**

In the Colombian Tibaitatá CNI (2500 m.a.s.l., 14°C and bimodal rainfall) was carried out a soil management as an alternative for minimizing environmental constraints for barley or wheat production in a medial isomesic Dystric Haplustand. Some progress has been obtained by adoption of minimum tillage with or without straw in the arable layer, to minimize the negative effects of both low and bad distributed rainfall during the cropping season. By reducing soil disturbance, grain yield was better and had an increase in water content in the surface arable layer, associated with an improving penetrability. Other units using cereal straw (4 and 8 t/ha) and minimum tillage only improve physical soil properties.

INTRODUCCION

La cebada en nuestro país es un cultivo de temporal corrientemente afectado por sequía, causada principalmente por tres fenómenos: lluvias de alta intensidad y baja frecuencia, alta escorrentía y, escasa retención de la humedad aprovechable.

En estas áreas las épocas de preparación y siembra y la conservación de la humedad del suelo son factores determinantes de la producción. Las estrategias deben incluir necesariamente el conocimiento de la profundidad de preparación, la reducción de labores y la utilización de rastrojo o tamo como mulch y como formador de porosidad estructural.

La macroporosidad varía mucho con las prácticas de preparación y puede incrementarse bajo un manejo de no labranza (10). La macroporosidad aumenta con el grado de agregación del suelo y con un tamaño de agregados entre uno y cuatro milímetros. Se ha establecido que una porosidad de aireación menor del 10% restringe la proliferación radicular (2). El crecimiento radicular aumenta con la tensión de humedad del suelo hasta alcanzar un máximo y luego disminuye al seguir aumentando la tensión, este fenómeno está muy relacionado con la densidad ya que en un suelo de alta densidad aparente, la aireación y la tensión de humedad son los principales factores que restringen el crecimiento de

* Contribución del Programa de Cereales Menores del ICA, convenio ICA-Malterías.

¹ Especialista en Suelos del Convenio ICA-Malterías. Actualmente profesor asociado UN, Sede Palmira. A.A. 237.

² Jefe Nacional del Programa de Suelos del ICA.

³ Especialista en Maquinaria del Programa de Ingeniería del ICA.

**INCORPORACION DE RASTROJO Y REDUCCION DE LABORES
EN EL CULTIVO DE LA CEBADA****Edgar Madero*¹*Edgar Amézquita*²*Luis A. Restrepo*³**COMPENDIO**

En el Centro Nacional de Investigaciones Tibaitatá (2.550 m.s.n.m., 14°C y una precipitación bimodal de 950 mm) se llevó a cabo un estudio para evaluar el manejo del suelo como alternativa para minimizar las restricciones ambientales para cebada o trigo en un Dystric Haplustand medial isomésico. Cierta progresión se ha logrado mediante la adopción de la labranza mínima con o sin la incorporación del rastrojo del cereal en la capa arable, para minimizar el efecto de la baja e inadecuada distribución de las lluvias durante el período de crecimiento del cultivo. Reduciendo la perturbación del suelo, el rendimiento de grano fue mayor, hubo un incremento en el contenido de agua de los primeros centímetros de la capa arable, asociado con un incremento en la penetrabilidad. Al incorporar entre 4 y 8 toneladas de rastrojo con labranza reducida, solamente mejoraron algunas propiedades físicas del suelo.

ABSTRACT**STUBBLE MULCHING AND MINIMUM TILLAGE WITH BARLEY**

In the Colombian Tibaitatá CNI (2500 m.a.s.l., 14°C and bimodal rainfall) was carried out a soil management as an alternative for minimizing environmental constraints for barley or wheat production in a medial isomesic Dystric Haplustand. Some progress has been obtained by adoption of minimum tillage with or without straw in the arable layer, to minimize the negative effects of both low and bad distributed rainfall during the cropping season. By reducing soil disturbance, grain yield was better and had an increase in water content in the surface arable layer, associated with an improving penetrability. Other units using cereal straw (4 and 8 t/ha) and minimum tillage only improve physical soil properties.

INTRODUCCION

La cebada en nuestro país es un cultivo de temporal corrientemente afectado por sequía, causada principalmente por tres fenómenos: lluvias de alta intensidad y baja frecuencia, alta escorrentía y, escasa retención de la humedad aprovechable.

En estas áreas las épocas de preparación y siembra y la conservación de la humedad del suelo son factores determinantes de la producción. Las estrategias deben incluir necesariamente el conocimiento de la profundidad de preparación, la reducción de labores y la utilización de rastrojo o tamo como mulch y como formador de porosidad estructural.

La macroporosidad varía mucho con las prácticas de preparación y puede incrementarse bajo un manejo de no labranza (10). La macroporosidad aumenta con el grado de agregación del suelo y con un tamaño de agregados entre uno y cuatro milímetros. Se ha establecido que una porosidad de aireación menor del 10% restringe la proliferación radicular (2). El crecimiento radicular aumenta con la tensión de humedad del suelo hasta alcanzar un máximo y luego disminuye al seguir aumentando la tensión, este fenómeno está muy relacionado con la densidad ya que en un suelo de alta densidad aparente, la aireación y la tensión de humedad son los principales factores que restringen el crecimiento de

* Contribución del Programa de Cereales Menores del ICA, convenio ICA-Malterías.

¹ Especialista en Suelos del Convenio ICA-Malterías. Actualmente profesor asociado UN, Sede Palmira. A.A. 237.

² Jefe Nacional del Programa de Suelos del ICA.

³ Especialista en Maquinaria del Programa de Ingeniería del ICA.

las raíces, pero a medida que la densidad aparente se incrementa, el impedimento mecánico adquiere importancia y el alargamiento de las raíces decrece en proporción logarítmica con el aumento de la presión o impedancia mecánica (9).

El contenido del agua del suelo afecta directamente al crecimiento y funcionamiento del sistema de raíces e indirectamente a la aireación, a la impedancia mecánica y a la temperatura del suelo.

Yoder (1937) intentó traducir el efecto del tamaño de los terrones en términos de rendimiento de algodón y observó que la producción de esta fibra estaba relacionada con la porosidad de aireación de los distintos lechos para semilla (2). Los rendimientos de los cultivos aumentan rápidamente con el aumento en la aireación hasta un máximo donde se estabilizan y decrecen, lo que está relacionado en parte con la desecación y con la disponibilidad de nutrientes y en parte con la actividad biológica del suelo, pues se ha establecido que existen cuatro categorías de poros relacionados con la estructura de los agregados que proveen una base para predecir las relaciones entre los organismos y la trama de detritos alimenticios del suelo (10).

Las diferentes técnicas tradicionales de labranza no han tenido cambios significativos desde que fueron planeadas para resolver problemas físicos tales como el de los suelos duros cementados, los pastos densos y las superficies compactadas, buscando dejar cubiertas las necesidades básicas de un buen lecho para la siembra y las raíces: infiltración rápida, capacidad suficiente de aire y fácil intercambio del aire del suelo con el atmosférico, poca resistencia a la penetración de raíces y resistencia a la erosión (2). Sin embargo, recientemente se está verificando en todo el mundo la bondad de la reducción de labores sobre el comportamiento agronómico de la mayoría de los suelos de ladera y en algunos de la parte plana (20).

Los resultados netos de estas investigaciones revelan, que con labranza mínima y residuos de cosecha en superficie, se mejoran los rendimien-

tos y se reduce el consumo de energía mediante mayor almacenamiento de agua en el suelo, e influyen en una mayor disponibilidad y aprovechamiento de los nutrientes naturales y aplicados (1).

Tras investigaciones de campo por un período de 5 años en un oxisol en terreno suavemente ondulado en Brazil (18), se halló que la labranza tradicional consistente en quema de residuos de cosecha seguida por preparación con discos pesados y dos a cinco escarificadas, resultó en una intensa disturbación de los primeros 10 cm, decrecimiento de la infiltración y *hardpan* entre los 15 cm de profundidad, causando fuerte *escorrentía*.

En Europa también existe suficiente evidencia acerca de las ventajas agronómicas de la reducción de labores en experimentos llevados a cabo por largos períodos sobre terrenos planos (17,5). Algunos de ellos han demostrado que después de dos o tres años las cavidades hechas por las lombrices se hallaban a mayor profundidad en los suelos labrados y que la resistencia de cono de los tratamientos de siembra sin labranza fueron más altos.

Aunque en muchos casos los rendimientos finales de cosecha no muestran respuesta agronómica significativa a los tratamientos de labranza, se ha encontrado que la tasa de emergencia y la densidad final de la población correlacionan linealmente con la densidad aparente de la cama de las semillas de trigo, en parcelas labradas con cinceles a diferentes humedades (3). El tipo de suelo influye mucho sobre la respuesta al manejo. Con no labranza se obtienen mejores rendimientos en suelos húmidos, mientras que con suelos de arcillas grises (mal drenados), la no labranza deja los más bajos rendimientos (12).

En suelos de excelente calidad agrícola como los Argiudoles típicos en pendientes leves, se presenta alta *escorrentía* y pérdida de suelo particularmente al labrarlos en condiciones muy húmedas (16).

Con lo anterior se resalta la importancia del

manejo adecuado del suelo tanto para evitar su degradación como para evitar la erosión y la disminución de su fertilidad. Puesto que muchos suelos productivos se encuentran en las laderas, el método sin labranza permite al agricultor extender sus tierras cultivables a laderas bastante pendientes, debido a que este método reduce el desagüe rápido y es menor la cantidad de suelo que va a parar a los ríos y valles (13). La arada profunda tiene efectos significativos en el desarrollo de las raíces, excepto donde la pendiente se hace mayor.

La reducción de labores también puede incidir benéficamente sobre la eficiencia de la fertilización nitrogenada; se ha demostrado que a dosis mayores de nitrógeno (90 Kg/ha), la labranza tradicional produce más altos rendimientos de cereales que con labranza mínima, pero a dosis menores de nitrógeno (30 Kg/ha) sucede lo contrario (4,8).

En la agricultura de temporal los cultivos sufren frecuentemente por deficiencia de agua y por variabilidad amplia de la temperatura edáfica; los casos más típicos se pueden catalogar en cuatro grupos: el primero corresponde a los suelos de climas secos y semiáridos que han desarrollado bajos contenidos de materia orgánica y compactación del suelo; el segundo incluiría aquellos suelos de ambientes más húmedos pero con una densidad aparente muy baja o con estructura suelta; el tercero correspondería a los suelos de ladera con un drenaje muy rápido y, en el cuarto quedarían los salinos y alcalinos.

Frente a estos problemas no queda más salida que manejar la humedad del suelo de tal forma que se maximice la transpiración de las plantas y se minimice la evaporación, la escorrentía y el drenaje. Las coberturas del suelo pueden prevenir la pérdida de agua debida al viento así como la degradación de la estructura de la superficie y, entonces, incrementar el contenido de agua del suelo y mantener una alta tasa de infiltración (7.19.22).

Los efectos primarios de las coberturas sobre el suelo se obtienen en las primeras capas del suelo, las cuales van a guardar más calor y

humedad y van a ser más permeables al agua que sin ellas (6). Su mayor efecto inhibitorio, en la evapotranspiración se produce en los primeros días después de la lluvia, lo cual modifica notablemente el ambiente para los microorganismos del suelo.

La incorporación de estas coberturas al suelo puede servir para mantener una granulación estable, ya que la estabilidad de los agregados está cambiando continuamente a medida que se añade y descompone la materia orgánica (2).

Desde este punto de vista adquiere importancia la rotación de cultivos en el manejo de suelos. Por ejemplo, la rotación de maíz y trigo con trébol dulce como cultivo intercalar y con estiércol es mucho más altamente agregadora que con el cultivo de maíz continuo. Se necesitaron 100 años de pasto de gramíneas para que el porcentaje de gránulos mayores de 2mm en un suelo cultivado en Escocia, aumentase de 12% a 73%. La mejora bajo el pasto de gramíneas fue el resultado de la actividad de las lombrices de tierra y del efecto de las raíces. El efecto principal se manifestó en los primeros 2.5 cm.

La incorporación de rastrojo de gramíneas también da altos rendimientos con labranza tradicional, y su quema da óptimo rendimiento con labranza superficial entre 10 y 12 cm (21).

Se puede concluir que la degradación del suelo está altamente correlacionada con el uso de la maquinaria agrícola y con la disminución de la materia orgánica en los suelos cultivados.

La reducción del número de pases con los implementos agrícolas es un factor clave en la evolución de la estructura de muchos suelos, y la cubierta vegetal puede proteger la estabilidad de los agregados de la superficie contra la acción de las gotas de lluvia, así como la incorporación de los residuos de cosecha contribuye a la cantidad de residuos producidos e influye en la formación de agregados estables.

El estudio se planeó para tratar de determinar los efectos de la profundidad de un mulch de rastrojo seco de cebada y de la reducción de

labores sobre el rendimiento de grano y sobre los cambios de algunas propiedades físicas del suelo.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se llevó a cabo en un Dystric Haplustand medial isomésico del Centro Tibaitatá ubicado en el kilómetro 14 vía a Mosquera, a una altitud de 2.550 msnm y un régimen bimodal de lluvias con un promedio anual de 950 mm y una temperatura promedio de 14°C.

Tratamientos

En un área de 2000 m² se establecieron parcelas de 15 x 10 m, para incorporar al suelo 4 y 8 t/ha de rastrojo seco de cebada, junto con 46 kg de Nitrógeno/ha provenientes de urea.

Experimentalmente el diseño obedeció a parcelas divididas con tres replicaciones, en el cual la parcela principal correspondió a la profundidad de incorporación con tres implementos, y las subparcelas a las dosis de rastrojo.

Se utilizaron tres profundidades de incorporación: con arado (0-25 cm), con tándem después de arado (0-5 cm) y otra con rastrillo excéntrico (0-12 cm) luego de aradura y de dos pases de tándem.

Al momento de la preparación el lote presentaba compactación moderada entre 10 y 15 cm de profundidad, el contenido de humedad era adecuado para la realización de labores y se había cosechado trigo.

Toma de datos

Al momento del espigado, aproximadamente a los 55 días, en suelo húmedo se realizó el primer muestreo de suelo para conocer el contenido de humedad de campo a tres profundidades (0-10, 11-20 y 21-30 cm). A cada profundidad y en cada unidad experimental se tomaron 6 muestras a las cuales se les determinó el contenido de humedad gravimétrico (105°C). Al mismo tiempo se procedió a determinar la resistencia del suelo a la penetración, utilizando

un penetrómetro hidráulico con cono de 12.83 mm norma ASAE.

Posteriormente cuando las plantas estaban en llenado, a los 90 días se hizo el segundo muestreo, en suelo con menor estado de humedad, usando la metodología descrita para el primer muestreo.

Hubo un último muestreo del suelo un mes después de la cosecha, con el fin de determinar la densidad aparente y el porcentaje de poros vacíos a 5 y 10 cm profundidad.

Siembra

Tres semanas después de la incorporación, se emparejó la superficie con un rotocultor y se sembró al voleo la línea experimental No. 2 de seis carreras con una densidad equivalente a 100 kg/ha, junto con una dosis de 23 kg N/ha en cada unidad experimental; todo se mezcló en el suelo con un rastrillo de mano. La alta fertilidad del suelo evitó la adición de otros nutrientes.

RESULTADOS Y DISCUSION

Penetrabilidad

Sin la aplicación de tamo la labor de solo arado presentó los menores valores en profundidad (Cuadro 1), lo cual es un resultado lógico ya que las parcelas aradas no llevaron pases posteriores de los otros implementos. La influencia compactante del uso de rastra excéntrica y de tándem posterior a la aradura se manifestó claramente después de los 10 cm de profundidad, encontrándose valores de 64.3 y 48.8 kg-fuerza respectivamente, frente a 26.8 kg-fuerza con solo arado, valores que guardan buena asociación con el peso de los implementos utilizados para la incorporación.

Cuando se incorporaron 4 y 8 t/ha de tamo con arado, los valores de penetrabilidad fueron bastante superiores frente a las incorporaciones con excéntrico y tándem. Esto es debido a que la densidad del tamo no permite una incorporación en profundidad, por la dificultad del arado

CUADRO 1. Resistencia del suelo a la penetración (Kgf) en dos tiempos de muestreo.

PROFUNDIDAD cm	ARADO (LABR. MINIMA)			EXCENTRICO (LABR. REDUCIDA)			TANDEM (LABR. CONVENCIONAL)											
	0 tha ⁻¹	4 tha ⁻¹	8 tha ⁻¹	0t ha ⁻¹	4t ha ⁻¹	8t ha ⁻¹	0t ha ⁻¹	4t ha ⁻¹	8t ha ⁻¹									
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2								
0 - 10	16.3	31.1	43.4	29.6	27.5	39.7	17.1	26.7	21.4	26.4	18.5	23.9	17.4	27.6	11.6	21.3	20.3	16.6
11 - 20	26.8	46.2	83.1	85.9	60.0	80.2	64.3	71.5	59.3	67.9	32.6	53.5	48.8	59.2	21.0	42.6	64.3	57.1
21 - 30	40.5	70.1	106.8	101.1	99.0	98.2	93.9	96.1	91.8	94.6	60.7	66.5	79.5	93.9	41.2	83.1	91.8	88.8
\bar{X}	27.8	49.1	77.7	72.2	62.1	72.7	58.4	64.7	57.5	62.9	37.2	47.9	48.5	60.2	24.6	49.0	58.8	54.1

Diferencias entre resultados fueron altamente significativos ($P < 0.01$).
No se analizó estadísticamente las diferencias entre los dos muestreos

CUADRO 2. Porcentaje de humedad del suelo en dos tiempos de muestreo

PROFUNDIDAD cm	ARADO (LABR. MINIMA)			EXCENTRICO (LABR. REDUCIDA)			TANDEM (LABR. CONVENCIONAL)											
	0 tha ⁻¹	4 tha ⁻¹	8 tha ⁻¹	0t ha ⁻¹	4t ha ⁻¹	8t ha ⁻¹	0t ha ⁻¹	4t ha ⁻¹	8t ha ⁻¹									
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2								
0 - 10	37.7	22.9	31.9	16.1	35.8	17.4	31.9	17.4	31.6	17.1	32.1	20.5	36.5	16.0	31.8	15.8	35.4	15.6
11 - 20	33.3	21.0	28.6	14.4	33.0	15.4	34.7	17.3	33.2	17.1	35.1	21.9	33.6	16.8	36.2	17.6	39.9	16.0
21 - 30	34.6	21.0	29.9	14.0	27.8	16.0	33.3	18.3	33.1	16.9	34.1	22.0	33.9	17.4	39.6	18.6	31.4	16.1
\bar{X}	35.2	21.6	30.1	14.8	32.2	16.3	33.3	17.7	32.6	17.0	33.8	21.5	34.7	16.7	35.9	17.4	37.6	15.9

Diferencias entre resultados fueron significativas ($P < 0.05$) excepto para las variables Tamo y Tamo x profundidad cuya significancia fue $P < 0.10$
No se analizó estadísticamente las diferencias entre los muestreos.

de cortar materiales lignificados. Esta situación hace que cuando los discos pasen sobre parte del tamo se conviertan en compactadores. Por otro lado, el excéntrico y el tándem por poseer mayor número de discos por metro lineal, facilitan el fraccionamiento del material y la penetrabilidad del implemento en el suelo.

De los tratamientos utilizados el que mostró mejor comportamiento en relación con la penetrabilidad fue el de incorporación de 4 t con tándem ($P < 0.05$), y en orden de importancia le siguió la incorporación con rastra excéntrica.

Los agricultores prefieren quemar el tamo, dejarlo descomponer sobre la superficie o venderlo para alimentación animal. Sin embargo, es de anotar que los residuos lignificados son los que más forman estructura (2), se requiere entonces la adecuación de prácticas para su incorporación.

En el segundo muestreo (Cuadro 1), el cual se hizo en suelo más seco, se observaron las mismas tendencias : valores más bajos en la parte superficial y más altos en profundidad.

El tratamiento más estable para los dos muestreos en relación con resistencia a penetración fue el de incorporación superficial con tándem luego de ablandar el suelo con arado, la cual además es una práctica relativamente mas económica.

HUMEDAD DE CAMPO

La retención de humedad hasta los 30 cm de espesor (Cuadro 2), aumentó proporcionalmente a la dosis de rastrojo añadida e inversamente a la profundidad de incorporación, es decir que este suelo se agradó mas con un manejo de altas cantidades de residuos vegetales mezclados superficialmente.

Otro aspecto interesante a destacar es que de acuerdo con la posición donde se enterró el residuo de cosecha, hubo diferencias en la presencia de humedad en la capa arable: A la profundidad de arada se halló mas agua para las plantas en los 10 cm superiores; a la profundi-

dad del excéntrico entre 10 y 20 cm, y a la profundidad del pulidor tandem entre 10 y 30 cm.

El análisis de los sistemas de preparación sin emplear rastrojo reveló que en este terreno la labranza mínima es el tratamiento mas adecuado para mejorar la retención de humedad aprovechable, quizás por su innata estabilidad estructural y alta capacidad de agradación.

Generalmente en este tipo de ensayos las diferencias en contenidos de humedad a las pocas semanas no son altas, pero a través del tiempo el panorama es otro debido a los cambios graduales que se operan en la estructura del suelo.

DENSIDAD APARENTE Y RENDIMIENTO

La cebada prefirió los ambientes con mayor contenido de agua aprovechable en los primeros 10 cm de la capa arable (Cuadro 3), asociado con una firmeza en los agregados tal que se manifestase en mayor resistencia a la penetración y en mas alta densidad aparente. Este último parámetro aunque siempre estuvo por debajo de la unidad, presentó importantes aumentos entre cinco y diez centímetros.

Las altas aplicaciones de rastrojo de cereal produjeron una merma en el rendimiento de grano quizás por un incremento en la inmovilización de nitrógeno a nivel de la rizosfera.

BIBLIOGRAFIA

1. ALLEN, R.R. et al. Soil water, energy-conserving tillage - southern plains. *En*: Crop production with conservation in the 80's. Proceedings, Asae, Chicago, Dec. 1980 (1981) 94-101. Bushland, USDA.
2. BAVER, L.D.; GARDNER, W.H. and GARDNER, W.R. Física de Suelos. New York : John Willey, 1973.
3. BROWN, N.J. and NORTH, P.F. Tillage under controlled conditions : Its effect on emergence and yield of spring barley. *Journal of Agricultural Science*. 102(1)181-189. 1984.

CUADRO 3. Promedios de rendimiento de grano y densidad aparente del suelo a dos profundidades ¹

	0t ha ⁻¹			4 t ha ⁻¹			8t ha ⁻¹		
	ARADO	TANDEM	EXCEN	ARADO	EXCEN	TANDEM	ARADO	EXCEN	TANDEM
tha ⁻¹ de grano n = 3	4400	3860	3760	4566	3760	3800	4440	3540	3140
gcm ³ (0-5cm) n = 9	0.850	0.800	0.810	0.866	0.810	0.860	0.890	0.810	0.830
gcm ³ (5-10 cm) n = 9	0.845	0.880	0.820	0.873	0.820	0.800	0.894	0.930	0.840
\bar{X}		4006			3968			3513	
\bar{X}		0.820			0.845			0.890	
\bar{X}		0.848			0.867			0.875	

Diferencias entre resultados fueron significativos (P < 0.05)

1. Densidad aparente promedio ponderada

4. CARTER, M.R. and RENNIE, D.A. Crop utilization of places and broadcast N15-urea fertilizer under zero and conventional tillage. *Canadian Journal of Soil Science*. 64(4):563-570. 1984.
5. CLUTTERBUCK, B.J. and HODGSON, D.R. Direct drilling and shallow cultivation compared with ploughing for spring barley on a clay loam in Northern England. *Journal of Agricultural Science*. 102(1):127-134. 1984.
6. DAVIES, D.B. and PAYNE, D. Management of soil physical properties. En: *Russell's Soil Conditions and Plant Growth*. Alan Wild. U.K. 1988.
7. DE, R. et al. Modification of irrigation requirement of wheat through mulching and foliar application of transpiration suppressants. *Irrigation Science*. 4(3):215-223. 1983.
8. DUDAS, F. and STERBA, A. Study of the effects of agroecological conditions on yield and feeding value of spring barley grown in monoculture : Part I. Yield and mechanical features of grain. En: *Wheat, Barley and Triticale Abstracts*. Vol. 1(2) 1666. A 1984.
9. EAVIS, B.W. and PAYNE, D. Soil physical conditions and root growth. *Proc. 15th. Easter School Agr. Sci. Nottingham University*. 1968.
10. ELLIOTT E.T. and COLEMAN, D.C. Let the soil work for us. *Ecological Bulletins* 39:23-32. Copenhagen. 1988.
11. FELTON, W.L. The 1983 regional no-tillage research results. En: *Wheat, barley and triticale abstracts*. 2(4): 2835. AG. 1985.
12. FREEBAIRN, D.M. Stubble management, runoff, moisture conservation, disease incidence and yields from surface management - erosion experiments - Darling Downs And Maranoa 1982-83. En: *Wheat, Barley and Triticale Abstracts*. Vol. 2(4):2836 AG. 1985.
13. HOLWAY, J. Va a desaparecer el arado?. En: FENALCE (Federación Nacional de Cerealeros de Colombia). *La mecanización y el manejo de suelos en Colombia*. 1987.
14. KOPECKY, M. The reaction of spring barley to increased concentration on cereals. En: *Wheat, Barley and Triticale Abstracts*. Vol. 1(2):1666 A. 1984.
15. MAHLER, R.L.; HAMMEL, J.E. and HARDER, R.W. The influence of crop rotation and tillage methods on the distribution of extractable boron in northern Idaho soils. *Soils Science*. 139(1): 67-73. 1985.
16. MARELL, H. et al. Water erosion in tilled soil. En: *Wheat, Barley and Triticale Abstracts*. Vol. 2(4) 2850. AG. 1985.
17. MOSHCENCO, YU. B. et al. An estimation of water supply to cereals in steppe agriculture. En: *Wheat, Barley and Triticale Abstracts*. Vol. 2(4) 2744. AG. 1985.
18. MUZILLI, O. Soil management as an alternative for minimizing environmental constraints for wheat production in the semitropical areas of Brazil. En: *Wheats for more tropical environments. México : CIMMYT*, 1984.
19. SMIKA, D.E. Soil water change as related to position of wheat straw mulch on the soil surface. *Soil Science Society of America Journal*. 47(5):988-991. 1983.
20. THOMPSON, D.F. and MARSCHKE, G.W. Results of conservation tillage research at Gunnedah, 1983. En: *Wheat, Barley and Triticale Abstracts*. Vol. 2(4) 2859. AG. 1985.
21. VYMETAL, V. Possibilities of growing spring barley as longterm continuous monoculture. En: *Wheat, Barley and Triticale Abstracts*. Vol. 1(2) 1713 A. 1984.
22. YULE, D.F. Water management of vertisols in the semi-arid tropics. En: *Management of vertisols under semi-arid conditions. International Seminar. Ibsram Thailand*.