

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
ESCUELA DE AGRONOMIA
DEPTO. DE ING. AGRICOLA



DISTINTOS METODOS DE PROCESO DE UN RASTROJO DE MAIZ

Por: Roberto Daroch Pérez
Ing. Agrónomo

Mario Ibáñez Cifuentes
Ing. Agrónomo

CIRCULAR INFORMATIVA Nº 4

CHILLAN

DISTINTOS METODOS DE PROCESO DE UN RASTROJO DE MAIZ

(RESUMEN DE TESIS)

INGENIERO AGRONOMO ROBERTO DAROCH PEREZ

INGENIERO AGRONOMO MARIO IBANEZ CIFUENTES

CIRCULAR INFORMATIVA N° 4.

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
ESCUELA DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA

1 9 7 0

I N D I C E

<u>CAPITULO</u>		<u>Página</u>
I	INTRODUCCION.....	1
II	REVISION BIBLIOGRAFICA.....	1
	A. Problemas generales del rastrojo.....	1
	B. Métodos de procesamiento de residuos de maíz...	2
	1. Incorporación de residuos al suelo.....	2
	2. Remoción de residuos.....	2
	C. Equipos utilizados en la incorporación de resi- duos.....	3
	1. Arados.....	3
	2. Rastras de discos.....	3
	3. Arado rotativo.....	3
	4. Desmenuzador de residuos.....	4
	D. Influencia de los residuos en la preparación de cama de siembra.....	4
	E. Influencia de la incorporación de residuos sobre las características físicas del suelo.....	4
	F. Influencia de la incorporación de residuos sobre los cultivos posteriores.....	5
	G. Influencia del método de proceso de los residuos sobre el control de malezas.....	5
	H. Costos operacionales de los métodos de proceso.	5
III	MATERIALES Y METODOS.....	6
	A. Aspectos generales.....	6

CAPITULO

Página

	1. Objetivos.....	6
	2. Diseño experimental.....	6
	3. Lugar y época del ensayo.....	6
	4. Tratamientos comparados.....	7
	5. Labores comunes a todo el ensayo.....	7
	a) Preparación de suelo.....	7
	b) Cultivos indicados.....	7
IV	RESULTADOS Y DISCUSION.....	11
V	CONCLUSIONES.....	27
VI	BIBLIOGRAFIA.....	28

INDICE DE FIGURAS.

<u>Figura N°</u>		<u>Página</u>
1	Implementos usados en las operaciones diferenci- ciantes (Vista superior).....	8
2	Implementos usados en las operaciones diferenci- ciantes (Vista lateral).....	9
3	Elector de las operaciones diferenciadas y el arado de discos.....	10
4	Diseño de un perfilómetro.....	16
5	Efecto idealizado de una rotura de suelo con arado de discos.....	16
6	Efectos reales de rotura con arado de discos medido con un perfilómetro.....	16
7	Efecto de la aradura en el Block I.....	17
8	Efecto de la aradura en el Block II.....	18
9	Efecto de la aradura en el Block III.....	19

INDICE DE CUADROS.

<u>CUADRO N°</u>		<u>Página</u>
1	Presencia de residuos sobre la superficie del suelo.	12
2	Calidad de la inversión después de la aradura.....	14
3	Calidad de mullimiento valorada de acuerdo a escala de 1 a 5.....	14
4	Calidad de nivelación del suelo después de la aradura	15
5	Resistencia a la penetración y porcentaje de humedad del suelo en los distintos tratamientos, expresadas en Kg/cm ² y %, respectivamente.....	20
6	Variación de la porosidad total del suelo en los distintos tratamientos.....	21
7	Variación de la estabilidad de los agregados del suelo en los distintos tratamientos, en los 10 cm. superficiales.....	22
8	Germinación del cultivo indicador y las malezas.....	22
9	Rendimientos del cultivo indicador.....	24
10	Costos totales de producción.....	26
11	Ingresos de los tratamientos empleados.....	27

I. INTRODUCCION.

El manejo de los residuos vegetales que quedan sobre el suelo, después de las cosechas, puede ser considerado como uno de los problemas frecuentes de la agricultura.

Entre los productos agrícolas que presentan dificultades en este sentido se encuentra el maíz, cultivo que se ha elegido de base para esta investigación, y a cuya explotación se destinan alrededor de 87.000 Hás. en el país.

La presencia de rastrojos en la superficie crea inconvenientes al paso de los implementos de preparación de suelos y control de malezas. Sin embargo, al ser emovidos, para superar este problema, se perderá la oportunidad de incorporar los nutrientes contenidos en sus tejidos (según el Dr. J.D. Romaine corresponden a 72 Kg/Há de Nitrógeno, 28 Kg/Há de P_2O_5 y 179 Kg/Há de K_2O) (26).

II. REVISION BIBLIOGRAFICA.

A.- Problemas generales del rastrojo.

Las cañas y hojas que quedan sobre el suelo, después de una cosecha de maíz, pueden causar problemas de varias índoles, entre los cuales tenemos:

- Al incorporar los tallos enteros se pueden crear dificultades en el funcionamiento de los implementos tales como arados, sembradoras, cultivadoras, etc., (10, 20).
- Si los residuos no son completamente cubiertos por el suelo, pueden constituir un buen habitat de enfermedades y plagas que ataquen los próximos cultivos (6, 10, 28).
- Al ser incorporados, se produce una disminución del nitrógeno asimilable por las plantas. Esto es causado por el gran incremento en la población microbiana del suelo, al proporcionárseles un sustrato alimenticio, como son los restos vegetales. Para desarrollarse, los microorganismos edáficos, tratan de mantener el equilibrio de su relación C-N extrayendo el nitrógeno asimilable del suelo. De aquí que, en este caso, se aconseja aplicar fuertes dosis de nitrógeno (19, 22, 28, 29, 30).

B.- Métodos de procesamiento de los residuos de maíz.

Los distintos sistemas usados para procesar los residuos de una cosecha de maíz, tratan de facilitar la obtención de una buena preparación de cama de siembra para el cultivo que se establecerá a continuación, a la vez que pretenden aprovechar, en la mejor forma posible, los nutrientes que estas materias vegetales contienen.

1.- Incorporación de los residuos al suelo.

Este tipo de procesamiento trae consigo varias consecuencias, entre las cuales podemos enumerar las siguientes:

- Acelera la formación de humus vegetal, ya que promueve un incremento de la materia orgánica y de los microorganismos edáficos (3, 17, 21, 22, 29).
- Mejora las propiedades de conducción de agua y aire a través del suelo, debido a que aumenta el número de macroporos. Esto se debe a los espacios que los residuos dejan desocupados al descomponerse (3, 9, 14, 32).
- Mejora la estructura del suelo al permitir que los microorganismos colaboran en el aumento de la agregación y la porosidad (2, 3, 11, 13, 14, 15, 16).
- Aumenta los rendimientos de los cultivos posteriores, sobre todo en aquellos que ocupan el suelo durante un período prolongado, como es el caso de la remolacha (29, 30, 31).

2.- Remoción de los residuos.

Los residuos de un cultivo de maíz pueden ser totalmente eliminados del suelo en forma manual o por medio del fuego. Ambos sistemas de erradicación presentan efectos similares, tales como:

- Determinan una enorme pérdida de nutrientes, sobre todo materia orgánica y nitrógeno (6, 21, 28, 29).
- Producen una disminución en la población de microorganismos edáficos (28).

- La superficie del suelo queda limpia y en óptimas condiciones de ser trabajada, ya que los implementos de labranza pueden funcionar sin obstáculos (4, 23).
- Se controlan las plagas que invernan en estos restos de vegetación (3,6, 21, 28).

C.- Equipos utilizados en la incorporación de residuos.

Los rastrosos pueden ser incorporados mediante el uso de diferentes implementos, cuya acción determina el estado de destrucción de las cañas y su mezcla con el suelo.

1.- Arados.

Cualquier tipo de arado que se use, vertedera, disco o doble vertedera, tiene un efecto similar sobre los residuos, ya que los incorporan sin causar su trituración. Se puede considerar que este tipo de implemento cubre los rastrosos enteros con el filete de suelo invertido, lo que ayuda a la posterior descomposición de las cañas. Esta descomposición se produce en forma relativamente lenta, debido a la condición de integridad de los vegetales (4, 6, 10, 22, 23).

2.- Rastras de discos.

Algunos investigadores (4, 7, 25) opinan que es conveniente mezclar en forma superficial los residuos con el suelo, aduciendo que la rastra de discos produce un buen efecto al pre-incorporar el rastrojo de tal manera que se encuentre semi-descompuesto en el momento de ser totalmente incorporado mediante una aradura.

El uso de rastras de discos, en este proceso, se caracteriza por promover una mezcla superficial del suelo y los residuos, sin causar un desmenuzamiento de éstos últimos (22, 23, 25).

3.- Arado rotativo.

Varios autores estiman que la mejor manera de aprovechar el rastrojo de maíz consiste en triturarlo y mezclarlo homogéneamente con el suelo (6, 7, 22). Para conseguir este efecto se utilizan los arados rotativos (1, 3, 4, 7, 10, 22).

Sin embargo, existen críticas a la utilización de esta herramienta por considerarse que produce una alteración de los agregados por pulverización excesiva del suelo y que forma una capa de compactación en el sub-suelo (1, 3, 22).

Otras experiencias, en cambio, indican que estos inconvenientes pueden ser superados si se les hace funcionar a una velocidad de rotación moderada, en un suelo con abundante materia vegetal y con un porcentaje de humedad determinado (8, 19).

El uso de este implemento tiene la particularidad de alterar en forma violenta el suelo y los residuos, mezclándolos íntimamente, lo que trae como ventaja una mayor rapidez en la descomposición de las cañas (4, 7, 8, 10, 22).

4.- Desmenuzador de residuos.

Algunos autores indican que los tallos de maíz deben ser triturados y permanecer un tiempo sobre la superficie del suelo, antes de ser incorporados mediante un arado. Con este fin se han diseñado herramientas especiales que consisten en uno o varios ejes armados de elementos cortadores, distribuidos de tal manera que, al girar rápidamente, van cortando y desmenuzando las cañas, dejándolas depositadas sobre la superficie. Esta práctica permite el perfecto funcionamiento de los implementos que se usen posteriormente, consigue un buen efecto protector contra la erosión y acelera la descomposición de los residuos (10, 25, 33).

D.- Influencia de los residuos en la preparación de cama de siembra.

Cuando el rastrojo es incorporado en forma deficiente no se puede lograr una buena cama de siembra, debido a que la presencia de las cañas altera el efecto de los implementos que se usan en la preparación de cama de siembra, impidiendo un contacto continuo entre la semilla, el suelo y la humedad.

E.- Influencia de la incorporación de residuos sobre las características físicas del suelo.

Las características estructurales de un suelo pueden ser alteradas mediante manejos y labores culturales (3, 11). Para diagnosticar la estructura se debe determinar la resistencia a la penetración, la porosidad y la agregación del suelo (3).

F.- Influencia de la incorporación de residuos sobre los cultivos posteriores.

Algunos investigadores no encuentran diferencias en los rendimientos logrados después de una incorporación de residuos o después de la erradicación de éstos (2).

En cambio, otros (24, 27) consideran que si se aplica una fuerte dosis de nitrógeno al momento de incorporar estos residuos, en una siembra posterior de remolacha, se logra aumentar la producción en 5 a 10 toneladas adicionales por hectárea.

La gran mayoría de los autores (8, 18, 19, 22, 28, 29, 30, 31), consideran que la incorporación de cañas de maíz al suelo debe ir acompañada de una fuerte suplementación de nitrógeno, para lograr mantener en equilibrio la relación C-N. La dosis que se aconseja alcanza a 130 Kg. de nitrógeno por hectárea y una cantidad ligeramente menor de fósforo (19, 31).

G.- Influencia del método de proceso de los residuos sobre el control de malezas.

De los implementos mencionados, los que promueven un buen control de malezas son la rastra Off-set y el arado rotativo. El efecto de estos implementos es más o menos similar, aunque el del arado rotativo es más violento. Su utilización induce la emergencia prematura de las malezas, al crear condiciones especiales de mullimiento, lo que las hace más controlables. Además, la alteración que producen en la superficie del suelo, causa la destrucción de las malezas, ya desarrolladas, que son difíciles de erradicar. (4, 7, 22, 25).

H.- Costos operacionales de los métodos de proceso.

Los resultados obtenidos por varios investigadores (5, 12, 22) indican que el implemento de costo operacional más alto es el desmenuzador de residuos, seguido en orden decreciente por el arado rotativo y la rastra Off-set; además el de menor costo operacional es el rodillo que se usa antes de incorporar las cañas. Por otra parte, el método de erradicación manual es el más caro, debido a su lentitud y a la necesidad de usar un transporte para eliminarlas del potrero.

Los costos de operación de estos sistemas no influyen en gran medida sobre los costos totales de producción de un cultivo siguiente. Una labor de rastraje, por ejemplo, representa solo la octava parte de una preparación de suelo, y la 43 ava parte del costo total de producción de remolacha (22).

III.- MATERIALES Y METODOS.

A.- Aspectos Generales.

1.- Objetivos.

El propósito de este estudio fué comparar cinco métodos tendientes a procesar los residuos que quedan sobre el suelo después de una cosecha de maíz, con el fin de determinar:

- La influencia de los sistemas de proceso sobre la preparación de cama de semillas de un cultivo siguiente.
- Los efectos de estos métodos sobre las características estructurales del suelo.
- La influencia de estos sistemas en los rendimientos del cultivo sembrado a continuación (remolacha azucarera).
- La influencia de estos métodos sobre la germinación del cultivo siguiente y de las malezas.
- Los costos de producción del cultivo que se siembre después del maíz.

2.- Diseño experimental.

Se utilizó un diseño de Block al Azar, por considerarse que, en este caso, proporciona resultados significativos de amplia seguridad.

El diseño se distribuyó en 15 parcelas de 6 m. de ancho y 30 m. de largo, incluyendo 5 tratamientos con 3 repeticiones cada uno.

3.- Lugar y época del ensayo.

Fué realizado en el Campo Experimental de la Escuela de Agronomía de la Universidad de Concepción, en Chillán, camino a Coihueco.

Se inició el día 17 de Mayo de 1968 y se dió por finalizado el 27 de Mayo de 1969.

4.- Tratamientos comparados.

Se sometieron a comparación los siguientes tratamientos, que corresponden al proceso a que se somete el rastrojo antes de la aradura (Fig. 1, 2 y 3).

Tratamiento A. Tendidura de los tallos de maíz mediante un rodillo.

Tratamiento B. Pre-incorporación del rastrojo con una rastra Off-set.

Tratamiento C. Pre-incorporación de los residuos mediante un arado rotativo.

Tratamiento D. Picado de las cañas con un desmenuzador de residuos.

Tratamiento E. Arranque y eliminación del rastrojo.

5.- Labores comunes a todo el ensayo.

Las labores comunes para todo el ensayo fueron las siguientes:

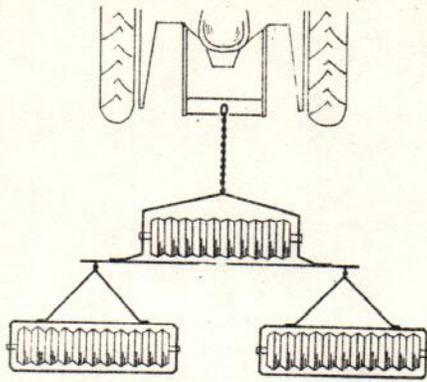
a) Preparación de suelo. La preparación de la cama de siembra se realizó en base a una rotura con arado de discos, dos rastrajes con rastra de discos Off-set y compactación mediante rodillo corrugado.

b) Cultivo indicador. Este se basó en la siembra, fertilización, raleo, control de malezas, riegos y cosecha de remolacha azucarera. Para este efecto se consideró una dosis de 20 Kg/Há. de semilla poligérmica "K". Sembrada en hileras a 50 cm. de distancia.

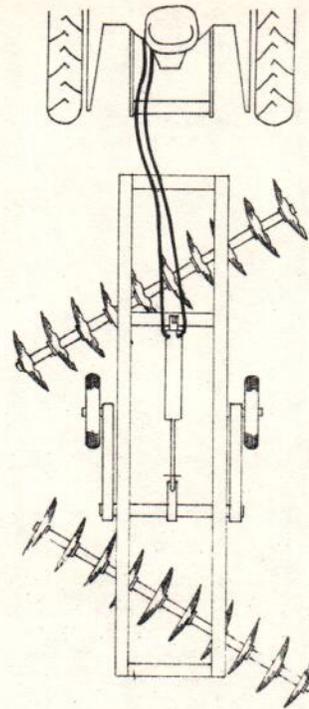
Se fertilizó con una dosis de 640 Kg/Há. de Super fosfato Triple y Bifos con Dexón en dosis de 240 Kg/Há., al momento de sembrar.

Además, se aplicaron 350 Kg/Há. de Salitre después del raleo y otra dosis igual en los primeros días de Febrero. Se aplicaron 5 riegos. Se hizo un control del Pilme utilizando DDT.

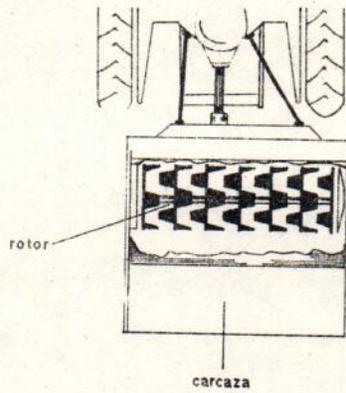
La cosecha se realizó cuando el cultivo había alcanzado un período de desarrollo de 8 meses aproximadamente.



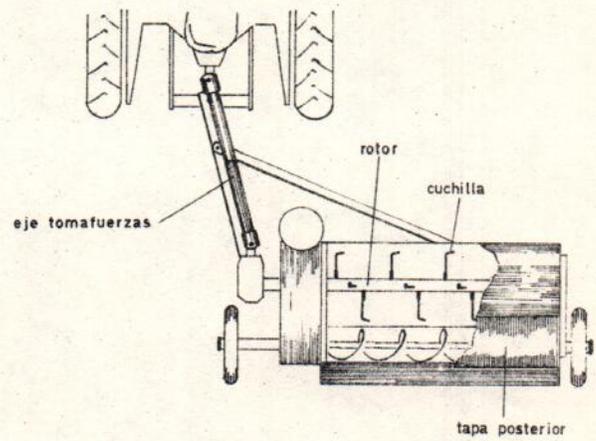
Tratamiento A. Rodillo corrugado y tractor.



Tratamiento B. Rastra Off-set y tractor.

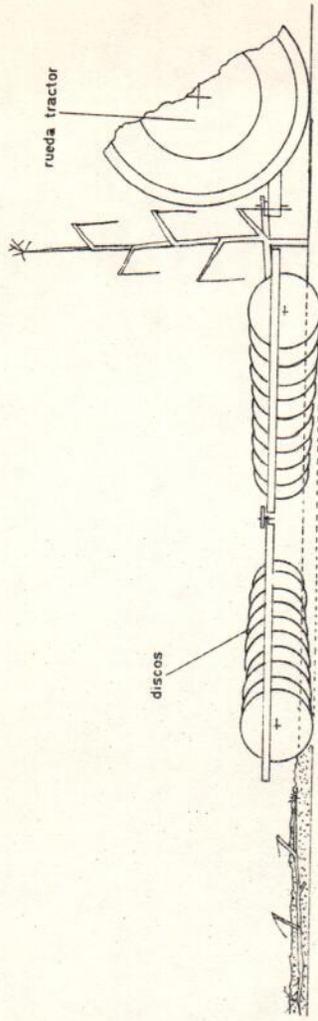


Tratamiento C. Arado rotativo y tractor.

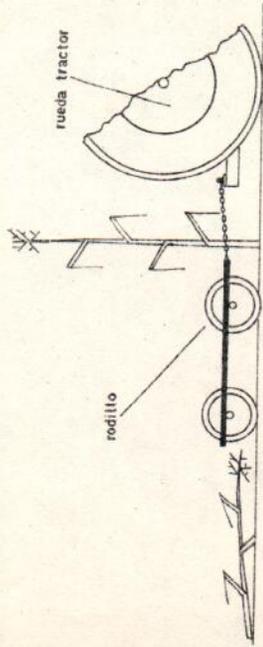


Tratamiento D. Shopper y tractor.

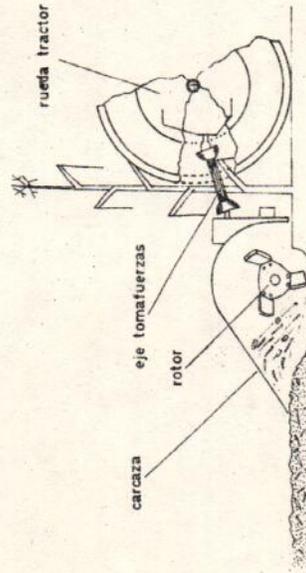
FIGURA Nº 1 IMPLEMENTOS USADOS EN LAS OPERACIONES DIFERENCIANTES (Vista superior)



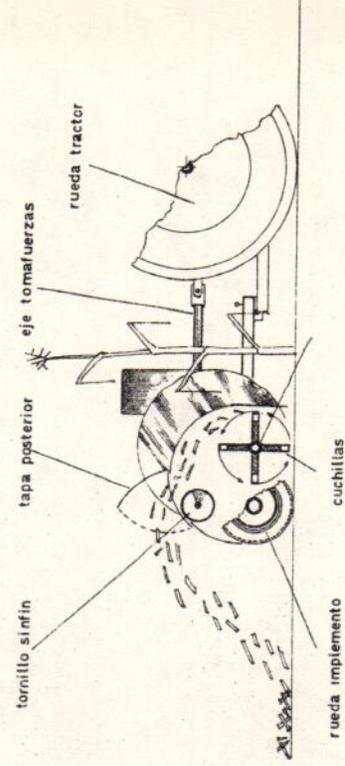
Tratamiento B Rastra Jiff-Set y tra. l.



Tratamiento A Rodillo corrugado y tractor

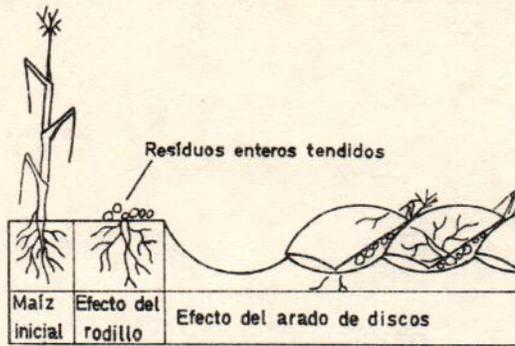


Tratamiento C Arado rotativo y tractor

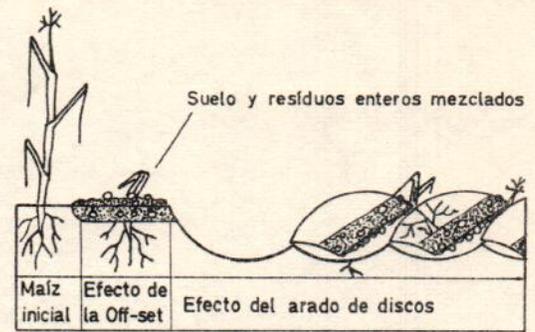


Tratamiento D Shopper y tractor

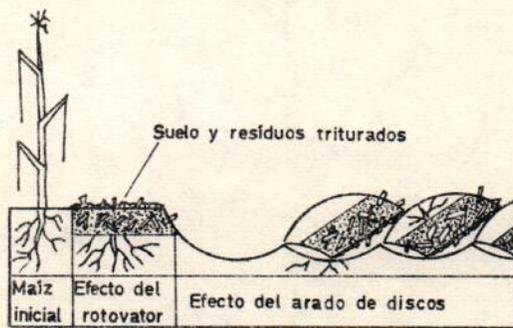
FIGURA Nº 2 IMPLEMENTOS USADOS EN LAS OPERACIONES DIFERENCIANTES. (Vista lateral)



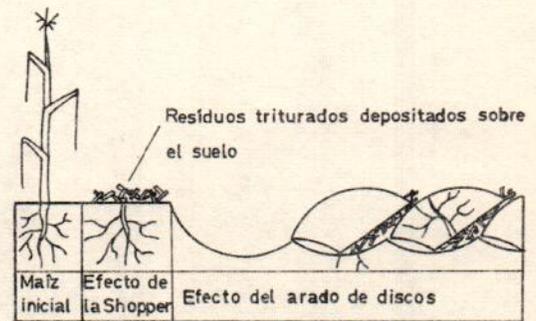
TRATAMIENTO A



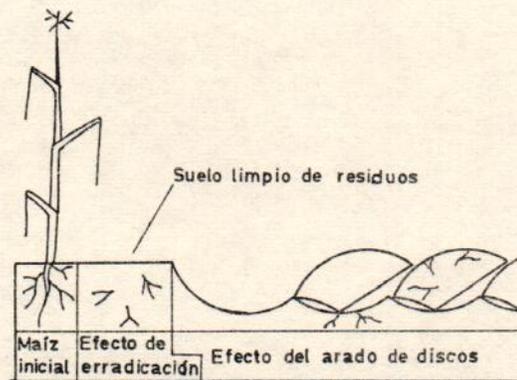
TRATAMIENTO B.



TRATAMIENTO C.



TRATAMIENTO D.



TRATAMIENTO E.

FIGURA Nº 3 EFECTOS DE LAS OPERACIONES DIFERENCIANTES Y EL ARADO DE DISCOS.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSION.

A.- Efecto de los métodos de procesamiento de los residuos de maíz sobre la caña de semilla.

1.- Efecto de las labores diferenciadas sobre los residuos y el suelo.

Observando la Figura N° 3, que se refiere a los efectos inmediatos de las distintas labores diferenciales, podemos colegir que en el tratamiento A no se produjeron grandes alteraciones, ya que se utilizó un rodillo para tender las cañas de maíz, con el objeto de evitar los problemas que éstas pudieran causar en el funcionamiento del arado de discos que se pasaría posteriormente. Este mismo efecto se puede conseguir con un implemento de menor costo operacional, como, por ejemplo, un rodillo de madera o un rastrón del mismo material.

El tratamiento B, que se basó en una pre-incorporación de las cañas de maíz mediante una rastra Off-set, causó una semi-incorporación de los residuos enteros, alterándose el suelo hasta una profundidad de 5 a 7 cm.

El uso del arado rotativo, en el tratamiento C, produjo grandes modificaciones en el suelo y los residuos, debido a que los trituró y mezcló intensamente hasta una profundidad de 8 cm. No se produjo una pulverización excesiva porque la humedad edáfica era moderada (37% base peso seco) y las cañas de maíz amortiguaron la acción de este implemento.

Con el tratamiento D el suelo no sufrió alteración y los residuos permanecieron desmenuzados y diseminados sobre su superficie hasta el momento de ser incorporados con el arado.

El tratamiento E produjo una mínima alteración del suelo.

2.- Presencia de residuos sobre la superficie de las parcelas.

Los recuentos de los fragmentos de residuos visibles sobre la superficie de las parcelas arrojan los resultados que se presentan en el

CUADRO N° 1. PRESENCIA DE RESIDUOS SOBRE LA SUPERFICIE DEL SUELO,
EXPRESADA EN N° DE TROZOS POR PARCELA (180 m²) (*)

Trata- mientos.	Después de arar	Después del 1er rastraje	Después del 2° rastraje.
A	137	150	151
B	158	142	198
C	137	167	163
D	150	117	149
E	20	18	7

(*) Estos valores son los promedios de los tratamientos.

Cuadro N° 1, en el cual se observa que la cantidad de pedazos de residuos contabilizados fue más o menos pareja en todos los tratamientos, exceptuando el tratamiento E. Se debe señalar, sin embargo, que la calidad de trituración de las cañas difiere de uno a otro tratamiento. Dependiendo del estado de los residuos es posible dividir los tratamientos en tres grupos.

- a) Al primero pertenecen los tratamientos A y B, donde las cañas estaban sin triturar, por lo que su individualización fue fácil. El tratamiento A presenta un menor número de residuos visibles, ya que al estar las cañas adheridas al suelo se impidió el arrastre y amontonamiento de éstas con el avance del arado. En cambio en el tratamiento B, los residuos y los 5 cm. superficiales del suelo estaban sueltos y mezclados por la acción de la rastra de discos Off-set lo que determinó amontonamientos y arrastre de las cañas al pasar el arado, quedando una mayor cantidad visible sobre el suelo invertido.
- b) Al segundo grupo pertenecen los tratamientos C y D, cuyos residuos eran de una individualización difícil por estar intensamente triturados. El tratamiento C presenta un menor número de cañas sobre la superficie debido a la mezcla de cañas y suelo causada por el arado rotativo. En cambio, si los vegetales triturados permanecen diseminados sobre la superficie antes de arar, como sucedió en el tratamiento D, se producen amontonamientos y arrastres de residuos al pasar el arado, causando una mayor presencia de residuos visibles.

- c) El tercer grupo, compuesto sólo por el tratamiento E, presenta una mínima cantidad de restos visibles debido a la erradicación manual.

Una vez efectuado el primer rastraje a todo el ensayo (dos meses después de la aradura), se observaron varios cambios con respecto a la presencia de residuos sobre la superficie.

En el tratamiento A aumentó el número de unidades contabilizadas, debido posiblemente a que las cañas visibles fueron fragmentadas por la rastra.

El tratamiento B acusa una disminución del número de residuos visibles, lo que indica que muchos de los que quedaron sobre el suelo después de la aradura, fueron incorporados al pasarse la rastra.

En el tratamiento C aumentó el número de unidades residuales visibles debido a que la rastra actuó mezclando el suelo sin residuos, que se encontraba en la superficie por acción de la aradura, con la mezcla de residuos y suelo efectuada por el arado rotativo, la que se encontraba bajo el suelo anterior, al aflorar este último a la superficie dejó al descubierto los residuos que llevaba incorporados

El tratamiento D, debido a una razón similar a la dada en el caso del tratamiento B, acusa una disminución en el número de residuos visibles, ya que aquellos que habían quedado depositados sobre el suelo fueron mezclados con éste por acción de la rastra.

Después del segundo rastraje (tres días más tarde), se observa que el número de residuos se mantiene estable en los tratamientos A, C y E. En cambio hubo un aumento marcado en los tratamientos B y D. Cabe destacar que en esta oportunidad las unidades residuales no presentaron diferencias de desmenuzamiento, debido a la acción trituradora de la rastra Off-set.

3.- Calidad de la inversión después de arar.

En el cuadro N° 2, que presenta las evaluaciones relativas a este aspecto, se observa que con el tratamiento E se consigue una inversión de mejor calidad después de pasar el arado, en cambio con los tratamientos A, B, C y D la inversión del suelo era de calidad inferior, debido a la presencia de residuos en su superficie.

CUADRO N° 2. CALIDAD DE LA INVERSIÓN DESPUÉS DE LA ARADURA, VALORADA DE ACUERDO A ESCALA DE 1 a 5. (*)

Tratamientos	Calidad de inversión
A	3,2
B	3,0
C	2,6
D	2,8
E	4,3

4.- Calidad de mullimiento del suelo.

Una vez efectuada la aradura se hicieron observaciones, cuyos promedios, presentados en el Cuadro N° 3, indican que el tratamiento E determinó la mejor calidad de mullimiento. Si consideramos que esta evaluación se realizó en base a la apreciación del tamaño de los terrones visibles, se puede deducir que la calidad de mullimiento está relacionada con la inversión y la nivelación inducidas por el arado, características que pueden ser cuantificadas mediante la utilización de un perfilómetro de labranza.

Después de los rastrajes se observa que este implemento uniformiza el mullimiento. En el caso del segundo rastraje, la acción uniformizante de la rastra se ve incrementada por la del rodillo pulverizador, el que actúa como compactador del suelo y como destructor de terrones.

CUADRO N° 3. CALIDAD DE MULLIMIENTO VALORADA DE ACUERDO A ESCALA DE 1 a 5 (*).

Tratamientos	Después de arar.	Después del 1er rastraje.	Después del 2° rastraje.
A	3,3	3,3	2,6
B	2,9	2,8	2,8
C	2,4	2,1	2,6
D	2,8	2,3	2,5
E	4,1	4,0	3,6

(*) En los Cuadros N°s. 2 y 3 las evaluaciones se hicieron en base a observaciones donde el valor 5 correspondió a una calidad excelente y el valor 1 a una calidad pésimo.

Es necesario destacar que los valores presentados en el Cuadro N° 3 no son comparables entre las oportunidades de evaluación, de tal manera que la evaluación efectuada después de arar no se puede comparar con el mullimiento logrado después de cada rastraje.

5.- Nivelación del suelo después de arar.

La observación 1. del Cuadro N° 4 indica que la mejor nivelación se consigue con el tratamiento E, resultado que afirma la relación existente entre las calidades de inversión, mullimiento y nivelación determinadas por una aradura.

La observación 2. del mismo cuadro, realizada por medio de un perfilómetro, indica que la menor irregularidad en el perfil de suelo se consigue con el tratamiento E, lo que se corrobora mediante el estudio estadístico que presenta diferencias significativas al 5 % entre los tratamientos C y E, siendo este último de una mejor calidad con respecto a la nivelación. (Figura 4, 5, 6, 7, 8 y 9).

CUADRO N° 4. CALIDAD DE LA NIVELACION DEL SUELO DESPUES DE LA ARADURA.

Tratamientos	Observación 1 Valores de 1 a 5	Observación 2 Perfilómetro (cm)
A	3,1	4,43
B	3,7	4,06
C	3,9	5,57
D	3,3	4,22
E	1,8	3,54

B.- Efectos de los métodos de procesamiento de los residuos de maíz sobre las características estructurales del suelo.

1.- Resistencia a la penetración.

En el Cuadro N° 5 se puede ver que en los 10 cm. superficiales del suelo se aprecia un aumento de esta característica, a pesar que debería disminuir a causa de la mayor humedad edáfica existente en la segunda época de muestreo. El mayor valor de resistencia a la penetración se debe a la compactación causada por el rodillo pulverizador utilizado después de cada rastraje.

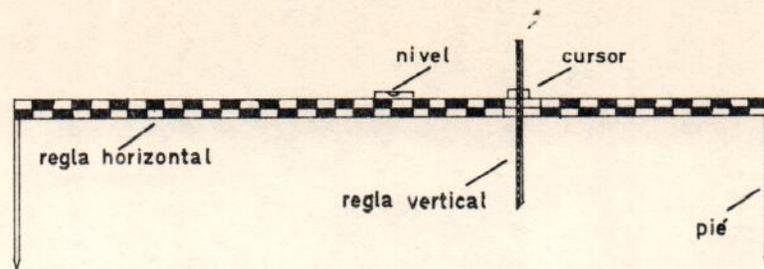


FIGURA N° 4 DISEÑO DE UN PERFILOMETRO.

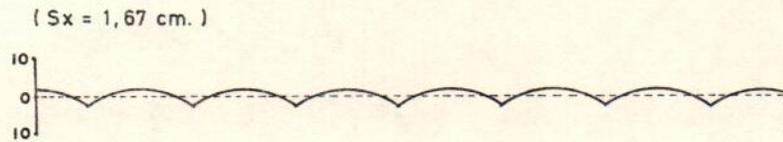


FIGURA N° 5 EFECTO IDEALIZADO DE UNA ROTURA DE SUELO CON ARADO DE DISCO.

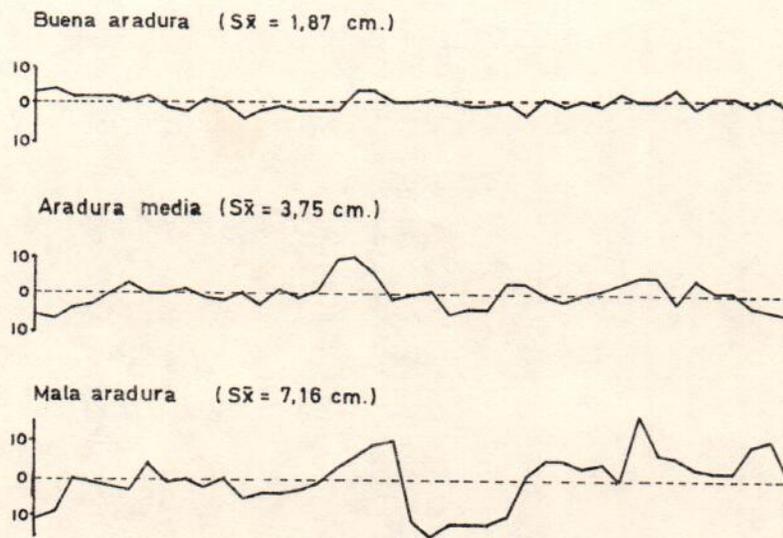


FIGURA N° 6 EFECTOS REALES DE ROTURAS CON ARADO DE DISCO, MEDIDOS CON UN PERFILOMETRO.

REPETICION 1

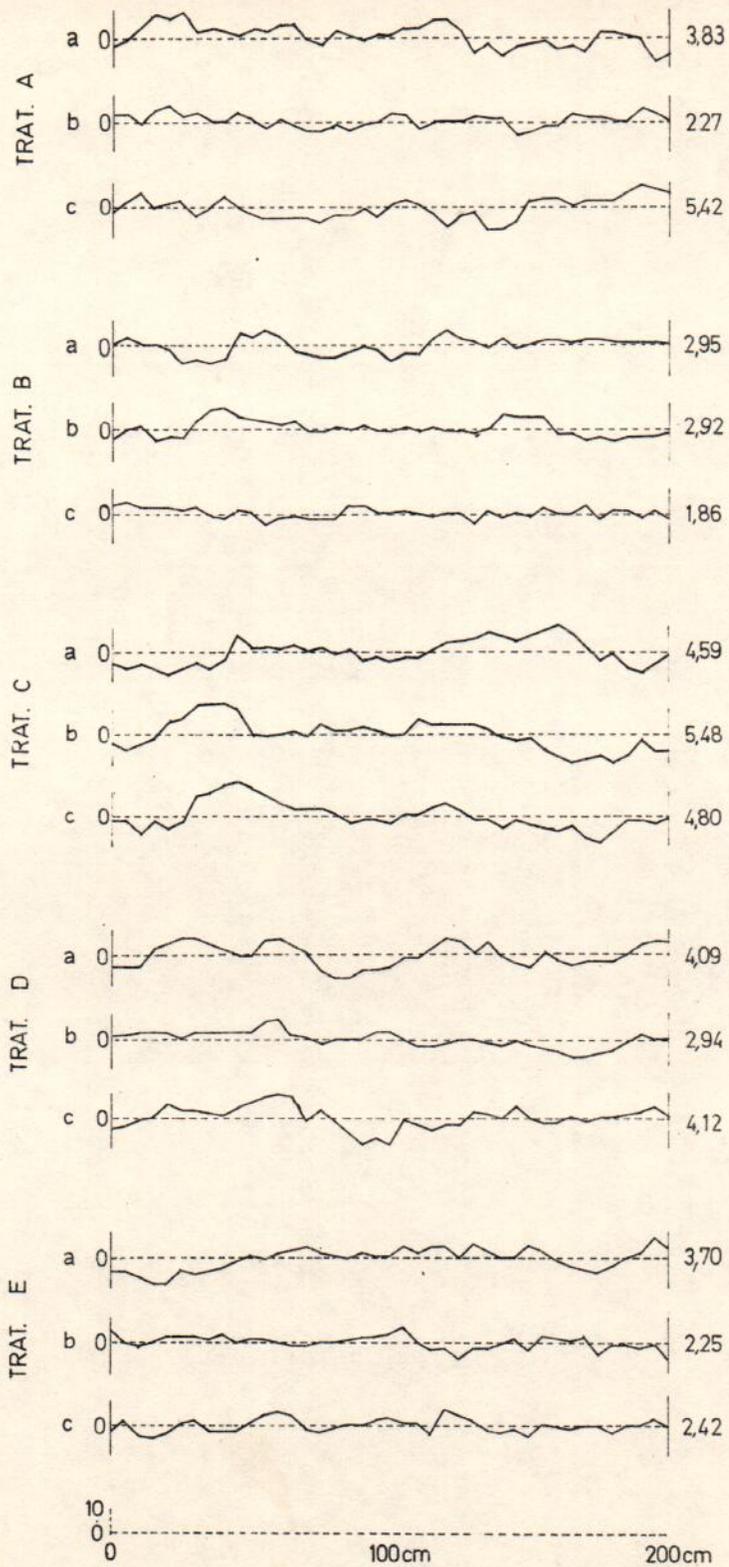


FIGURA Nº 7 EFECTO DE LA ARADURA EN EL BLOCK I (Medidos con el perfilómetro y con valores de $S\bar{x}$ en cm.).

REPETICION II

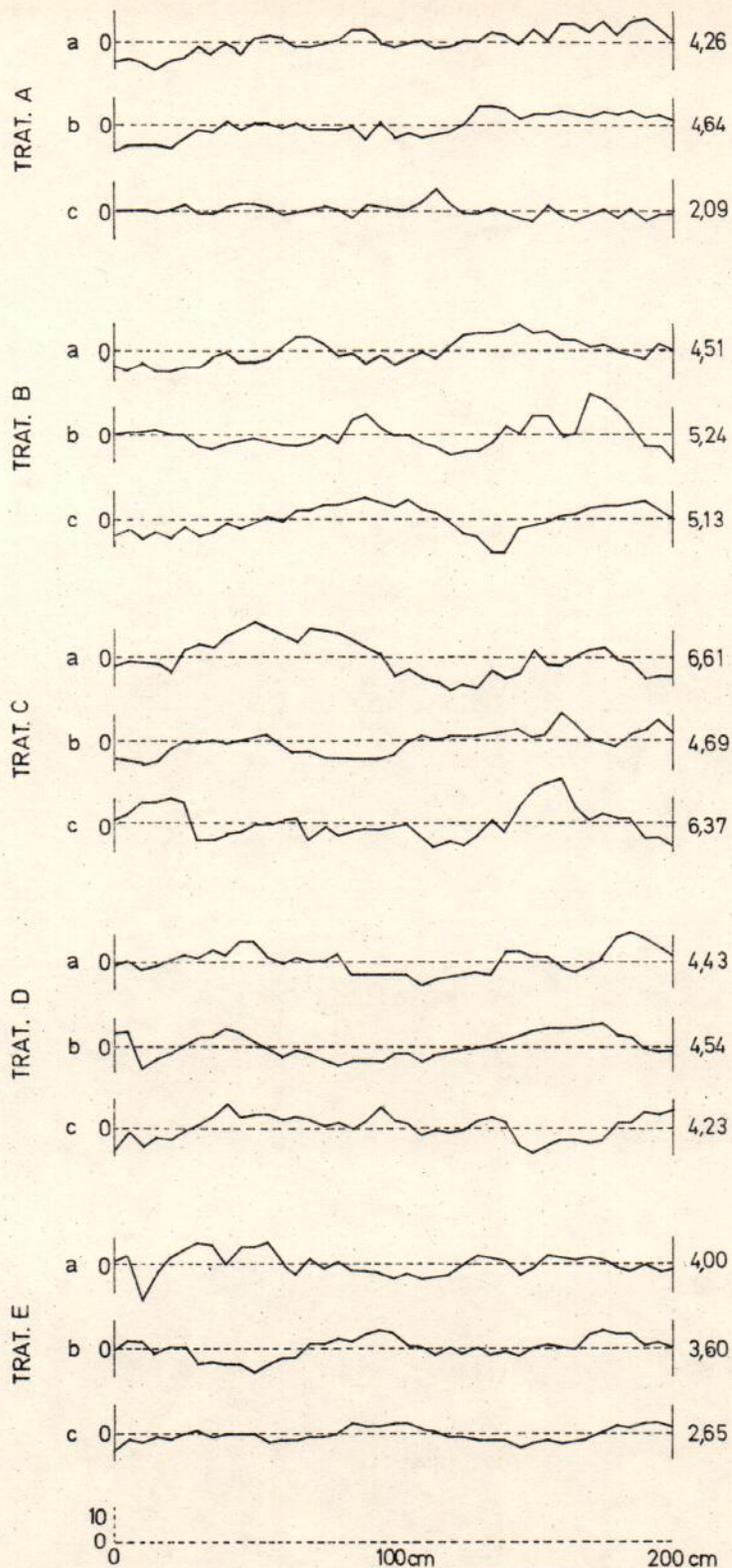


FIGURA Nº 8 EFECTO DE LA ARADURA EN EL BLOCK II (Medidos con el perfilómetro y con valores de $S\bar{x}$ en cm.).

REPETICION III

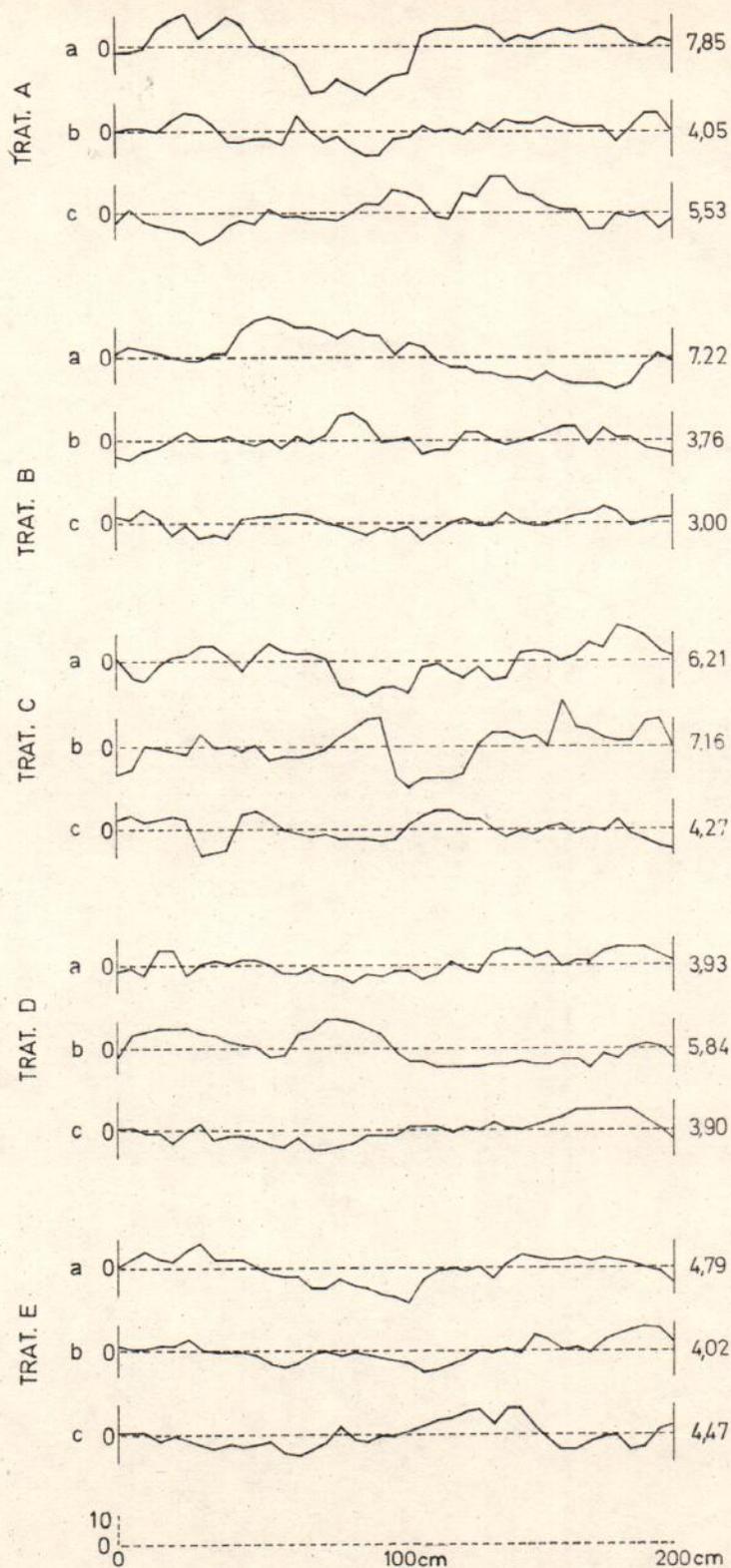


FIGURA Nº 9 EFECTO DE LA ARADURA EN EL BLOCK III (Medidos con el perfilómetro y con valores de $S\bar{x}$ en cm.).

CUADRO N° 5. RESISTENCIA A LA PENETRACION Y PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL SUELO EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS, EXPRESADOS EN Kg/cm² y %, RESPECTIVAMENTE.

Tratamientos	Muestra inicial		Muestra final	
	P(Kg/cm ²)	Pv (%)	P(Kg/cm ²)	Pv (%)
Profundidad de 0 a 10 cm.				
A	1,84	29,7	3,59	35,3
B	2,25	29,3	3,13	33,3
C	3,13	30,7	3,36	33,5
D	2,29	29,0	3,36	36,6
E	1,61	33,3	3,22	35,5
Profundidad de 11 a 20 cm.				
A	4,19	30,2	2,53	51,7
B	4,88	28,8	2,72	41,8
C	5,21	29,7	3,13	44,9
D	5,39	31,0	3,82	42,2
E	2,76	32,8	2,80	43,4

En la segunda profundidad (11 a 20 cm.) se acusa una disminución de los valores obtenidos con el penetrómetro, ésta se debe al aumento de la humedad del suelo y a que el único implemento, de los utilizados, que alcanzó a una profundidad superior a los 10 cm., fué el arado de discos.

Se debe indicar que las variaciones en la resistencia a la penetración fueron similares en todos los tratamientos.

2.- Porosidad total del suelo.

El Cuadro N° 6 indica que esta característica no acusó variaciones en los valores encontrados antes o después de la preparación de suelo.

CUADRO N° 6. VARIACION DE LA POROSIDAD TOTAL DEL SUELO EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS.

Tratamientos	Muestra Inicial Porosidad %	Muestra final Porosidad %
Profundidad de 0 a 10 cm.		
A	40,6	40,6
B	39,2	38,9
C	41,7	40,4
D	40,0	39,4
E	39,1	39,1
Profundidad de 11 a 20 cm.		
A	42,8	41,8
B	40,6	41,5
C	42,9	41,9
D	42,6	39,9
E	41,2	42,2

3.- Estabilidad de los agregados del suelo.

Al observar el Cuadro N° 7, llama la atención el aumento del porcentaje de agregados estables al agua, que se acusó entre el muestreo inicial y el muestreo final; el que presenta un marcado aumento, que puede tener su origen en el crecimiento de la población microbiana del suelo, como consecuencia del aumento de temperatura en la estación de primavera y de la incorporación de residuos en los tratamientos A, B, C y D.

CUADRO N° 7. VARIACION DE LA ESTABILIDAD DE LOS AGREGADOS DEL SUELO EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS, EN LOS 10 cm. SUPERFICIALES.

Tratamientos	Muestra Inicial Est. Agregados %	Muestra final Est. Agregados %
A	33,23	49,76
B	33,60	51,01
C	36,12	49,12
D	41,72	50,89
E	38,42	42,10

Es necesario destacar que el mayor aumento fue determinado por los tratamientos que incorporaron los residuos enteros, un aumento intermedio por aquellos que los incorporaron desmenuzados y el menor por aquel que los erradicó.

C.- Efectos de los métodos de procesamiento de residuos de maíz sobre el cultivo indicador (remolacha azucarera).

1.- Germinación del cultivo indicador y las malezas.

Observando el Cuadro N° 8, se puede indicar que los distintos métodos ensayados no tienen influencias marcadas sobre la germinación de la remolacha. El tratamiento E determina una ligera tendencia a producir mejores condiciones de germinación

CUADRO N° 8. GERMINACION DEL CULTIVO INDICADOR Y LAS MALEZAS.

Tratamientos	Número de plántulas de remolacha / m.	Número de malezas / m ² .
A	176	698
B	156	629
C	172	730
D	180	608
E	188	709

Con respecto a la germinación de malezas, el tratamiento C presenta la más alta población, lo que encuentra su explicación en la acción del arado rotativo que coloca a las semillas de malezas, depositadas en la superficie antes de la aradura, en óptimas condiciones de germinación. En general se puede decir que los tratamientos ensayados no influyen en forma diferente sobre la germinación de las malezas. Además, la presencia de estas malezas no tienen influencia en el posterior desarrollo del cultivo, ya que fueron eliminadas con los cultivos mecánicos.

2.- Rendimientos del cultivo indicador.

Se calcularon los rendimientos de raíces sucias cuyos promedios, para cada tratamiento, se presentan en el Cuadro N° 9. El análisis de variancia no arrojó diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, existe una ligera tendencia a obtener mejores rendimientos de raíces sucias con el tratamiento E, lo que es causado por la mejor preparación de cama de siembra determinada y por la mantención del equilibrio en la relación C-N. En cambio, esta relación se altera si se incorpora los residuos vegetales al suelo.

Al analizar estadísticamente el porcentaje de impurezas no se obtienen diferencias significativas entre los tratamientos.

Tampoco se encuentran diferencias significativas entre los tratamientos en relación al rendimiento de raíces limpias.

Con respecto a la deformación de raíces, el análisis estadístico no arroja valores significativos de diferencia entre los tratamientos, de aquí se desprende que la presencia de caña de maíz, en cualquier estado de trituración que se encuentren incorporados al suelo, no influye en la forma de desarrollo de las raíces.

La producción de hojas y coronas no arrojan diferencias significativas entre los tratamientos.

D.- Costos de producción e ingresos de los distintos tratamientos ensayados.

1.- Labores diferenciales.

El tratamiento que provoca un mayor desembolso inicial de dinero es el que utiliza la mano de obra para erradicar los residuos (626,46 E°/Há). Este problema se agudiza si consideramos la escasez creciente de trabajadores y la lentitud de la operación.

CUADRO N° 9. REMEDIOS DEL CULTIVO INDICADOR.

Tratamientos	raíces sucias Ton/Há	Impu- rezas %	Raíces limpias Ton/Há	Azúcar %	Azúcar Ton/Há	Raíces deformes %	Hojas y coronas Ton/Há
A	87,067	18,96	70,670	18,3	12,927	14,34	17,476
B	86,265	18,67	69,135	17,8	12,299	14,91	17,368
J	84,773	19,25	68,478	18,4	12,645	12,03	16,176
D	87,137	19,21	70,459	17,0	11,990	13,81	16,845
L	92,589	20,44	73,718	17,3	12,295	13,51	18,860

Es muy importante que el proceso sea rápido, debido a las condiciones climáticas que imperan en esta zona y a la necesidad de ocupar la mano de obra en otros trabajos agrícolas que exigen una atención inmediata en la época de finalización de la cosecha de maíz. Cabe destacar que el costo de esta operación es casi seis veces mayor que el de un desmenuzador de residuos (116,00 E°/Há.). Los costos operacionales de los demás implementos diferenciadores siguen el mismo orden decreciente citado por la bibliografía: Arado rotativo (84,73 E°/Há.), rastra Off-set (52,79 E°/Há.) y rodillo corrugado (29,42 E°/Há.)

2.- Gastos totales de producción.

Si a la adición de costos diferenciadores y uniformes se suman los costos de recolección y transporte de raíces, calculados en base al rendimiento de raíz sucia obtenido en cada tratamiento, resultan los costos totales de producción que se presentan en el Cuadro N° 10.

Al expresar estos costos en toneladas de raíces limpias por hectárea, se obtiene que un agricultor deberá producir 21,43 ton/Há. si cultiva remolacha después de erradicar las cañas de maíz en forma manual, para pagar los costos de producción. Por otra parte, si antes de incorporar los residuos con un arado, los procesa con un desmenuzador de follaje, debe lograr un rendimiento superior a 18,48 ton/Há. de raíces limpias. En cambio si los pre-incorpora con una rastra Off-set necesita superar un rendimiento de 17,26 ton/Há. de raíces limpias. Si esta pre-incorporación la efectúa mediante un arado rotativo, debe producir un rendimiento mínimo de 16,82 ton/Há. Por último, si tiende las cañas con un rodillo debe obtener una producción superior a 16,69 ton/Há. de raíces limpias, para cubrir sus costos de producción.

3.- Ingresos del cultivo indicador.

Observando el Cuadro N° 11 vemos que los tratamientos A, C y E son los que determinan los mayores ingresos brutos. Esto se debe tanto a los premios por su porcentaje de azúcar, como el rendimiento obtenido.

Al restar del ingreso bruto el costo total de producción se obtiene el ingreso neto, observándose que el mayor corresponde al tratamiento A (9.596,49 E°/Há.) debido a su menor costo. El tratamiento C le sigue en importancia.

CUADRO N° 10. COSTOS TOTALES DE PRODUCCION.

	A	B	C	D	E
Costo de operaciones diferenciales L°/Há.	29,42	52,79	84,73	116,00	626,46
Costos uniformes. E°/Há.	2.304,54	2.304,54	2.304,54	2.304,54	2.304,54
Recolección y carga de raíces L°/Há.	63,30	62,71	61,63	63,34	67,31
Transporte de raíces L°/Há.	571,16	565,90	556,11	571,58	607,38
Costo total E°/Há.	2.968,42	2.955,94	3.007,01	3.055,46	3.605,69
Costo total Ton/Há.	16,69	17,26	16,82	18,48	21,43

CUADRO N° 11. INGRESOS DE LOS TRATAMIENTOS EMPLEADOS.

Tratamientos	Ingreso bruto E°/Há.	Ingreso neto E°/Há.
A	12.564,91	9.596,49
B	11.960,15	8.974,21
C	12.240,92	9.233,91
D	11.648,07	8.592,61
E	12.399,15	8.793,46

(9.233,91 E°/Há.) el cual es seguido por el tratamiento B (8.974,21 E°/Há.) y los demás determinan ingresos similares, con 8.793,46 E°/Há. el tratamiento E y con 8.592,61 E°/Há. el tratamiento D. Cabe destacar el alto valor de ingreso que proporciona este cultivo.

V.- CONCLUSIONES.

Este ensayo, realizado en la Estación Experimental de la Escuela de Agronomía de La Universidad de Concepción durante la temporada agrícola 1968-1969, donde se compararon 5 métodos de proceso de residuos de una cosecha de maíz, permite llegar a las siguientes conclusiones:

- 1.- Al evaluar la cama de semillas por medio de la presencia de residuos, inversión del suelo, mullimiento y nivelación se encuentra que el tratamiento E induce menores irregularidades en estos aspectos, un resultado intermedio se obtiene con los tratamientos A, B y D, y las mayores alteraciones se observan en el tratamiento C.
- 2.- Se considera que el perfilómetro de labranza es un instrumento que permite evaluar en buena forma una aradura.
- 3.- No hay diferencias entre los tratamientos con respecto a las variaciones de resistencia a la penetración del suelo.
- 4.- Los métodos de proceso de residuos ensayados no causaron variaciones en la porosidad del suelo.

- 5.- La estabilidad de los agregados acusó un fuerte incremento cuando los residuos fueron incorporados enteros, disminuyó al incorporarlos desmenuzados y solo se produjo un leve aumento al erradicarlos.
- 6.- La germinación de plantas de remolacha fué similar en todos los tratamientos, no así la de malezas que presentaron una mayor cantidad en el tratamiento C, pero sin mayores consecuencias para el posterior desarrollo de la remolacha, puesto que en el primer control mecánico se anuló esta diferencia.
- 7.- No hay diferencias significativas entre los tratamientos con respecto a los rendimientos de raíces, de azúcar y de hojas y coronas.
- 8.- Los costos de las labores diferenciales para los tratamientos A, B, C, D y E fueron 29,42 E°/Há., 52,79 E°/Há., 84,73 E°/Há., 116,00 E°/Há. y 626,46 E°/Há. respectivamente.
- 9.- Los costos totales de producción de la remolacha alcanzaron valores de 2.968,42 E°/Há., 2.985,94 E°/Há., 3.007,01 E°/Há., 3.055,46 E°/Há. y 3.605,69 E°/Há. para los tratamientos A, B, C, D y E respectivamente.
- 10.- El sistema de proceso que produjo un mayor ingreso fué el consultado por el tratamiento A, 9.596,49 E°/Há., los tratamientos B y C acusaron ingresos intermedios, 8.974,21 E°/Há. respectivamente y los menores fueron proporcionados por los tratamientos E y D con 8.793,46 E°/Há. y 8.592,61 E°/Há. respectivamente.
- 11.- Se recomienda realizar más investigaciones que se basen en los objetivos de este ensayo en condiciones de clima y suelo diferente. Además, relacionar las influencias de estos sistemas de proceso sobre el movimiento del nitrógeno y su relación con el carbono.

VI.- BIBLIOGRAFIA.

- 1.- ADAMS Jr., W. J. AND FURLONG, DONN B. Rotary tiller in soil preparation. Agricultural engineering 40(10):600-603, 607. October 1959.
- 2.- BARBER, STANLEY A. The influence of alfalfa, brome and corn on soil aggregation and crop yield. Soil Science Society of America. Proceedings 23(4):258-259. July-August 1959.
- 3.- BAVER, L. D. Soil physics. Second edition. New York, N. Y., John Wiley & Sons, 1948. 398 p.

- 4.- BERLIJN, JOHN D. Tractores y maquinaria agrícola. Tomo III. Maquinaria de preparación de tierras. Traducción de Reginald Ledgard J. La Molina, Perú, Editorial de la Universidad Agraria, 1963. pp. 50-113.
- 5.- CARRILLO LLORENTE, ROBERTO. Ensayo comparativo de los ensilajes de trébol rosado y maíz en la producción de leche de vacas en estabulación invernal. Chillán, Chile, Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, 1964. 114 p.
- 6.- COLE, JOHN S. Y MATHEWS, O. R. Del arado de palo a la máquina de acero. La hacienda, Estados Unidos 62(3):45-49. Marzo 1967.
- 7.- DENCKER, CARL HEINDRICH. Manual de técnica agrícola. Traducción de de la primera edición alemana por José Abeijón Veloso. Barcelona, España, Ediciones Omega S. A., 1966. pp. 389-390, 401-402, 416.
- 8.- FOR A "TUFT" problem. The Utah and Idaho cultivator 19(2):40. Fall, 1959.
- 9.- GRABLE, ALBERT R. Soil aeration and plant grow. Advances in agronomy 18:57-106. 1966.
- 10.- GUSTAFSON, A. F. Uso y explotación de los suelos. Buenos Aires, Argentina, Editorial Suelo Argentino, 1948. pp. 45, 78, 82, 274, 275, 282, 388-405.
- 11.- HARRIS, R. F., CHESTER, G. AND ALLEN, O. N. Dynamics of soil aggregation. Advances in agronomy 18:107-169. 1966.
- 12.- HETZ HUENCHULLAN, EDMUNDO. Sistemas de preparación de suelos y siembra para trigo. Chillán, Chile, Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, 1966. 92 p. (Tesis mimeografiada).
- 13.- MARTIN, J. P., ERVIN, J. O. AND SHEPHERD, R. A. Descomposition and aggregating effects of fungus cell material in soil. Soil Science Society of America. Proceedings 23(3):217-220. May-June 1959.
- 14.- McCALLA, T. M. Influence of biological products on soil structure and infiltration. Soil Science Society of America. Proceedings 7(3):209-214. 1942.

- 15.- MENZIES, J. D. AND GILBERT, R. G. Responses of the soil microflora to volatile component in plant residues. Soil Science Society of America. Proceedings 31(4):495-496. July-August 1967.
- 16.- MEREDITH, H. L. AND KOHNKE, H. The significance of the rate of organic matter decomposition on aggregation of soil. Soil Science Society of America. Proceedings 29(5):547-550, 1965.
- 17.- NORSTANDT, FRED A. AND McCALLA, T. M. Influence of stubble mulching on organic matter and nitrogen content of the soil. Agronomy Journal 52(8):477-479. August 1960.
- 18.- PROGRESS IN soil improvement. The Utah and Idaho cultivator 22(1):37. Spring, 1962.
- 19.- RETURN TO the soil for greater returns. The Utah and Idaho cultivator 23(1):44-45. Spring, 1963.
- 20.- ROBINS, J. S. Y BLACKELY, B. D. Administración del barbecho. México D. F., Centro Regional de Ayuda Técnica, 1960. 171-176. (Anuario de Agricultura 1960).
- 21.- RUSSELL, SIR E. JOHN Y RUSSELL, E. WALTER. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Traducción de la 8a. edición inglesa y nota preliminar por Gaspar González y González. Madrid, España, Aguilar S.A. de Ediciones, 1959. pp. 162-166.
- 22.- SAU FUENTES, ELISEO. Distintos métodos de preparación de suelos en dos épocas diferentes, sobre empastada, para remolacha azucarera. Chillán, Chile, Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, 1966. 107 p. (Tesis mimeografiada).
- 23.- SMITH, HARRIS PEARSONS. Farm machinery and equipment. Fifth Edition. New York, N. Y., McGraw-Hill Book Co., 1948. 520 p.
- 24.- SOIL BUILDING in Nebraska. The Utah and Idaho cultivator 17(2):42. September, 1957.
- 25.- STONE, ARCHIE A. Y HAROLD, E. GULVIN. Maquinaria agrícola. México D. F., Compañía Editorial Continental S. A., 1961. pp. 221-222, 263-264, 303-304.

- 26.- STUART, A. D. Y OTROS. Haga que su maíz produzca grandes cosechas. La hacienda, Estados Unidos 61(1):46-48. Enero 1966.
- 27.- THERE'S VALUE in soil humus. The Utah and Idaho cultivator 19(1):36-37. Spring, 1959.
- 28.- THOMSON JR., G. L. & SMITH, F. B. Utilize su materia orgánica. La hacienda, Estados Unidos 60(9):29-31. September 1965.
- 29.- TOLMAN, BION. Better crops and more sugar per acre. The Utah and Idaho cultivator 25(1):4-9. Spring, 1965.
- 30.- -----. The abc of soil fertility. The Utah and Idaho cultivator 17(1):47-48. March, 1957.
- 31.- TWO MORE tons per acre. The Utah and Idaho cultivator 21(2):16-17. Fall, 1961.
- 32.- VOMOCIL, J. A. Measurement of soil bulk density and penetrability a rewiw of metods. Advances in agronomy 9:159-175. 1957.
- 33.- WHAR'S NEW in research. Crops and soils 21(4):19. January 1969.

