

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

INVESTIGACIÓN SOBRE CERO LABRANZA EN SUELOS DE LA VIII REGIÓN

DOCUMENTO DE OFERTA

(Versión corregida)

FONDO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
MINISTERIO DE AGRICULTURA

Mayo - 1986

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

INVESTIGACIÓN SOBRE CERO LABRANZA EN SUELOS DE LA VIII REGIÓN

DOCUMENTO DE OFERTA

FONDO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
MINISTERIO DE AGRICULTURA

MARZO 1986

## I N D I C E

	<u>Página</u>
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Nombre y antecedentes de Institución oponente	1
1.2. Personería Jurídica	2
1.3. Objetivos de INIA	2
1.4. Experiencia Previa	3
2. ANTECEDENTES TECNICOS	3
2.1. Influencia del tipo de labranza en el contenido de humedad y en las propiedades físico-químicas y biológicas de los suelos.	5
2.2. Control de malezas	12
2.3. Plagas y enfermedades	15
2.4. Fuentes de nitrógeno y lugar de aplicación	18
2.5. Erosión	20
3. PLAN DE TRABAJO	21
3.1. Efecto del sistema de labranza en las características físicas, químicas y biológicas del suelo.	21
3.2. Efecto fertilización en los 3 sistemas de labranza	24
3.3. Efecto del sistema de labranza en la población de malezas y su control.	26
3.4. Relación entre sistema de labranza y erosión en suelos graníticos.	28
3.5. Ensayo variedades	30
3.6. Análisis económico	30
3.7. Balance energético para 3 sistemas de labranza	31
4. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	32
5. COSTOS	32

6. CONTROL AVANCE DEL PROYECTO

34

PERSONAL PARTICIPANTE

DEL CANTO SALGADO, Pedro Ismael	Ing. Agrónomo
DEL POZO LIRA, Alejandro	Licenciado en Ciencias Biológicas M.Sc.
MADARIAGA BURROWS, Ricardo Patricio	Ing. Agrónomo M.S.
NOVOA SOTO-AGUILAR, Rafael	Ing. Agrónomo M.S. Ph.D.
RIQUELME SANHUEZA, Jorge	Ing. Agrónomo
RODRIGUEZ SANCHEZ, Nicasio	Ing. Agrónomo M.Sc.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Nombre y antecedentes de Institución oponente

La institución oponente es el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), con domicilio legal en la ciudad de Santiago,

INIA posee Estaciones y Subestaciones Experimentales entre la IV y XII Regiones, a saber:

- Vicuña :  
IV Región.
- Los Vilos :  
IV Región.
- La Cruz :  
V Región.
- La Platina :  
Región Metropolitana.
- Hidango :  
VI Región.
- Los Tilos :  
Región Metropolitana
- Cauquenes :  
VI Región.
- Quilamapu :  
VIII Región.
- Humán :  
VII Región.

- Carillanca : IX Región.
- Remehue : X Región.
- La Pampa :
- Kampenaike : XII Región.

### 1.2. Personería Jurídica

La personería jurídica de INIA consta en el Decreto Supremo N°1.093 del 8 de abril de 1964, que aprobó su creación y Estatutos.

Los Estatutos fueron modificados por Decreto Supremo N°1.288 del 25 de septiembre de 1980, publicados en el Diario Oficial N°30.788 del 13 de octubre de 1980.

### 1.3. Objetivos de INIA

INIA es una Corporación de Derecho Privado, sin fines de lucro, que tiene por objetivos básicos:

- Contribuir al aumento de la producción agropecuaria del país a través de la creación, adaptación y transferencia tecnológica.
- Fomentar y apoyar el desarrollo de procesos de transformación industrial o de incorporación de valor agregado a los productos agropecuarios mediante la ejecución de todo tipo de investigaciones, estudios, o prestaciones de servicios, y

- Procurar, en general, elevar las condiciones de nutrición de la población nacional mediante el desarrollo de todo tipo de acciones que tiendan a la mejor utilización de los recursos provenientes del sector agrícola.

#### 1.4. Experiencia Previa

INIA ha estado realizando experiencias desde 1979 con cero labranza en sus Estaciones Experimentales de Carillanca, Quilamapu, Platina e Hidango. Esta experiencia a servido para establecer el potencial de esta técnica en cultivos tradicionales tales como trigo, maíz, frejol, maravilla y praderas.

Los resultados obtenidos se han publicado en las Jornadas Agronómicas, en la revista Investigación y Progreso Agrícola-Platina, en días de campo y hay trabajos en prensa en Agricultura Técnica.

## 2. ANTECEDENTES TECNICOS

### INTRODUCCION

Desde hace unos 17 años se inició en USA el estudio de la cero labranza. Esta técnica que consiste en sembrar sin arar ni remover el suelo, ha ido tomando importancia en diversos países. Así, en USA, se cultiva unas 4.500.000 ha y en Brasil 1.500.000 has.

Esta técnica se usa además en Australia, Gran Bretaña, etc. En Chile se estima que en 1985 se habría sembrado unas 3.000 has de trigo con esta técnica y que existirían unas 10.000 has de praderas regeneradas de esta manera.

El uso eficiente del sistema de cero labranza presenta numerosas ventajas, tales como reducción de la erosión hídrica (Harnold y Edwards, 1972; Onstad, 1972, Moldenhouer et al., 1983; Jolly et al. 1983), reducción del costo de producción y el tiempo de ejecución de las labores del cultivo (Soza, 1982; Epplin, 1983); permite efectuar la siembra más oportunamente debido a las menores limitaciones en relación a factores climáticos (Soza, 1979); aumento de la retención de humedad de los suelos y disminución de las pérdidas por evaporación (Blevins et al., 1971; Soza et al., 1979).

En la VIII región, el secano interior y en menor grado la precordillera andina, se encuentran visiblemente deterioradas por la actividad agrícola tradicional que se ha desarrollado en esas zonas. El uso agrícola de áreas con excesiva pendiente y carente de prácticas mínimas de conservación de suelos, han ocasionado una gran erosión, siendo éste uno de los principales problemas de la zona.

Dentro de este contexto, la técnica de cero labranza o de otros sistemas de labranza de conservación de suelos, podrían ser una buena alternativa para el secano interior y la precordillera.

La investigación sobre Cero Labranza en Chile ha sido efectuada esencialmente en cultivos con riego (ver Rojas, 1982; Soza, 1982) siendo escasa la información que se tiene en zonas de secano.

En este proyecto se propone realizar un estudio comparativo de tres sistemas de labranza, tradicional, mínima y labranza cero, en las dos áreas de secano más importantes de la VIII región, que son la precordillera andina y el secano interior.

Los objetivos son: a) evaluar los cambios que puedan producirse en el ambiente biológico, físico y químico del suelo como consecuencia del tipo de labranza y su efecto en la producción; b) Estudiar la relación entre el tipo labranza y el uso de fertilizantes, la dinámica y el control de las malezas, manejo de residuos y otras prácticas agrícolas.

2.1. Influencia del tipo de labranza en el contenido de humedad y en las propiedades físicos-químicas y biológicas de los suelos.

La no remoción del suelo y la mantención de residuos en el suelo, son las dos características más importantes del sistema de Labranza Cero. Esta práctica puede modificar significativamente las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, comparado con el sistema de Labranza tradicional (Blevins, 1983).

Uno de los cambios más evidentes que se observan bajo cero labranza, es el aumento de materia orgánica en los primeros centímetros de suelo (Soza, 1982; Blevins, 1983). Esto tiene gran influencia en el pH del suelo, en la capacidad de retención de agua y en la dinámica de algunos nutrientes, principalmente de nitrógeno y fósforo.

a) Humedad del suelo.

Numerosos trabajos muestran que con cero labranza la conservación de la humedad en el suelo es mayor que en labranza tradicional (Blevins, 1971; Phillips, 1981; Hansen y Zeljkovich, 1982; House, 1984). Con cero labranza los residuos vegetales forman una capa aislante (mulch) que reduce la evaporación y aumenta el agua disponible para las plantas (Phillips, 1981). Este mismo autor encontró

que la transpiración en maíz, era mayor con cero labranza y que ésta estaba asociada a la mayor disponibilidad de agua.

En las zonas de secano de la VIII región, lograr una mayor retención de humedad con cero labranza, sería una gran ventaja especialmente en los suelos graníticos del secano interior, que se caracterizan por tener una muy baja retención de humedad (Maldonado et al. 1983).

Un estudio comparativo del aspecto hídrico entre los tres sistemas (cero, mínima y tradicional), permitirá por un lado, detectar si ocurren cambios de humedad en el suelo asociadas al sistema de labranza y por otro lado, ver si esos cambios se traducen en un aumento del crecimiento y producción del cultivo.

#### b) Temperatura del suelo

Con cero labranza se ha observado una disminución significativa de la temperatura del suelo. Hansen y Zeljkovich (1982) midieron temperatura del suelo a 5 cm bajo la superficie, en trigo y maíz sembrados con cero labranza y tradicional, durante 20 días después de la siembra. Encontraron que las temperaturas máximas en cero labranza, eran en promedio 2,4 °C menores en trigo y 5 °C en maíz. Lo contrario encontraron en las temperaturas mínimas, es decir, éstas fueron menores en labranza tradicional. Esto significa que la amplitud térmica disminuyó con cero labranza. Algo similar encontraron Lattanzi y Marelli (1982).

7

Un cambio en el régimen térmico en el suelo, podría tener efectos no sólo en los procesos biológicos del suelo, sino que también puede afectar la germinación, el crecimiento y desarrollo de raíces y otros procesos de desarrollo de la planta (Monteith, 1980), que sería interesante estudiar.

c) Cambios químicos

En muchos casos se ha observado que con cero labranza el pH disminuye significativamente (Blevins, 1982; Doran, 1980). Esto se debería en parte, a la mayor actividad de microorganismos descomponedores producto de la mayor cantidad de materia orgánica, pero también influye la adición de fertilizantes amoniacales en altas dosis (Blevins, 1983).

Por la disminución del pH se puede producir una reducción del Ca intercambiable como así también un aumento del Al y Mn extractable (Blevins, 1983). Esto sería de particular relevancia en los suelos trumaos de la precordillera, donde la disponibilidad de fósforo depende en gran parte del Al y Mn (Sadzawka y Carrasco, 1985).

Numerosas observaciones sugieren que hay diferencias significativas, en las transformaciones del nitrógeno en el suelo y en el comportamiento del nitrógeno aplicado como fertilizantes, entre cero labranza y convencional.

Por un lado, la cantidad de nitrógeno orgánico en el suelo tiende a aumentar con cero labranza, especialmente en los primeros centímetros donde la materia orgánica es mayor (Fleige y Bacum, 1974; Blevins, 1977; Hargrove, et al., 1982; Blevins et al., 1983; House et al., 1984). Lo anterior se explicaría por una mayor inmovilización del nitrógeno aplicado como fertilizante, por parte de microorganismos, que habría en un sistema de cero labranza (Dorand, 1980; Rice y Smith, 1982a).

Otras pérdidas importantes de nitrógeno disponible en cero labranza, pueden ocurrir por desnitrificación (Rice y Smith, 1982b) y por lixiviación (House et al., 1984). Los resultados de Rice y Smith (1982) indican que la mayor desnitrificación con cero labranza se debería más bien a la mayor humedad del suelo observado con cero labranza, más que a la cero labranza per se.

La mayor infiltración de agua y la menor evaporación que se observa en cero labranza, puede aumentar las pérdidas de nitrógeno por lixiviación. Esta al parecer no sería importante en los trumaos de la precordillera (Roggi, 1969; Millar et al., 1975; Monreal, 1975), pero si probablemente en los suelos graníticos del secano interior.

Por otro lado, la mineralización de la materia orgánica en cero labranza parece ser más lenta que en labranza convencional (House et al., 1984). Según Dorand (1980), la aradura mejora la aireación del suelo, lo que estimula la oxidación microbiana, aumentando el nitrógeno disponible para la planta.

Las diferencias que existen en muchas de las transformaciones del nitrógeno, entre cero labranza y tradicional, se traducen en último término en una disminución del nitrógeno disponible para las plantas. Esto explicaría los mayores requerimientos y la menor eficiencia del nitrógeno aplicado como fertilizante que se observa en algunos cultivos con cero labranza (Soza, 1979; del Canto, datos no publicados).

La importancia relativa de los distintos procesos involucrados en la dinámica del nitrógeno en el suelo (denitrificación, inmovilización, mineralización y lixiviación), son poco conocidos en los trumaos de la precordillera y suelos graníticos del secano inte -

rior. Evaluarlos, nos ayudaría a entender el ciclo del nitrógeno en los sistemas de labranza (cero y tradicional) y estimar la magnitud de las pérdidas netas de nitrógeno en los dos sistemas. De esta manera, sería posible hacer predicciones acerca de los cambios que podrían ocurrir a largo plazo en la disponibilidad del nitrógeno, así como también mejorar el uso de los fertilizantes.

La dinámica del fósforo en cero labranza ha sido poco estudiada y es de particular importancia en los trumaos de la precordillera andina. Cualquier cambio en el pH en suelos trumaos como resultado de la cero labranza, podría afectar la fijación de fósforo por parte del alofán.

#### d) Cambios Físicos

La compactación del suelo generalmente es un problema cuando se utilizan equipos pesados.

En experiencias realizadas durante 10 años en un suelo franco limoso deficiente en drenaje, se encontró que la densidad aparente en los primeros 7,5cm fue de 1.30, 1.37 y 1.37 gr/cc, en labranza con arado cincel, labranza convencional y cero labranza, respectivamente (Blevins et al., 1983).

Otros investigadores en otras regiones han reportado aumentos en la densidad aparente (Gantzer et al. 1975; Cannel et al., 1980)

En suelos de textura franco limosa, profundo y bien drenados, se han registrado valores de densidad aparente de 1.20 gr/cc en labranza convencional, 1.24 gr/cc en labranza con arado cincel y 1.35 gr/cc en cero labranza; datos obtenidos después de 3 años de

ensayo, a una profundidad de 10 cm y una rotación de trigo/soya y maíz. (Hansen y Zeljkovich, 1982).

Lattanzi y Marelli (1982) en suelos francos limosos y después de 8 años de ensayo la densidad aparente muestra diferencias entre labranza convencional y cero labranza con valores para distintas rotaciones.

VALORES PROMEDIO DE DENSIDAD APARENTE (gr/cc)

CULTIVAR LABRANZA	TRIGO/SOYA 0-20 cm	SOYA/SOYA 0-20 cm	MAIZ/MAIZ 0-20 cm
Convencional	1.22	1.11	1.25
Cero Labranza	1.22	1.26	1.33

LATTANZI Y MARELLI (1982)

Aunque varios investigadores han informado aumentos de densidad aparente en cero labranza, comparado con el sistema tradicional, no hay evidencias claras de que estos valores sean suficientemente altos para afectar los rendimientos.

e) Microbiología del suelo

Dorand (1980) encontró que en los primeros 7 cm del perfil de un suelo con cero labranza, existían mayores poblaciones de bacterias y hongos que en suelos con labranza tradicional. La cantidad de microorganismos aeróbicos, anaerobos facultativos y denitrificadores en la superficie en suelos con cero labranza, fue 1.14 - 1.58, 1.57 y 7.31 veces mayor, respectivamente, que en la superficie de suelos arados. También la actividad enzimática (deshidrogenasa y fosfatasa) era mayor entre 0 - 7.5 cm en cero labranza. Sin embargo, entre 7.5 - 15 cm y 15 - 30 cm las poblaciones de microorganismos y la actividad enzimática fueron iguales o menores que en labranza tradicional.

Las diferencias en las poblaciones de microorganismos y la actividad enzimática, entre cero labranza y tradicional, estaban asociadas a cambiar en la humedad del suelo pH y N y C orgánico en el suelo.

En los suelos trumao el contenido de materia orgánica es relativamente alto y existe una gran actividad biológica asociada a esta (ver Zunino y Borie, 1985). En los suelos graníticos en cambio, el contenido de materia orgánica es comparativamente menor (Acuña et al, 1983) y probablemente sea menor también la actividad biológica.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, se esperaría que con cero labranza se incrementen las poblaciones de microorganismos y la actividad de éstos en los suelos graníticos, como así también que ocurran cambios en las poblaciones de microorganismos en los suelos de trumao.

De los cambios que puedan ocurrir en las poblaciones de microorganismos, dependerá en gran medida los cambios en la fertilidad de los suelos.

## 2.2. Control de malezas

En cero labranza el buen desempeño del herbicida es muy importante, ya que no puede usarse el cultivo para destruir la vegetación que escapa al herbicida. Comparado con labranza convencional, las funciones del herbicida son mayores (Naylor et al, 1983; Rieck and Herron, 1974).

Para que la cero labranza pueda ser aplicada, requiere de un estricto y eficiente utilización de herbicidas, ya que las malezas son una gran limitante en este sistema.

En cero labranza antes de sembrar, la vegetación debe ser completamente destruida (Soza, 1970; Rojas, 1982).

En los años 60 y 70, se dispuso de herbicidas foliares de preemergencia como Glifosato y Paraquat. Ambos herbicidas son inactivados en contacto con el suelo por eso los residuos del suelo no son un problema. Sin embargo, difieren en su forma de acción; mientras que el paraquat es un herbicida de contacto particularmente útil contra malezas anuales, glifosato es un herbicida sistémico que es traslocado rápidamente dentro de plantas tratadas y capaz de controlar un amplio rango de especies perennes (Naylor et al, 1983; Baeumer and Bakermans, 1973; Cussans, 1977).

Las hierbas tratadas con paraquat son rápidamente desecadas después de solo 2 ó 3 días (Adams et al, 1970; Cromack et al, 1978) en contraste con glifosato, el que no produce un efecto similar hasta unos 14 días después de la aplicación (Rowlands, 1976).

En Chile, los ensayos realizados por Rojas, entre los años 1979-1982, muestran que existe un mejor control de malezas con el uso de glifosato que bajo paraquat, pero, ante la presencia exclusiva de malezas de hoja ancha, este último herbicida fue más efectivo en su control. Por otro lado, glifosato resultó siempre más efectivo en el control de malezas gramíneas al compararlo con paraquat y también ante la presencia de malezas perennes.

USO DE PARAQUAT Y GLIFOSATO PREVIO A LA SIEMBRA EN 10 CULTIVOS MANEJADOS BAJO CERO LABRANZA (ROJAS, 1979-1982).

TRATAMIENTO	Control total malezas (%)	CONTROL DE MALEZAS	
		Hoja ancha	Gramíneas
Paraquat (Gramoxone) (2 lt pc/ha)	77	66	34
Glifosato (Roundup) (2 lt pc/ha)	86	53	47

El rebrote del pasto puede conducir a un bajo rendimiento de la cosecha y este rebrote es generalmente más rápido en pastos tratados con paraquat comparado con los efectos más duraderos del glifosato (Robertson, Lundy, Prine y Currey, 1976; Rowlands, 1986).

Cromack et al (1978), comparando dos dosis de glifosato (0.9 y 1.8 kg ia/ha) y una dosis de paraquat (1.1 kg ia/ha) notaron un mejor establecimiento de las especies sembradas en las dosis altas de glifosato.

Los rendimientos promedios de trigo obtenidos por Rojas en la Estación Experimental de Pirque durante 1979-1982, fueron de 56,3 qq/ha bajo cero labranza, 43,2 qq/ha en mínima labranza y 58,4 qq/ha en labranza convencional.

Con la cero labranza, las malezas anuales tienden a desaparecer, debido a que las semillas permanecen enterradas a profundidad en el suelo sin poder germinar; en cambio, las malezas perennes pueden aumentar si es que no se tiene especial cuidado de controlarlas efectivamente con herbicidas. En el caso de las malezas perennes, con la eliminación de la labranza se evita el corte de los tallos subterráneos, tubérculos y rizomas, reduciendo así la proliferación de estas malezas. En este caso, las aplicaciones con glifosato permitirían un buen control (Baeumer and Bakermans, 1973).

En Chile, Rojas y Soza (1982), sugieren que la cero labranza puede reducir el problema de malezas anuales y perennes al usarse en forma consecutiva, sin embargo, no existen evidencias concluyentes.

Los mismos autores señalan también que, tiende a cambiar el tipo de malezas presentes en el campo después de varias siembras consecutivas, favoreciendo algunos tipos de especies perennes. Esto se podría solucionar usando mezclas de herbicidas post emergentes.

Ante la alternativa de establecer métodos diferentes de labranza, como sería la cero labranza, se hace imprescindible también el estudio del control de malezas, ya que las malezas representan un factor muy importante dentro de los distintos métodos de labranza.

Es por esto muy importante establecer ensayos que permitan conocer con más detalle el comportamiento de las malezas, y en especial aquellas que representan más problema, como sería la chéptica (Agrostis sp.). Esta es una maleza perenne de muy difícil control especialmente en la precordillera, y que tiene mucha incidencia en los rendimientos de algunos cultivos importantes, como el trigo.

### 2.3. Plagas y enfermedades

Investigaciones sobre la relación entre sistemas de labranza reducida y enfermedades, señalan que algunos hongos y bacterias patógenas invernan en los residuos de plantas enfermas del año anterior, y que el residuo puede servir como fuente primaria de grandes cantidades de inóculo para el desarrollo temprano de la enfermedad.

Sin embargo, la labranza reducida no es el único factor relacionado con las enfermedades de las plantas (Doupnik y Bossalis, 1980; Yarhan, 1975).

Doupnik y Bossalis (1980) encontraron que en monocultivo de trigo con labranza reducida, produjo un aumento de Septoria tritici, en tanto que en sorgo hubo una disminución de Fusarium moniliforme.

Los mismos autores determinaron en 7 años de investigación que, para la rotación trigo-maíz o trigo-sorgo, no hubo variaciones en la incidencia de enfermedades y concluyen que el uso de dos diferentes cultivos en sistemas de labranza reducida es un importante factor en la prevención de enfermedades, lo que no ocurre en monocultivos.

Otros autores señalan que hasta ahora, no se han encontrado casos en los cuales el aumento de enfermedades haya sido responsable de una seria reducción de rendimiento (Phillips y Young, 1983; Yarham, 1975).

Sin embargo, es posible que el cambio al sistema de no arar ejercerá un efecto directo sobre la actividad de los parásitos de las raíces tales como Gaeumanomyces graminis (Yarham, 1975). Tal cambio puede influir igualmente en la actividad de otros microorganismos del suelo, entre ellos, los antagonistas y competidores de los patógenos, pudiendo así influir indirectamente la incidencia de enfermedades por sus efectos sobre la microflora del suelo.

Observaciones efectuadas en los cultivos de trigo, soya y maíz, no evidenciaron diferencias en el grado de infestación por enfermedades en relación a las labranzas (Hansen y Zeljkovich, 1981; Rojas, 1981).

En experimentos realizados principalmente con trigo de invierno, se compararon los efectos de la siembra directa sobre los principales grupos de invertebrados en el suelo, con los métodos tradicionales. No resultaron grandes diferencias de población en la siembra directa, aunque los artrópodos fueron generalmente más numerosos (Edwards, 1975; Byers, Mangan y Templeton, 1983). También House et al (1984) encontraron una mayor diversidad de artrópodos en cultivos con cero labranza.

Edwards (1975), señala que la siembra directa favoreció un mayor daño causado por babosas especialmente en inviernos templados, tanto por las mejores condiciones de humedad como por una disminución de algunas especies de la familia Carabidae que atacan a las babosas. Además, los daños causados por gusano alambre, fueron graves bajo siembra directa. En esto concuerda con Ameniya (1977) quien dice que los gusanos cortadores y alambre son un problema potencial para cultivos con labranza reducida; sin embargo, el mismo autor, opina que con un control a tiempo, el problema se minimizará.

En Chile, Rojas (1981) observó un mayor grado de ataque de babosas en el cultivo de trigo bajo cero labranza. Esto se debió a condiciones particulares durante el invierno, ya que hubo lluvias continuas y de cierta intensidad, acompañadas de bajas temperaturas. El suelo presentó condiciones de excesiva humedad y una cubierta vegetal quemada por el herbicida que pudo actuar como aislante y protector para este molusco. No hubo diferencias entre mínima labranza y el sistema tradicional de manejo del suelo, lo que significa que remover el suelo e incorporar residuos vegetales del cultivo anterior es suficiente como para limitar el nivel de infestación de este molusco.

También Rojas (1981) observó un aumento en el grado de ataque de gusano de la mazorca en cero labranza (resultados de una temporada).

El problema de plagas y enfermedades en el sistema de labranza reducida, puede verse incrementado en un futuro próximo por dos razones. Primero más superficie y más sistemas serán puestos en producción, lo que puede significar un aumento de las enfermedades y plagas potenciales que pueden tener acceso a los cultivos.

Segundo, alguna falla en la labranza reducida puede ser causada por enfermedades o plagas aún no identificadas (Byers, Mangan and Templeton, 1983).

En relación a plagas y enfermedades, la literatura existente no permite concluir nada claro y concreto al disminuir las labores de preparación de suelo para establecer un cultivo. Sería importante la investigación de estos aspectos al establecer el sistema de cero labranza, ya que permitirá estar preparados ante cualquier problema de nuevas plagas o incremento de enfermedades.

#### 2.4. Fuentes de nitrógeno y lugar de aplicación

En muchas áreas, el uso eficiente del nitrógeno con labranza de conservación ha sido cuestionado, ante la posibilidad de pérdidas por volatilización, incremento de la lixiviación o desnitrificación y fijación de nitrógeno en residuos de plantas sobre la superficie del suelo (Murphy, 1983; Touchton and Hargrove, 1982).

La oportunidad de incorporación de fertilizantes nitrogenados bajo los residuos acumulados en los sistemas de cero labranza es limitado. Por esto, la forma más comúnmente usada para aplicar nitrógeno en sistemas de cero labranza es en cobertera con nitrato de amonio o urea granulada, o en forma líquida con una solución de urea-nitrato de amonio sobre el suelo inmediatamente antes o después de sembrar. Sin embargo, pérdidas significativas de nitrógeno pueden ocurrir por volatilización con fuentes de nitrógeno amoniacal, particularmente urea, cuando son dejados sobre el suelo y expuestos a la atmósfera (Bandel et al, 1980; Ernst and Masey, 1960; Hargrove et al., 1977 Terman, 1979; Volk, 1959; Mengel et al, 1982).

Se han realizado diversas investigaciones en que se comparan distintas fuentes de nitrógeno y formas de aplicación.

En general, aplicaciones superficiales de fertilizantes nitrogenados en cero labranza como urea (46%) urea-nitrato de amonio (32% N) en solución produjeron menores rendimientos. Al mismo tiempo al hacer análisis foliar se registró una menor cantidad de nitrógeno absorbido (Bandel et al., 1980, Mengel et al., 1982).

Comparando aplicaciones superficiales de 3 fertilizantes nitrogenados, en suelos ácidos, se obtuvieron los siguientes resultados; en cuanto a rendimiento, nitrato de amonio fue superior a urea granulada y urea-nitrato de amonio en solución.

De acuerdo con las condiciones de este ensayo para cero labranza, urea o urea-nitrato de amonio en solución, deberían ir bajo la superficie del suelo (Bandel et al., 1980).

Mengel et al (1982) en resultados de una temporada, indica que para las condiciones de este cultivo, urea no es una fuente eficiente de nitrógeno para ser usada en cero labranza y es especialmente ineficiente cuando es aplicado en solución y en cobertera. Sin embargo, resultados de rendimiento y cantidades de nitrógeno encontrados al analizar el grano, muestran que, al comparar 3 fuentes de nitrógeno el menos eficiente fue urea, urea-nitrato de amonio en solución y nitrato de amonio el más eficiente.

Pero al comparar 3 métodos de aplicación (banda superficial, banda incorporado y aplicaciones, superficiales) para urea-nitrato de amonio en solución, pequeñas diferencias se observaron entre banda superficial o incorporado, siendo significativamente más bajos los rendimientos con aplicaciones superficiales (Touchton and Hargrove, 1982).

Es por esto importante la adaptación de equipos para aplicaciones sub superficiales en escala comercial. Esto permitirá mejorar el uso del nitrógeno en cero labranza (Bandet et al., 1980; Mengel et al, 1982).

## 2.5. Erosión

Con cero labranza es posible reducir significativamente el escurrimiento superficial y la erosión hídrica (Harnold y Edwars, 1972; Onstad, 1972; Moldenhouer et al., 1983; Peña, 1984).

En la precordillera andina, en pendientes de 11%, cultivados con cereales bajo condiciones de manejo tradicional, se han registrado pérdidas anuales de 35 Ton/ha (Peña, 1978), siendo estos muy superiores al límite de tolerancia de erosión, estimada en 6-8 ton/ha/año. En la misma zona, Peña (1984) encontró que con cero labranza las pérdidas de suelo en un cultivo de raps disminuyeron de 12.7 a 0.72 ton/ha/año. Es decir, el método de siembra directa redujo las pérdidas de suelo en un 94.4%.

Por las características de suelo y topográficas, la erosión en los suelos graníticos del secano interior pareciera ser considerablemente mayor que en la precordillera andina.

Evaluaciones de las pérdidas de suelo en suelos graníticos, sólo se han hecho en viñas (Merino, et al, 1979).

Para poder comparar la efectividad de la cero labranza en el control de la erosión en suelos graníticos, con otros métodos de labranza, es necesario evaluar las pérdidas de suelo en los distintos sistemas de labranza.

### 3. PLAN DE TRABAJO

#### 3.1. Efecto del sistema de labranza en las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

##### Objetivos:

- Estudiar la dinámica del nitrógeno y fósforo en los tres sistemas de labranza (cero, mínima y tradicional).
- Evaluar el efecto del sistema de labranza en la temperatura del suelo, MO, pH, Fe, Al, Mg, K y Ca.
- Evaluar los posibles cambios en la actividad microbiológica del suelo.
- Estudiar la relación entre la cantidad y calidad de residuos y la disponibilidad de nutrientes.
- Evaluar el efecto del sistema de labranza y de la cantidad de residuos en la retención de humedad del suelo.
- Evaluar el efecto del sistema de labranza en otras propiedades físicas como, infiltración, estructura, densidad aparente y real capacidad de campo y punto de marchitez permanente.

##### Metodología experimental

Los ensayos se establecerán en un sitio de la precordillera andina (suelo trumao) y en un sitio del secano interior (suelo granítico).

El estudio se hará en un sistema de rotación típico de cada zona.

En la precordillera se establecerá una rotación de trigo-raps. En el secano interior la rotación será trigo-lenteja, la duración será de 4 años lográndose así dos ciclos de rotación.

La rotación se establecerá con 4 dosis de nitrógeno. Esto permitirá por un lado, curvas de respuestas al nitrógeno con distintos sistemas de labranza, y por otro lado, permitirá tener distintas cantidades de residuos después del cultivo.

Los tratamientos son sistemas de labranza y los subtratamientos son niveles de nitrógeno. El diseño de bloques completos al azar, 4 subtratamientos, con 3 repeticiones, en un arreglo de parcelas divididas.

Tratamientos : a) Cero labranza  
b) Labranza mínima  
c) Labranza tradicional

Los niveles de nitrógeno serán : 0, 100, 200 y 400 unidades de nitrógeno.

En cada sitio se colocará una bandeja de evaporación y un pluviómetro, con el objeto de hacer balances hídricos en los tres tipos de labranza.

El control de malezas se hará de acuerdo al cultivo.

Las parcelas principales serán de 30 x 7 m

## Evaluaciones

### I. Del Cultivo

- a) Emergencia, número plantas establecidas
- b) Número de plantas por  $m^2$  a la cosecha
- c) Número de tallos por  $m^2$  a la cosecha
- d) Rendimiento y componentes del rendimiento
- e) Observación raíces. Monolito raíces
- f) Fenología del cultivo

### II. Temperatura del suelo

Esta se medirá con termómetros de máxima y mínima colocados a 5 cm de profundidad, cada 10 días.

### III. Nitrógeno y fósforo

- a) Del suelo : Los niveles de N y P disponibles serán evaluados mensualmente a las profundidades de : 0-5, 5-15, 15-30 y 30-50 cm. El nitrógeno potencialmente mineralizable se determinará al momento de la siembra de cada cultivo.

Los aportes de N por mineralización serán evaluados con el subtratamiento sin fertilización.

Las pérdidas de nitrógeno por desnitrificación será evaluada en el laboratorio usando la metodología descrita por Rice, y Smith (1982).

Las pérdidas de nitrógeno por lixiviación serán evaluados a través de muestreos en profundidad.

b) En el cultivo : El N y P en el cultivo se determinará mensualmente.

IV. MO, pH, Fe, Al, K, Ca, N Total y C fácilmente oxidable.

Al momento de la siembra y después de la cosecha.

V. Humedad del suelo

Para evaluar la retención de humedad y balance hídrico, se tomarán muestras periódicas a distintas profundidades (0-30, 30-60, 60-90 y 90-120 cm) o se usará aspensor de neutrones.

VI. Microbiología del suelo

Se evaluará actividad biológica, usando la metodología descrita por Doran (1980).

VII. Densidad real y aparente, infiltración, capacidad de campo y punto de marchitez permanente.

3.2. Efecto fertilización en los 3 sistemas de labranza

Nitrógeno : Se verá en ensayo 3.1

## Fertilización Fosforada

### Objetivos:

- Cuantificar el rendimiento de los diferentes cultivos en relación al método de labranza y los niveles de fósforo.
- Evaluar el comportamiento de este elemento en el suelo para los 3 sistemas de labranza a través del tiempo.

### Metodología experimental

Se establecerán ensayos en la zona de la precordillera andina y secano interior (Provincia Ñuble).

Los tratamientos serán los métodos de labranza convencional, mínima y cero labranza.

Las distintas dosis de fósforo serán los subtratamientos, 4 niveles distintos incluyendo testigo.

La dosis de nitrógeno y control de malezas serán determinados según el cultivo. La rotación será la más adecuada de acuerdo a la zona.

El diseño experimental será de bloques completos al azar, de 3 tratamientos, 4 subtratamientos, con 3 repeticiones. En un arreglo parcelas divididas.

### Evaluaciones

- Cultivo:
- Rendimientos
  - Componentes de rendimientos

Suelo : - P, pH, Mo

Se harán muestreos de suelo antes de la siembra y a la cosecha

3.3. Efecto del sistema de labranza en la población de malezas y su control.

Objetivos:

- Estudiar la evolución de las malezas, tanto anuales como perennes, a través del tiempo en los tres sistemas de labranza; cero labranza, mínima labranza y labranza convencional.
- Evaluar si el cambio en la composición botánica de las malezas está en relación a la eficiencia del control químico postemergente.
- Evaluar si el cambio en la composición botánica de las malezas está en relación con el método de labranza.
- Estudiar la dinámica poblacional de las malezas problema.

Metodología Experimental

El ensayo se ubicará en la precordillera Andina, sector de la Provincia de Ñuble; y consistirá en tres sistemas de labranza, convencional, mínima y cero labranza.

El diseño corresponde a bloques completos al azar, de 3 tratamientos y 2 subtratamientos con 3 repeticiones. En un arreglo de parcelas divididas.

Los tratamientos serán: Labranza convencional, labranza mínima y cero labranza.

Los subtratamientos consistirán en control químico postemergente y sin control.

Los tratamientos serán permanentes para lo cual se establecerá un sistema de rotación adecuado.

Se pretende iniciar la rotación a partir de un suelo que tenga pradera, para tener una adecuada población de malezas.

### Evaluaciones

#### Malezas

##### a) Antes de las labores de labranza

- Biomasa total
- Composición botánica
- Identificación malezas problema

##### c) Después del control químico postemergente

- Biomasa total
- Composición botánica
- Identificación malezas problema

d) Antes de la cosecha

- Biomasa total
- Composición botánica
- Identificación malezas problema

2. Evaluaciones al cultivo

3. Análisis de suelos

A partir del segundo año, una vez conocido el comportamiento e identificadas las principales malezas, en los 3 sistemas de labranza, se incorporará una mayor cantidad de subtratamientos. Estos consistirán en distintos herbicidas de postemergencia; pudiendo ser herbicidas solos o mezclas de herbicidas, dependiendo del cultivo. Las dosis a usar serán las normalmente recomendadas y los herbicidas los comúnmente usados. Existe también la alternativa de incorporar nuevos herbicidas.

Las evaluaciones serán las mismas tanto para las malezas, cultivo y suelo.

3.4. Relación entre sistema de labranza y erosión en suelos graníticos

La erosión hídrica, para cualquier combinación específica de suelo, topografía, clima, cultivo y prácticas de manejo, es posible evaluarla mediante la ecuación universal de predicción de erosión (Peña, 1983) :

$$A = R K L S C P$$

donde A es el promedio anual en ton/ha; R es el potencial erosivo de las lluvias, K es el factor erodabilidad del suelo, L y S representan la longitud y pendiente de la ladera, C es el factor cultivo y manejo y P, representa las prácticas complementarias de control de erosión (cultivo en contorno, cero labranza, etc.)

#### Objetivos:

- Determinar los factores R, K y C de la ecuación universal de predicción de erosión, para suelos graníticos del secano interior.
- Calcular las pérdidas (A), para los distintos sistemas de labranza.

#### Metodología y Evaluación:

El factor R se calculará a partir de registros de precipitación obtenidas de un pluviógrafo, de acuerdo a lo descrito por Brito y Peña (1980).

El factor K se obtendrá a partir de las pérdidas de suelo de una parcela de dimensiones estándares (22.13 m de longitud y 9% de pendiente), mantenida en barbecho continuo y con labranza en el sentido de la pendiente (Peña, 1983). Las pérdidas de suelo se medirán con colectores al final de la parcela.

El factor C para los diferentes sistemas de labranza y cultivos, se determinará comparando las pérdidas de suelo en los distintos sistemas, con las pérdidas en las parcelas mantenidas en barbecho continuo (Peña, 1983).

Los factores L y S se calcularán de acuerdo a lo descrito por Peña (1983).

### 3.5. Ensayo Variedades

Este aspecto ha sido poco estudiado, pero es razonable pensar que haya diferencias en las respuestas de las variedades a la cero labranza.

Se estudiarán las variedades de los cultivos más importantes

### 3.6. Análisis Económico

A partir de los mismos ensayos establecidos, se hará una evaluación económica en forma detallada, de cada uno de los insumos, labores y otros involucrados en los distintos sistemas de labranza. A través de este detalle se podrá cuantificar la incidencia en los costos totales de producción de cada uno de los items que formarán parte de los sistemas de producción.

La evaluación es para distintos cultivos y se harán anualmente. Se considerarán también otras variables como, alternativas de fertilización o control de malezas.

Finalmente se calculará la relación costo-beneficio.

### 3.7. Balance energético para 3 sistemas de labranza

Mediante este sistema, es posible conocer la energía involucrada, tanto en labores, insumos y otros; que permiten llevar a cabo un proceso agrícola. A través de esta metodología se puede saber donde tenemos comprometida la mayor o menor cantidad de energía, con lo cual podemos hacer un uso más racional, y probablemente distribuir mejor la energía usada.

#### Objetivos:

- Conocer la energía involucrada en la producción de un cultivo bajo los tres sistemas de labranza.
- Determinar la eficiencia energética; es decir, la relación entre la energía que sale al sistema y la energía que entra.

#### Metodología

Para determinar la energía que entra al sistema, a cada uno de las labores o insumos se les asignará un valor energético, según tablas.

La energía de salida se calcula considerando el rendimiento promedio, asignándole su respectivo valor energético.

4. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

En el Cuadro N° 1 se muestra el cronograma de actividades.

CUADRO 1 : CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

AÑO	1						2						3						4						5
BIMESTRE	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1
<u>ACTIVIDADES</u>																									
Recopilación Antecedentes	X	X																							
Selección Sitios Ensayos	X																								
Siembra Ensayos			X																						
Análisis Suelo	X							X						X						X					
Mediciones en ensayos		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	
Cosecha Ensayos					X		X			X			X			X			X			X			
Informes Avance							X						X						X						
Informe Final																									X

5. COSTOS

Los costos del proyecto se dividieron en costos de personal, de operación, adquisiciones, costo total, aporte de INIA y aporte solicitado a F.I.A.

En el Cuadro 2 se hace un resumen de los costos del proyecto considerando un costo de \_\_\_\_\_ por jornada profesional trabajada (20 jornadas por mes); \_\_\_\_\_ por jornada de técnico y \_\_\_\_\_ kilómetro recorrido de camioneta.

CUADRO 2- COSTOS DEL PROYECTO, APOORTE INIA Y APOORTE SOLICITADO AL F.I.A.  
 POR SEMESTRE. MILES DE PESOS.

A ñ O S	1		2		3		4		TOTAL
	1	2	1	2	1	2	1	2	
<u>Personal:</u>									
	Ing. Agr.								
	Técnicos								
	Obreros								
SUB TOTAL									
<u>Operación:</u>									
	Viáticos								
	Movilización								
	Transp. Maq.								
	Anal. Lab.								
	Insumos								
	Imprevistos								
	(5%)								
SUB TOTAL									
T O T A L									
<u>Aportes INIA:</u>									
	Ing. Agr.								
	Técnicos								
SUB TOTAL									
Aporte soli- citado a FIA									

6. CONTROL AVANCE DEL PROYECTO

El control del avance del proyecto queda a criterio del Fondo de Investigación Agrícola. INIA sugiere que los informes de avances anuales sean considerados como parte fundamental de este control.

REFERENCIA

1. ACUÑA H.; J. AVENDAÑO y C. OVALLE. 1983. Caracterización y variabilidad de la pradera natural del secano interior de la zona Mediterránea subhúmeda. *Agricultura Técnica* 43(1):27-38.
2. ADAMS W.E.; J. E. PARRAS; R. N. DAWSON. 1970. Tillage methods for corn-sod system in the southern Piedmont. *Agronomy Journal*. 62:646-649.
3. AMENIYA, M. 1977. Conservation tillage in the Western corn belt. I. Soil and water Cons. 32:29-36.
4. BAEUMER, K. and W.A.F. BACKERMANS 1973. Zero-tillage. *Advances in Agronomy*. 27:77-123.
5. BANDEL, V.A., S. DZIENIA, and G. STANFORD. 1980. Comparison of N fertilizers for no-till corn. *Agron. J.* 72:337-341.
6. BLEVINS R. L., COOK D., S.H. PHILLIPS and R. E. PHILLIPS. 1971. Influence of no tillage on soil moisture. *Agron. J.* 63:593-596.
7. BLEVINS R. L; M.S. SMITH; G.W. THOMAS and W.W. FRYE 1983. Influence of conservation tillage on soil properties. *Journal of soil and water conservation* 38(3):301-305.
8. BRITO J. y L. PEÑA. 1980. Determinación del factor "R" de la ecuación universal de predicción de erosión hídrica en la provincia de Ñuble. *Agricultura Técnica* 40(4):152-156.
9. BYERS, R. A., R.L. MANGAN and W.C. Jr. TEMPLETON 1983. Insect and slug pest in forage legume seedlings. *J. Soil and water cons.* 38(3).
10. CONNELL R. Q.; F.B. ELLIS; D.G. CHRISTIAN; J.P. GRAHAM and J.T. DOUGLAS 1980. The growth and yield of winter cereals after direct drilling, shallow excavation and ploughing on non-calcareous clay soils, 1974-1980. *J. Agr. Sci. (Cambridge)* 94:345-349.
11. CROMACK, H. T. H.; W.I. DAVIES; A. ROWLANDS; PRYTHORCH, E. I.; J. DAVIES 1978. The replacement of old swards using herbicides and cultivation techniques. *Proceedings, 1978 British Crop Protection Conference Weeds*, 333-339.

12. CUSSANS, G. W. 1977. Weed control in reduced cultivation and direct drilling systems. Outlook on Agriculture, 8:240-242.
13. DORAND J. W. 1980. Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage. Soil. Sci. Soc. Am. J. 44:765-771.
14. DOUPNIK, B. Jr. and M.B. BOOSALIS 1980. Ecofallow a reduced tillage system and plant disease. Plant Disease 64:31-35.
15. EDWARDS, C. A. 1975. Effects of direct drilling on the soil fauna. Outlook on Agriculture. 8:243-244.
16. ERNST, J. W., and H. F. MASSEY 1960. The effects of several factor on volatilization of ammonia formed from urea in soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 24:87-90.
17. FENSTER, C. R. 1977. Conservation tillage in the Northern plains. J. Soil and water Cons. 32:29-36.
18. FLEIGE H. and K. BAEUMER 1974. Effect of zero-tillage on organic carbon and total nitrogen content, and their distribution in different N-fractions in loessial soils. Agro-Ecosystems 1, 19-29.
19. GANTZER, C. J. and G. R. BLAKE 1978. Physical characteristics of le sueur clay loam soil following no till and conventional tillage. Agron. J. 70:853-857.
20. HANSEN, H.O., J.V. ZELJKOVICH 1982. Investigación en labranza reducida en el área de Pergamino. En. Seminario labranza reducida en el Cono Sur. Caballero, D.H. y Díaz, R. (Ed). IICA. CIAAB pp.55-66
21. HARNOLD L.L. and W.M. EDWARDS 1972. J. soil water conservation 33:20-28.
22. HARGROVE, W.L., D.E. KISSEL and L.B. FENN 1977. Field Measurements of ammonia volatilization from surface applications of ammonia salts to a calcareous soil. Agron. J. 69:473-476.
23. HARGROVE W.L.; J.T. REID.; TOUCHTON, J.T. and R.N. GALLAGHER 1982. Influence of tillage practices on the fertility status of an soil double cropped to wheat and soybeans. Agronomy Journal 74:684-687.
24. JOLLY R.W., W.M. EDWARDS and D. ERBACK 1983. Economics of conservation tillage in Iowa. J. soil water conservation 38(3):291-294.

25. LATTANZI A.R. y H. MARELLI 1982. Avances en la investigación sobre el comportamiento de los sistemas de labranzas conservacionistas en la E.E.R.A. Marcos Juárez. En. Labranza reducida en el Cono Sur. Ed. H. Caballero y R. Díaz. IICA, CIAAB 67-77.
26. MALDONADO I., N. RODRIGUEZ, P. DEL CANTO y J. CHAVARRIA 1983. Producción de trigo en el secano interior. Limitantes y expectativas de producción del área. Investigación y Progreso Agrícola, Quilamapu N°16.
27. MENGEL, D.B., D.W. NELSON, and D. M. HUBER 1982. Placement of nitrogen fertilizers for No-till and conventional till corn. Agron. J. 74:515-518.
28. MERINO R, J. ETCHEVERS, L. PEÑA y O. NAVEA 1979. Efecto de sistemas de manejo de suelo sobre la erosión y producción en viñedos de secano. Agricultura Técnica 39(2):35-40.
29. MILLAR A. et al. 1975. Movimiento de nitrato en el suelo volcánico bajo diferentes regímenes de riego. Turrialba, Costa Rica 5(2):139-143.
30. MOLDENHAUER W.C.; G.M. LANGDALE; WILBURFRYE; D.K. Mc COOL, R.J. PAPERDICK, D.E. SMITH and D. WILLIAN FRYREAR. 1983. Conservation tillage for erosion control. J. soil water conservation 38(3) 144-151.
31. MONREAL C.M. 1975. Estudio de la lixiviación del N-NO<sub>3</sub> y N-NH<sub>4</sub> en un suelo Quiriquina de la provincia de Ñuble. Tesis de Ingeniero Agrónomo. U. de Concepción 69p.
32. MONTEITH. J. L. 1980. Soil temperature and crop growth in the tropics.
33. MURPHY, L. 1983. Fertilizer placement: A primer. J. of soil and water. Cons. 38(3):246-249.
34. NAYLOR, R.E.L., A.H. MARSHALL and S. MATHEWS 1983. Seed establishment in directly drilled. Herbage abstracts , 53(2):73-91.
35. ONSTAD C.A. 1972. Trans. Am. Soc. Agro. Eng. 15:287-289.
36. PEÑA L. 1978. Control de erosión mediante dos niveles de densidad de paja en un trumao de lomaje. Agricultura Técnica 38:49-53.

37. PEÑA L. 1983. Determinación de los factores R, K y C de una ecuación de predicción de erosión para la precordillera de la VIII región. Estudio preliminar Agricultura Técnica 43(2):151-158.
38. PEÑA L. 1984. Labranza de conservación de suelos. Boletín divulgativo, Universidad de Concepción.
39. PHILLIPS R.E. 1981. Soil moisture. IN: No-tillage research: Research reports and reviews. Ed: R.E. Phillips, G.W. Thomas and R.C. Blevins. Univ. Ky., Lexington pg. 23-42.
40. RICE, C.W. and M.S. SMITH 1982a. Microbiological N transformation in no-tilled soil. Agronomy Abstract. Am. Soc. Agron. Madison, Wic. p. 196.
41. RICE, C.W. and M.S. SMITH 1982b. Denitrification in no-till and plowed soils. Soil. Sci. Soc. Am. J.; 46:1168-1173.
42. RIECK, C. E. and HERRON, J.W., 1974. Proc. No-tillage Res. Conf., 1974:42-45.
43. ROBERTSON, W.K., H.W. LUNDY., G.M. PRINE., W.L. CURREY 1976. Planting corn in sod and small grain residues with minimum tillage. Agronomy Journal, 68:271-276.
44. ROGGI R.R. 1969. Estudio de la lixiviación de N-NO<sub>3</sub> en un suelo Arra<sup>u</sup>yan de la provincia de Ñuble. Tesis Ing. Agrónomo. U. de Concepción 96p.
45. ROJAS, G.A. 1982. Cero labranza en cultivos de la zona central de Chile. Resultados de investigación 1979-1982. En: Seminario Labranza reducida en el Cono Sur. Ed: Caballero, D.H. y Díaz, R. IICA CIAAB. Pág. 131:138.
46. ROWLANDS, A. 1976. A comparison of glyphosate and paraquat for sward desiccation prior to direct drilling of fodder cops. Proceedings, 1976 British Crop Protection Conference-Weeds, 2:597-602.
47. SADZAWKA M.A. y M.A. CARRASCO 1985. Química de los suelos volcánicos En: suelos volcánicos de Chile. J. Iosso (Ed) Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
48. SOZA, R.F. 1982. Experiencias en labranza reducida en cultivos realizados por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA Chile. En: Seminario Labranza reducida en el Cono Sur. Caballero, D.H. y Díaz R. (Ed) IICA. CIAAB pp.113-130.

49. SOZA, R. F.; A. VIOLIC; F. KOCHER y Th. STILWELL 1979. Cero labranza en el cultivo del maíz. *Simiente*. Vol.49(2) 21p.
50. TERMAN; G.L. 1979. Volatilization of nitrogen as ammonia from surface applied fertilizers, organic amendments and crop residues. *Adv. Agron.* 31:189-223.
51. THOMAS G.W., R.L. BLEVINS, R.E. PHILLIPS and M.A. McMAHON. Effect of killed soil mulch on nitrate movement and corn yield. *Agron. J.* 65:736-739.
52. TOUCHTON, J. T., and W.L. HARGROVE 1982. Nitrogen sources and methods of application for No-tillage corn production. *Agron. J.* 74:823-826.
53. VOLK.G.M. 1959. Volatile loss of ammonia following surface application of urea to surface bare soils. *Agron. J.* 51:746-749.
54. WITT, W.W. 1981. Weed control in No-tillage In: No-tillage research Reports and reviews., Phillips, R.E.; Thomas, G.W.; Blevins, R.L. (Ed). University of Kentucky College of Agricultural Experiment Station, Lexington, pp.96-102.
55. YARHAM, D.J. 1975. The effect on non-phoughing on cereal disease. *Outh. Agric.* 8:245-247.
56. ZUNINO H. y F. BORIE 1985. Materia orgánica y procesos biológicos en suelos alofénicos En: Suelos volcánicos de Chile. Juan Tosso (Ed.) Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

## CURRICULUM VITAE

NOMBRE : PEDRO ISMAEL DEL CANTO SALGADO  
TITULO : Ingeniero Agrónomo, Universidad de Concepción,  
Facultad de Agronomía, 1974.  
CARGO : Ecología de la Producción Agropecuaria.

### PUBLICACIONES.

DEL CANTO, S.PEDRO, 1978. Estudio sobre competencia entre plantas de trigo con y sin carbón hediondo (*Tilletia Foetida*) en diferentes densidades de siembra (Tesis de Grado). Universidad de Concepción, Escuela de Agronomía, Chillán-Chile.

DEL CANTO, S.PEDRO Y ORMEÑO, N.JUAN 1981. Cero Labranza. Ventajas, desventajas y uso potencial en la VIII Región. Investigación y Progreso Agropecuario - Chile (9):2-3.

DEL CANTO, S.PEDRO 1982. Producción de trigo en el secano interior de la VIII Región. Investigación y Progreso Agropecuario - Chile. (12):12-15.

VIDAL, P. IVAN Y DEL CANTO, S.PEDRO 1983. Propiedades físicas de los suelos de Ñuble, VIII Región. Agricultura Técnica. Vol. 43(3) 195-202.

MALDONADO, I.I.: RODRIGUEZ, S.N.: DEL CANTO, S.P. Y CHAVARRIA, R.J. 1983. Producción de trigo en el secano interior. I. Limitantes y expectativas de producción del área. Investigación y Progreso Agropecuario-Chile (16):2-9.

DEL CANTO, S.P.: MALDONADO, I.I.: RODRIGUEZ, S.N. Y CHAVARRIA, R.J. 1983. Producción de trigo en el secano interior. II. Rol de la Variedad. Investigación y Progreso Agropecuario-Chile. (16):10-12.

RODRIGUEZ, S.N.: DEL CANTO, S.P.: MALDONADO, I.I. Y CHAVARRIA, R.J. 1983. Producción de trigo en el secano interior. III. Uso de nitrógeno y fósforo para una producción rentable. Investigación y Progreso Agropecuario - Chile (16):14-18.

DEL CANTO, S.P. Y KRAMM, M.V. 1984. Preparación de suelos en cereales. Comparación de tres sistemas de labranza. Investigación y Progreso Agropecuario - Chile (en prensa).

NOTA: Además cuenta con otras publicaciones.

CURRICULUM VITAE

NOMBRE : ALEJANDRO DEL POZO LIRA

TITULO : Licenciado en Ciencias, con mención en Biología.

PUBLICACIONES

POIANI, A. y DEL POZO, A. Efecto de la defoliación experimental en Colli-  
guaya odorífera ( Mol ) . Revista de Historia Natural.

DEL POZO, A. 1985. Zonación microclimática en el matorral: efecto de los  
manchones de arbustos. Tesis de Magister.

FUENTES, E. y DEL POZO, A. Efecto de las hierbas nativas e introducidas  
en la sobrevivencia de plántulas de arbustos, en el matorral.  
(manuscrito).

DEL POZO, A., NOVOA, R., GARCIA-HUIDOBRO J. y VILLASECA, S. 1984. Tempera-  
tura y ontogenia en Trigos de Primavera. (Traducida al inglés para  
su publicación).

## CURRICULUM VITAE

NOMBRE : RICARDO PATRICIO MADARIAGA BURROWS

TITULO : Ingeniero Agrónomo, Universidad de Concepción,  
Enero 1976.

CARGO : Programa Fitopatología Estación Experimental Quilama-  
mapu.

### PUBLICACIONES

MELLADO Z., MARIO y MADARIAGA B., RICARDO.- Título : ANCOA-INIA, cultivar de trigo para la zona centro-sur. Agricultura Técnica Año 1982. Vol: Pág : 42 (1) 79-80.

MADARIAGA B., RICARDO, MELLADO Z., Mario, CHAMORRO F., HERNAN, BARRALES V., LUIS y BERATTO M. EDMUNDO. Título : Influencia de la época de siembra y del polvillo de la hoja (Puccinia coronata Cda). en el rendimiento en grano de la avena (Avena sativa L.) en la provincia de Arauco. Año 1983. Agricultura Técnica. Vol: Pág. 43(3):276-272.

MELLADO Z., Mario, MADARIAGA B., RICARDO, CHAMORRO G., HERNAN Y BARRALES V., LUIS. Título : Epocas de siembra para trigo (Triticum aestivum L.) en la Provincia de Arauco. Rendimiento, peso del hectolitro y sedimentación. Año 1983. Agricultura Técnica. Vol: Pág. 43(4):291-296.

MADARIAGA B., RICARDO Y MELLADO Z., MARIO. Título : Efecto de concentraciones de inóculo del hongo Gaeumannomyces graminis var. tritici sobre características agronómicas de un trigo (Triticum aestivum L.). Año 1985. Agricultura Técnica. Vol: Pág.: 45(1):15-20

MELLADO Z., MARIO Y MADARIAGA B., RICARDO. Título : Onda-INIA, cultivar de trigo de primavera, para la zona centro-sur de Chile. Año 1985. Agricultura Técnica. Vol: Pág.:45(1) 57-58.

\_\_\_\_\_ / Título : Sipa-INIA, cultivar de trigo de primavera, para la zona centro-sur de Chile. Año 1985. Vol:Pág.: 45(1):59

Nota : Cuenta además con otras publicaciones.

## CURRICULUM VITAE

NOMBRE : RAFAEL NOVOA SOTO-AGUILAR  
TITULO : Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Ph.D. Agroclimatólogo.  
Universidad de Concepción, 1961.  
CARGO : Lider Programa Ecología y Manejo.

### PUBLICACIONES

- NOVOA, R.A. 1962. Elementos menores en suelos cultivados con alfalfa. Tesis Ingeniero Agrónomo, 168 pp.
- \_\_\_\_\_ 1971. Métodos de lucha contra las heladas. Boletín, INIA 16 p.
- \_\_\_\_\_ 1973. Fertilización del Maíz. Agricultura y Progreso 5(1):4.
- NOVOA, R.A. 1973. Productividad Primaria y Clima. Agricultura Técnica 33(3): 134-146.
- RAMIREZ, R. y NOVOA, R.A. 1973. Producción de Hortalizas bajo Plástico, Boletín Técnico N°61, SAG-INIA. 100 p.
- NOVOA, R.A. 1974. Interacción entre factores del medio ambiente, de la planta y de manejo. Simiente 42(4):26.
- \_\_\_\_\_ y NAVARRETE, M. 1974. Radiación Solar y Evapotranspiración. Simiente 45(3):17.
- CUNIC, LL., GARRIDO, D., PRADO, O. y NOVOA, R.A. 1976. Productividad del tomate en el Valle de Aconcagua. Simiente 46(1):26.
- NOVOA, R.A. 1976. Alternativas de Producción de Cebolla Valencina. El Campesino 10(9):34-37.
- NOVOA, R.A. y LOOMIS, R.S. 1981. Nitrogen and Plant Production. Plant and Soil 58:177-204.
- \_\_\_\_\_ 1981. Modelo dinámico del metabolismo del nitrógeno en Plantas Superiores. I. Descripción del Método. Agricultura Técnica 41(1): 41-48.
- \_\_\_\_\_ 1981. Modelo dinámico del metabolismo del nitrógeno en Plantas superiores. II. Validación del modelo. Agricultura Técnica 41(1): 49-53.
- NOVOA, R.A.; LOOMIS, R.S. y Mc DERMITT. 1981. Integration of Nitrate and Ammonium Assimilation in Higher Plants. In Genetic Engineering of Symbiotic Nitrogen Fixation and Conservation of Fixed Nitrogen. Lyons, J.M.; Valentine, R.C.; Phillips, D.A., Rains, D.W. and Huffaker R.C., eds. p. 263-638. Plenum Press. New York.
- NOIA: Además cuenta con un sinnúmero de otras publicaciones.

CURRICULUM VITAE

NOMBRE : JORGE S. RIQUELME SANHUEZA

PROFESION : INGENIERO AGRONOMO, UNIVERSIDAD DE CONCEPCION,  
1978-1982.

- PUBLICACIONES
- Riquelme, J. y Hetz, Edmundo. 1985. Equipos pequeños. Revista del campo de El Mercurio.
  - Mera, J. y Riquelme, J. 1985. Multicultor ICAT-INIA, La Platina, INIA N° 29. pp. 4-7.
  - Riquelme, J.; Jetz, E.; Melin, P. y Reyes, F. 1984. Desarrollo de un modelo para estimar la energía solar disponible en Chillán. Anales 2 semana de la energía, Universidad de La Frontera, Temuco. pp. 119-129.
  - Mery, J. y Riquelme, J. 1985. Manual de Operaciones. Multicultor ICAT-INIA. Serie : Preparación de suelo y transporte. Casilla 439 Correo 3 Santiago.
  - Hetz, E. y Riquelme, J. 1985. Uso Eficiencia de la Maquinaria Agrícola de un Predio Mediante Programación Lineal. AGROSUR 13(2): 99-103.

## CURRICULUM VITAE

NOMBRE : NICASIO RODRIGUEZ SANCHEZ

TITULO : Ingeniero Agrónomo, Universidad de Concepción-Chile.  
1968.  
Master of Science, North Caroline State University  
at Raleigh, EE.UU., 1976.

CARGO : Fertilidad de suelos.

### PUBLICACIONES

- RODRIGUEZ, S.N. 1967. Fertilización N<sub>x</sub>P y análisis Foliar en remolacha (Tesis de Grado). Universidad de Concepción, Escuela de Agronomía, Chillán-Chile.
- RODRIGUEZ, S.N. 1969. El maíz y su cultivo. Región Centro sur (Talca a Bío-Bío). Boletín Técnico N°3. INIA-Chillán.
- RODRIGUEZ, S.N. Y ARAOS, F. 1970. Técnica del ácido ascórbico en la colorimetría de fósforo del suelo extraído por el método de Olsen. Agricultura Técnica 30(3):146-149.
- RODRIGUEZ, S.N. 1971. Fertilización en maravilla. Agroinformativo Regional, COMARSA. Chillán.
- RODRIGUEZ, S.N. 1975. Growth patterns and nitrogen uptake of there corn hybríds varieties. (tesis mimeografiada). North Caroline State University at Raleigh. USA.
- RODRIGUEZ, S.N. 1976. Uso de fertilizantes en frejoles. Agroinformativo Regional. INIA - Chillán.
- RODRIGUEZ, S.N. Y MELLADO, Z.M. 1978. Eficiencia de dos fertilizantes nitrogenados en un cultivo de trigo de primavera. Investigación y Progreso Agropecuario, Chile 9(1):9-12.
- MELLADO, Z.M. Y RODRIGUEZ, S.N. 1983. Tolerancia de genotipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) a bajas disponibilidades de fósforo en el suelo. Agricultura Técnica (en prensa.)
- RODRIGUEZ, S.N. Y CHAVARRIA, R.J. 1984. Algunos factores que influyen en la nutrición de los cultivos. Su importancia sobre los rendimientos. Investigación y Progreso Agropecuario, Chile. (19):13-17.

NOTA: Cuenta además con otras publicaciones.