

# 2.

## Sistemas de labranzas conservacionistas en horticultura a campo.

Efecto de las propiedades físicas, químicas, biológicas del suelo, bajo siembra directa y transplante en combinación con abonos verdes antecesores, sobre la producción de hortalizas en sistemas agroecológicos.

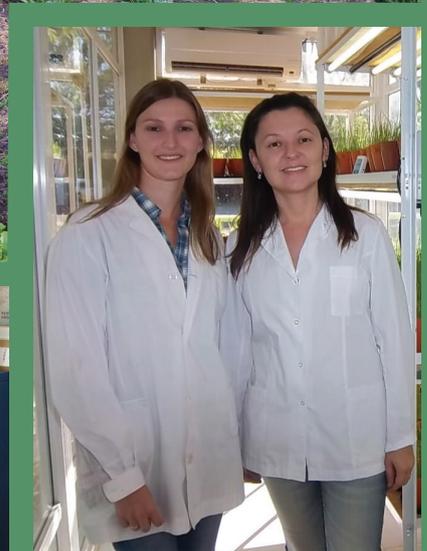
Ullé, J.<sup>1</sup>; Faggioli, V. <sup>2</sup>; Serri, D. <sup>2</sup>; Ortega y Villasana, P. <sup>1</sup>;  
Darder, L.<sup>3</sup>; Dalpiaz, J.<sup>3</sup>; Garcia, L.<sup>3</sup>; Farroni, A.<sup>3</sup> ; Rimatori F<sup>3</sup>. ;  
Colombini, D.<sup>3</sup> ; Villalba F.<sup>3</sup> ; Rondán, A.<sup>3</sup>.



1. EEA INTA San Pedro, Ruta nº 9  
Km 170 CP B2930ZAA.  
E-mail: [ulle.jorge@inta.gov.ar](mailto:ulle.jorge@inta.gov.ar)

2. Suelos Biología EEA INTA  
Marcos Juárez.

3. Suelos Gestión Ambiental EEA INTA  
Pergamino. Laboratorio CERBAN.



# RESUMEN

Durante los años 2007-2012 fueron analizados dos tratamientos de sistemas de implantación de cultivos hortícolas; uno siembra directa de semillas (SD) y otro transplante de plantines (TR). Estos se combinaron con cuatro antecesores de manejo de suelos. Los tratamientos antecesores fueron: (H1) barbecho desnudo estival antes del policultivo de lechuga, acelga, remolacha, (H2) moha antes del policultivo de lechuga, acelga, remolacha, (H3) sorgo forrajero antes del cultivo de cebolla de verdeo, (H4) avena antes del cultivo de zapallo. El experimento tuvo diseño factorial con dos sistemas de implantación, cuatro antecesores y tres repeticiones. En el período 2007-2009 fueron analizadas las variables, físicas, químicas, biológicas de la matriz del suelo: densidad aparente (DAP), infiltración básica (IB), porosidad total (PT), distribución de macroporos (MP), mesoporos (MSP), microporos (MCP), estabilidad de agregados (IEA), pH, conductividad eléctrica (CE), sulfatos (SO<sub>4</sub>), carbono orgánico total (COT), nitrógeno total (NT), fósforo extractable

(Pe), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na), capacidad de intercambio catiónico (CIC), respiración (AB), carbono en la biomasa microbiana (CBM), coeficientes metabólicos (qCO<sub>2</sub>), fluoresceína difosfato (FDA) y fosfatasa ácida (Pasa). También fueron registrados los rendimientos de las hortalizas luego de los antecesores. El análisis estadístico de todas las variables se realizó mediante dos procedimientos, modelos lineales (ANOVA, STEPWISE) y componentes principales (ACP). Existieron interacciones significativas entre sistema de implantación SD y TR y antecesores H1, H2, H3, H4, pero no fueron tan acentuadas, como la separación de tratamientos de SD y TR mediante ACP, lo que explicó el 83,4% de la variación ocurrida. Las variables biológicas y la IB explicaron en mayor medida los resultados obtenidos al favor del TR en los pesos medios de plantas de lechuga y acelga. Por el contrario las variables químicas y el IEA explicaron en mayor medida los resultados obtenidos a favor de la SD en los pesos medios de plantas de remolacha.

**PALABRAS CLAVES:** sistemas de implantación, coberturas vegetales, matriz del suelo.

## 1 - INTRODUCCIÓN

Desde inicios de los 80, los sistemas hortícolas adoptaron sistemas de labranzas basados en la remoción de suelos con secuencias de laboreos primarios, secundarios y cultivadores de campo en forma continua. Posteriormente esto provocó efectos de deterioro en la calidad de suelos y sus propiedades físicas, químicas, biológicas, conllevando a la mayor utilización de inputs externos en los cultivos hortícolas a campo. En la misma época, en cultivos de soja, maíz, la siembra directa se expandía en la agricultura exten-

siva, dejando atrás la remoción de suelos, mientras que aún en los sistemas hortícolas seguían existiendo limitaciones para la más amplia adopción de tecnologías de mínima labranza, reducida, o cero. La adopción y diseño de sistemas de labranzas conservacionistas en la horticultura a cielo abierto debe ser estudiado en experimentos de mediana a larga duración, en la medida que laboreos, equipos o coberturas vegetales inadecuadas pueden ocasionar atrasos en las fases de desarrollo de los cultivos provocando disminución del

rendimiento (Morse, 1999). Las hortalizas son de rápido ritmo de crecimiento, manejo intensivo y atrasos en sus fases fenológicas pueden repercutir gravemente en la productividad de los cultivos. Johnson & Hoyt (1999) recopilaron gran cantidad de ensayos comparativos de sistemas de labranzas conservacionistas frente a laboreos con remoción de suelos reportando cambios importantes en las propiedades físicas y la acumulación de agua en el perfil del suelo a favor de los sistemas de mínima labranza. En los suelos labrados convencionalmente existía una mayor porosidad y menor densidad aparente, pero esto finalmente no se traducía en una mayor acumulación de agua en los horizontes superficiales. Por otra parte las labranzas conservacionistas a menudo son combinadas con cultivos de cobertura o abonos verdes, lo que deja gran cantidad de residuos en superficie, esto aún más beneficiaba la acumulación de agua por menor evaporación, pero más difícil hacía la implantación de cultivos sobre coberturas, sin una mecanización acorde a

estas nuevas tecnologías (Morse, 1999). Otro aspecto levantado fue que los residuos en superficie también contribuían a una menor amplitud térmica del suelo, sin embargo en climas templados la menor temperatura invernal de suelos poco labrados llevaba a una disminución de la absorción de potasio y fósforo y traía aparejado una mayor pérdida de nutrientes por lixiviación. En general la mayor repercusión de los sistemas de laboreo conservacionistas sobre las propiedades químicas se observaba en una mayor capacidad de intercambio catiónico. Los sistemas conservacionistas también demostraban mayor acumulación y disponibilidad de fósforo inorgánico en superficie y las posibilidades de aprovechamiento de fuentes de fósforo orgánico a ser utilizado por las plantas. Los sistemas de labranzas conservacionistas o de laboreo también afectan las propiedades biológicas como la biomasa microbiana, respiración, en función de la diferente exposición de los residuos. En los conservacionistas los residuos quedan expuestos a la superficie,



Aspecto de un suelo de la serie Ramallo degradado física-química y biológicamente por labranzas convencionales. Ahora caracterizado en su capa superficial ocríca, por color claro, pobre en materia orgánica y con costras superficiales.

y en los convencionales son incorporados y descompuestos por el mayor contacto con el perfil del suelo. Treonisa *et al* (2010) encontraron, en los primeros 0-5cm de suelos bajo aplicación de enmiendas orgánicas, efectos superficiales marcados para la mayoría de las variables biológicas, materia orgánica, respiración, nematodos, grupos funcionales de bacterias y hongos,

pero los efectos se transferían en profundidad en perfil del suelo, solo cuando había remoción e incorporación por labranzas. Infante *et al* (1996) en experiencias de investigación adaptativa junto a productores, trabajaron con diferentes antecesores de leguminosas combinados con sistemas de implantación de brócoli, sobre suelos sin laboreo o provenientes de labranza conven-



Aspecto de un suelo de la Serie Ramallo, manejado con residuos en superficie, mínima labranza e inter-plantación de hortalizas de hojas y coles en otoño invierno en la EEA San Pedro.

cional, demostrando buen control de malezas y productividad en las parcelas de cultivos subsecuente a la labranza cero sobre cobertura de leguminosas. En los sistemas agro-ecológicos, los sistemas conservacionistas pueden brindar un subsidio vital a cerca de herramientas que contribuyan a disminuir el uso de insumos externos y generar nuevas tecnologías para el control integrado de malezas y el manejo de fertilización orgánica. Sin embargo muchas dudas existen aún cuanto a la forma más eficaz de implantación de los cultivos hortícolas en sistemas agroecológicos. Así por ejem-

plo en condiciones de altos residuos generados por las coberturas vegetales, la implantación y nacimiento de semillas hortícolas de menor peso se vuelve limitante. De cualquier forma lograr formas eficaces de implantación de cultivos hortícolas en sistemas agroecológicos y de agricultura orgánica es uno de los principales desafíos a tener en cuenta. El objetivo de este trabajo fue conocer en qué medida los sistemas de siembra directa y transplante, combinados con abonos verdes estivales, podían ser una alternativa eficaz en la implantación de hortalizas en sistemas agroecológicos.

## 2 - MATERIALES Y METODOS

Un experimento de diseño factorial y tres repeticiones fue implantando desde 2007 a 2012 en la EEA San Pedro sobre un suelo Argiudol Vertico de la serie Ramallo, en la Unidad II, 33° 44,05' 33" S y 59° 47' 56,22" O de latitud. El objetivo del trabajo fue conocer la adaptabilidad de diferentes hortalizas de hojas, bulbos y frutos, al sistema de transplante (TR) o siembra directa (SD). Estos sistemas fueron combinados con diferentes antecesores de manejo de suelos tales como barbecho desnudo (H1), moha (H2), sorgo forrajero (H3), avena (H4), generando diferente tipos de residuos previos a la incorporación al suelo. En este trabajo se analizó el primer ciclo de los cultivos hortícolas implantados desde 2007 a 2009. En otoño-inverno luego de los antecesores, H1, H2, fueron implantados lechuga, acelga, remolacha en hileras contiguas de policultivos a 0,70 m entre las mismas, en el antecesor H3 cebolla de verdeo a 0,40m y en primavera en el antecesor H4 zapallo a 1,2 mts, entre hileras. Todos los suelos para la implantación fueron preparados mediante mínimo laboreo y durante el cultivo, el control de malezas y riego fue manejado en plano (sin canteros) con carpidas manuales y riego por cintas de goteo respectivamente. Un área experimental de 5000m<sup>2</sup> (ver plano de experimento EEA San Pedro) durante 2006 fue diseñada con 6 calles horizontales de alfalfa equidistantes de 9 m de largo

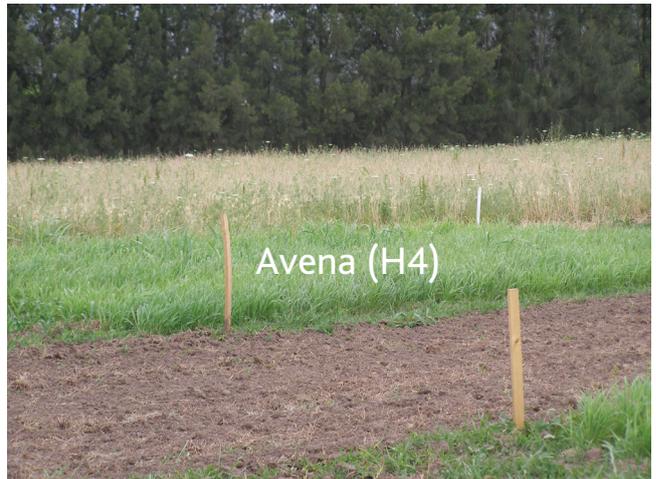
por 44 m de ancho cada una y 4 calles verticales de alfalfa de 3 m de ancho por 56 m de largo cada una; de modo de optimizar la instalación de cabezales de riego y tránsito de maquinaria agrícola interno para labranzas y cosecha. Los bloques de SD y TR con los tratamientos fueron delineados alternadamente a las calles de alfalfa en ambas direcciones, de modo de prever efectos de contigüidad entre las parcelas de tratamientos. Cada unidad experimental tuvo 7 mt de ancho x 9 mt de largo (63 m<sup>2</sup>) totalizando 24 parcelas experimentales resultantes de 2 sistemas de implantación de cultivos (SD, TR); cuatro antecesores (H1, H2, H3, H4) y tres repeticiones. En el primer ciclo del experimento de larga duración, todas las parcelas fueron tratadas por igual en otoño (abril) con dos aplicaciones año por medio (2007, 2009) de compost, en dosis de 30 Ton / ha, con mínima incorporación al suelo al momento de implantación de los cultivos. Fueron realizados tres muestreos de variables químicas de suelos, antes de cada aplicación de enmienda orgánica y después de la cosecha de los cultivos. Al final del primer ciclo de este ensayo en otoño 2010 se efectuó un muestro de variables físicas de suelos, así como tres muestreos de variables biológicas. Las variables de estudio levantadas se correspondieron con propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos, denominadas en conjunto "matriz del suelo". Las



Moha (H2)



Barbecho Desnudo (H1)



Avena (H4)



Sorgo Forrajero (H3)



Experimento de la Unidad II, donde se observan las parcelas experimentales de 63 m<sup>2</sup> cada una, con respectivo cabezal individual de riego.



Experimento de la Unidad II, donde se observa el aspecto de las parcelas en los tratamientos de transplante con policultivo, lechuga, acelga, remolacha.



Distribución de compost altamente estabilizado obtenido en la EEA San Pedro, durante dos períodos del primer ciclo de evaluación en parcelas del ensayo de la Unidad II.

mismas, fueron levantadas con dos submuestras y su leyenda, metodología de estudio y forma de registro fueron listadas en la Tabla A. Cada año en 2007, 2008, 2009, en todos los tratamientos fueron cosechados los cultivos de lechuga, acelga, remolacha, cebolla verdeo, zapallos para determinación del peso medio de planta y rendimiento por m<sup>2</sup>, pesando todas las plantas de la hilera del cultivo (Tabla B). A su vez la SD y TR fueron replicadas a nivel de lote experimental en superficies de 1000 m<sup>2</sup> de forma de amplificar posibles efectos de los tratamientos en áreas mayores que permitían un régimen más constante y uniforme del desplazamiento de la maquinaria agrícola en la implantación de los cultivos. El análisis estadístico para todas las variables fue llevado a cabo por dos procedimientos estadísticos, mediante programa INFOSTAT (Di Rienzo, 2011). Uno mediante análisis de modelos lineales donde fueron analizados por ANOVA, interacciones significativas entre fuentes de varia-

ción, comparación de medias y selección de variables regresoras con ajuste del mejor modelo de regresión múltiple. Otro consistió en el análisis multivariado mediante componentes principales (ACP), para explicar la participación y ponderación de cada variable original en la variabilidad total de los datos obtenidos y en su nueva expresión mediante vectores de los componentes principales (CP). El objetivo de la investigación fue conocer el comportamiento y producción de diferentes hortalizas de hojas al sistema de siembra directa (SD) y transplante (TR), combinado con cuatro antecesores de manejo de suelos, barbecho desnudo (H1), moha (H2), sorgo forrajero (H3), avena (H4), estos diferentes cuanto a residuos al momento de la incorporación. Otro objetivo fue comparar valores de los parámetros físicos, químicos, biológicos, para comprender y relacionar el funcionamiento de la matriz del suelo, con los métodos de implantación y rendimiento de los cultivos.



Unidad I. Ensayo de labranza convencional con aplicación de enmiendas orgánicas.

Unidad II. Ensayo de labranza conservacionista con aplicación de enmiendas orgánicas y abonos verdes.

Unidad III. Ensayo de labranza conservacionista con cultivos de cobertura.

Unidad IV. Ensayo de labranza convencional de cultivo de batata.

| ECOISLA Alfalfa             |               |               |               |               |
|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Bloque 1<br>Siembra Directa | Hojas 1<br>H1 | Hojas 2<br>H2 | Hojas 3<br>H3 | Hojas 4<br>H4 |
| ECOISLA Alfalfa             |               |               |               |               |
| Bloque 2<br>Transplante     | Hojas 1<br>H1 | Hojas 4<br>H4 | Hojas 3<br>H3 | Hojas 2<br>H2 |
| ECOISLA Alfalfa             |               |               |               |               |
| Bloque 3<br>Siembra Directa | Hojas 4<br>H4 | Hojas 1<br>H1 | Hojas 3<br>H3 | Hojas 2<br>H2 |
| ECOISLA Alfalfa             |               |               |               |               |
| Bloque 4<br>Transplante     | Hojas 4<br>H4 | Hojas 2<br>H2 | Hojas 3<br>H3 | Hojas 1<br>H1 |
| ECOISLA Alfalfa             |               |               |               |               |
| Bloque 5<br>Siembra Directa | Hojas 1<br>H1 | Hojas 4<br>H4 | Hojas 2<br>H2 | Hojas 3<br>H3 |
| ECOISLA Alfalfa             |               |               |               |               |
| Bloque 6<br>Transplante     | Hojas 4<br>H4 | Hojas 3<br>H3 | Hojas 2<br>H2 | Hojas 1<br>H1 |

Plano y diseño experimental del ensayo de SD y TR en combinación con antecesores de hortalizas de hojas, bulbos y frutos (H1, H2, H3, H4) en la Unidad II de la EEA San Pedro.

| Variables   | Métodos  |
|---|--|
| <b>Físicas:</b>   |  |
| Densidad aparente (DAP).<br>Porosidad total (PT).<br>Capacidad de campo (CC).<br>Coeficiente de marchitez permanente (CMP).<br>Estabilidad de agregados (IEA).<br>Infiltración básica (IB).   | Método del cilindro ISO/FDIS 11272 (1998).<br>Distribución de macroporos (MP: rangos 300 > 300-60 micrones), mesoporos (MSP: rangos 60-30 y 30-15 micrones) y microporos (MCP: < 15 micrones).<br>Humedad gravimétrica: diferentes potenciales de succión.<br>Placa extractora de presión a 15 atm.<br>Laboratorio CERBAN.<br>Permeámetro de discos Ankeny 1991. |
| <b>Químicas:</b>  |  |
| pH.<br>Conductividad eléctrica (CE).<br>Sulfatos (SO <sub>4</sub> ).<br>Carbono orgánico total (COT).<br>Nitrógeno total (NT).<br>Fósforo extractable (Pe).<br>Cationes intercambiables calcio (Ca) y magnesio (Mg).<br>Cationes intercambiables potasio (K) y sodio (Na).<br>Capacidad de intercambio catiónico (CIC). | Potenciométrico - Agua 1:2,5.<br>Conductimétrico - Agua 1:2,5.<br>Turbidímetro.<br>Combustión húmeda - Walkley & Black.<br>Destilación micro-Kjeldahl.<br>Colorimétrico pH < 7,6 - Bray & Kurtz 1.<br>Volumetría complejométrica - Schollenberger & Simon.<br>Fotometría de llama - Schollenberger & Simon.<br>Saturación de amonio - Schollenberger & Simon.    |
| <b>Biológicas:</b>  |  |
| Actividad Biológica (AB): Respiración.<br>Biomasa microbiana (CBM).<br>Coeficientes metabólicos (qCO <sub>2</sub> ).<br>Fosfatasa paranitrofenol (Pasa).<br>Hidrólisis de Fluoresceína diacetato (FDA).   | Jenkinson & Powlson (1976).<br>Jenkinson & Powlson (1976).<br>Cociente entre la Respiración y CBM.<br>Alef & Nannipieri (1995).<br>Alef & Nannipieri (1995).   |

Tabla A. Determinación de variables, físicas, químicas, biológicas de suelos y metodologías de análisis realizadas en el experimento de la Unidad II EEA San Pedro. LABORATORIO REGIONAL INTA CERBAN; LAB BIOLOGIA INTA M.JUAREZ.

| Rendimientos:                       |  |
|-------------------------------------|--|
| Lechuga cv <i>Prima</i> .           | Peso medio de plantas; diámetro de cabezas, rendimiento m <sup>2</sup> , rendimiento lote experimental.  |
| Acelga cv <i>Bressane</i> .         | Pesio medio de atados, largo ancho de hojas, rendimiento m <sup>2</sup> , rendimiento lote experimental. |
| Remolacha cv <i>Green Top</i> .     | Pesio medio de planta, diámetro de tallo, rendimiento m <sup>2</sup> , rendimiento lote experimental.    |
| Cebolla Verdeo cv <i>Victoria</i> . | Peso medio de planta, peso de bulbos y rendimiento m <sup>2</sup> .                                      |
| Zapallo tipo <i>butternut</i> .     | Peso medio de planta, peso de bulbos y rendimiento m <sup>2</sup> .                                      |

Tabla B. Componentes del rendimiento de hortalizas de hojas, bulbos y frutos evaluados en parcelas experimentales y lotes de producción de la Unidad II EEA San Pedro.



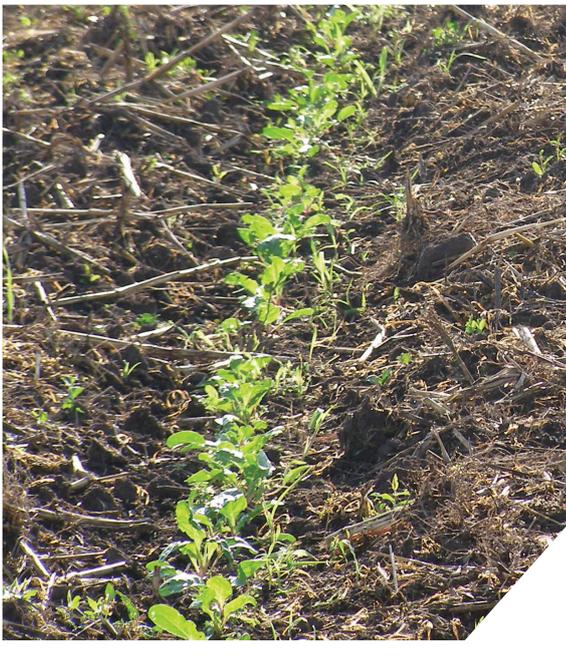
Sembradora neumática de hortalizas JUMIL de acople tres puntos y tres hileras de cultivo, utilizada para la siembra directa de semillas en suelos con labranza reducida y manejo de residuos en superficie en la EEA San Pedro.



Transplantadora de plántulas de hortalizas de tres puntos, dos hileras de surcos, sistema de pinzas y movimientos accionado por engranajes mecánicos, en suelos con labranza reducida y manejo de residuos en superficie en la EEA San Pedro.



Lechuga cultivar prima cosechada y acondicionada para registro de peso medio de planta.



Aspecto de un lote de experimentación (1000m<sup>2</sup>) comparando siembra directa vs trasplante sobre residuos de cultivos estivales laboreados con mínima labranza.

### 3 RESULTADOS

Cuando las variables químicas fueron comparadas en función del tratamiento antecesor de manejo de suelos, el carbono (COT), nitrógeno (NT), fósforo (Pe) difirieron significativamente, a favor de las medias del tratamiento H1 en contraste con H4. La principal diferencia de manejo de suelos entre estos, fue la presencia de barbecho desnudo en la época estival en H1 frente al cultivo de avena otoño invernal en H4. Esto no contribuyó a una mejor comprensión de los resultados, en la medida en que estas variables podrían haber disminuido ante la mayor oxidación del suelo desnudo en barbecho estival (H1). Los tratamientos estivales moha (H2) y sorgo (H3) con suelo cubierto, permanecieron estadísticamente indiferentes entre H1 y H2 (Tabla n°1). Hubo interacciones significativas entre antecesores del manejo de suelos y sistemas de implantación, con valores de magnesio (Mg) superiores en sorgo (TR H3) y transplante de cebolla con rela-

ción a la siembra directa (SD H3) y con valores de potasio (K) superiores en moha siembra directa (SD H2) seguido de policultivo de lechuga, acelga, remolacha con relación al transplante (TR H2) (Tabla n°2). Esto demostraría que las coberturas a nivel de cationes podrían provocar efectos de mayor provisión, lo que no fue comprobado para el resto de los macronutrientes. Cuando se analizan las variables biológicas también se observan diferencias entre tratamientos antecesores de manejo de suelos, siendo los valores CBM superiores en H2 con relación a H4, lo cual podría estar demostrando el efecto más favorable de la cobertura de moha estival (H2) para fracciones lábiles del carbono del suelo con relación a la avena otoño invernal (H4) (FIG.1). Pero sin embargo la Pasa en H4 superó significativamente a H1, mostrado en este caso la ventaja del verdeo otoño invernal con relación al suelo desnudo (FIG.2). Dentro de las variables físicas los contras-

| H1      | H2       | H3       | H4      |
|---------|----------|----------|---------|
| C       |          |          |         |
| 19,24 a | 18,79 ab | 18,89 ab | 17,42 b |
| N       |          |          |         |
| 1,66 a  | 1,62 ab  | 1,63 ab  | 1,50 b  |
| Pe      |          |          |         |
| 80,67 a | 57,27 ab | 60,57 ab | 46,87 b |
| Na      |          |          |         |
| 0,61 b  | 0,97 a   | 0,83 ab  | 0,75 ab |

Tabla N°1. Variables químicas y diferencias significativas entre tratamientos antecesores de manejo de suelos.

| H1        |          | H2      |          | H3        |         | H4      |         |
|-----------|----------|---------|----------|-----------|---------|---------|---------|
| SD        | IT       | SD      | IT       | SD        | IT      | SD      | IT      |
| Mg        |          |         |          |           |         |         |         |
| 2,50 ab   | 2,13 ab  | 2,76 ab | 2,02 ab  | 1,40 b    | 2,72 a  | 2,30 ab | 1,76 ab |
| K         |          |         |          |           |         |         |         |
| 1,41 abcd | 1,63 abc | 1,69 a  | 1,30 bcd | 1,38 abcd | 1,67 ab | 1,26 cd | 1,11 d  |

Tabla N°2. Variables químicas con interacción significativa entre tratamientos antecesores de manejo de suelos y sistema de implantación de cultivos.

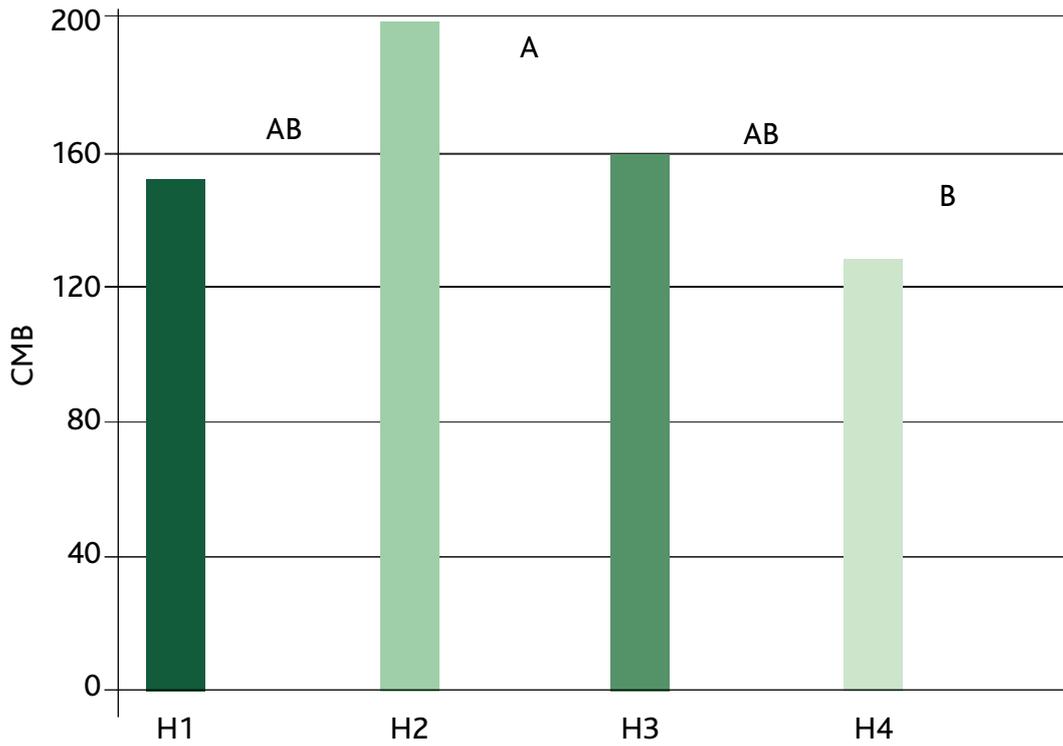


Figura 1. Variable biológica carbono en la biomasa microbiana (CBM) y diferencias significativas entre tratamientos antecesores de manejo de suelos.

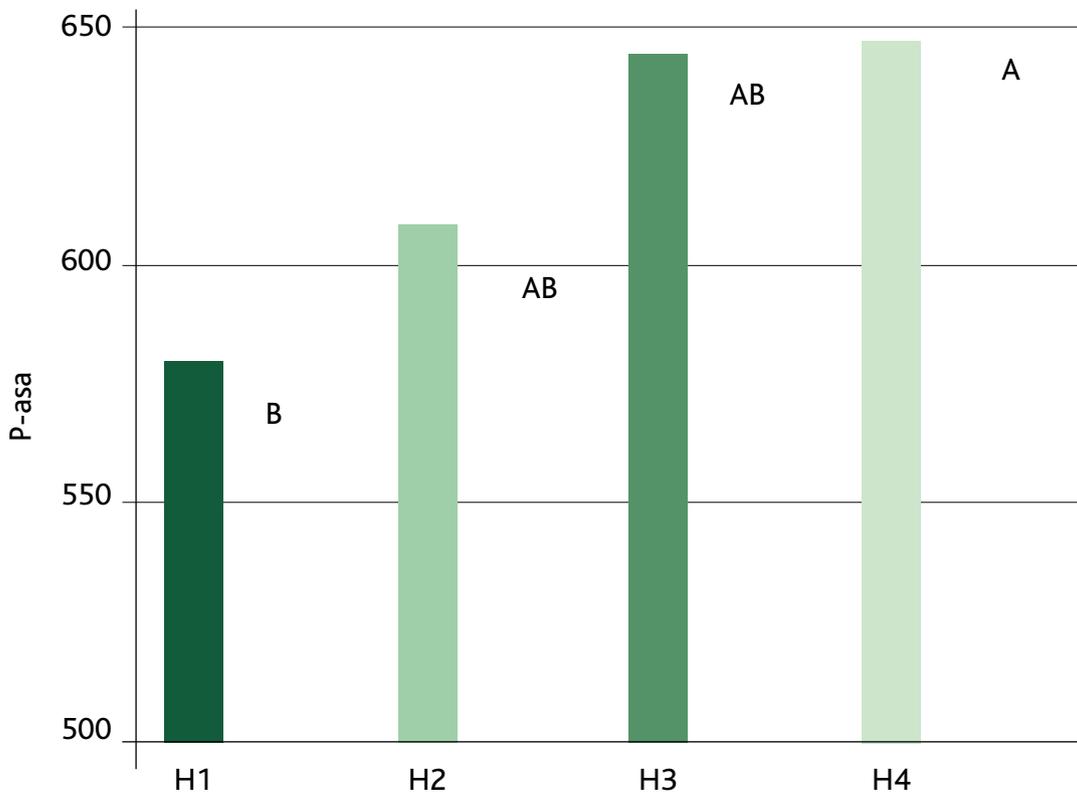


Figura 2. Variable biológica fosfatasa ácida (Pasa) y diferencias significativas entre tratamientos antecesores de manejo de suelos.

tes entre antecesores verificaron que la Porosidad total y sus componentes de macroporos (rango 300-60) y mesoporos (rango 60-30) fueron superiores con el antecesor Sorgo (H3) que sobre moha (H2) y avena (H4), sin embargo con relación a barbecho desnudo (H1) no hubo diferencias (FIG 3). La infiltración mostró una fuerte interacción significativa entre el tratamiento H1 y el sistema transplante (TR1) donde los valores superaron a todo el resto de los tratamientos, es decir que el barbecho desnudo estival y la remoción favorecieron una mejor condición para al entrada de agua al suelo con relación al resto de las coberturas (FIG.4). Por el contrario el IEA de agregados tuvo una fuerte interacción demostrando que la SD y el antecesor avena (SDH4) superaron al resto de los tratamientos, siendo este escenario más favorable en términos de estructura y agregación de suelos que las coberturas estivales y los barbechos desnudos (FIG 5). Es importante analizar las ventajas y desventajas de los tratamientos planteados, en términos de posibles escenarios de aplicación agronómica al manejo de suelos, donde coexisten secuencias de cultivos que incluyen simultáneamente, barbechos desnudos, coberturas estivales, otoño invernales, en un mismo ciclo rotacional. Así por ejemplo la cobertura estival de sorgo fue importante para lograr una mejor provisión de

Mg al suelo, y un sistema de macro y mesoporos superior al resto de los tratamientos con cobertura. La cobertura estival de moha permitió mayores valotes de potasio y CBM cuando comparados con la cobertura de avena, pero esta última fue superior en valores de Pasa e IEA. El barbecho desnudo presentó mayores valores de macronutrientes asociados a la materia orgánica (C, N, P) acompañado de valores superiores de IB básica. Cada tratamiento demostró ventajas y desventajas, pero la complejidad de la matriz suelos en su conjunto de variables físicas, químicas, biológicas, debió ser analizada mediante otras formas, a seguir más adelante, para permitir separar más aún el efecto de los tratamientos. Los rendimientos de los cultivos en lechuga, evaluados a través del peso medio de plantas y su diámetro de cabeza demostraron en dos de los tres años (2008, 2009) una fuerte interacción significativa a través de la superioridad del tratamiento transplante de lechuga sobre suelo proveniente de barbecho desnudo (TR H1). Cuando se analizan los rendimientos por m<sup>2</sup> en las parcelas de tratamiento de 63 m<sup>2</sup>, los rendimientos siguen siendo a favor del transplante indistintamente de la condición de barbecho (H1) o moha (H2) (Tabla n° 3). Otra tendencia vista, en dos años (2007, 2009) fue en el peso medio de los atados de acelga y su largo de hoja, cuyo valor

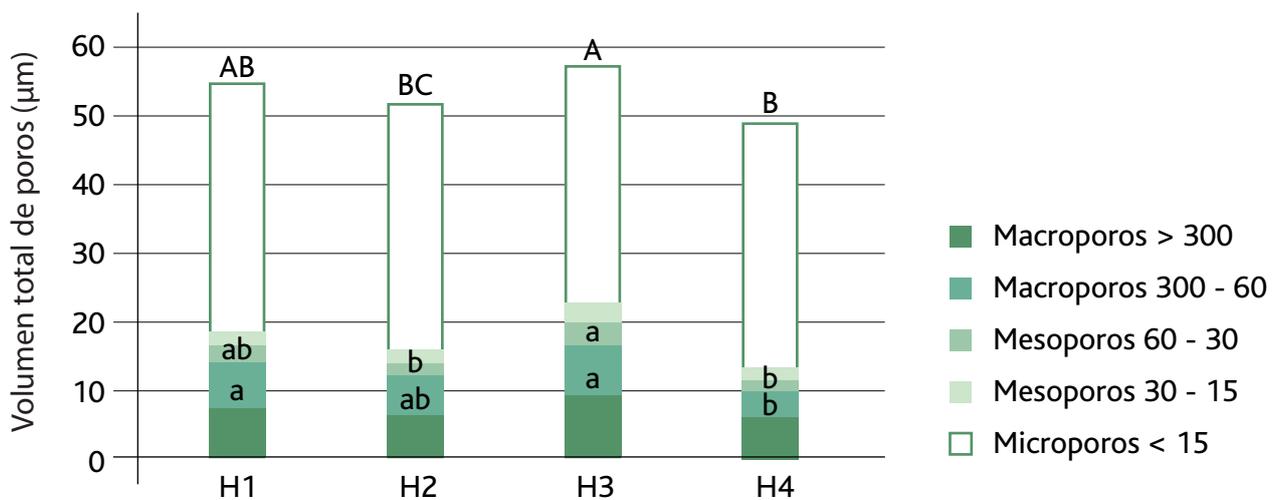


Figura 3. Variables físicas de porosidad en rangos de macro y meso poros y diferencias significativas entre tratamientos antecesores de manejo de suelos.

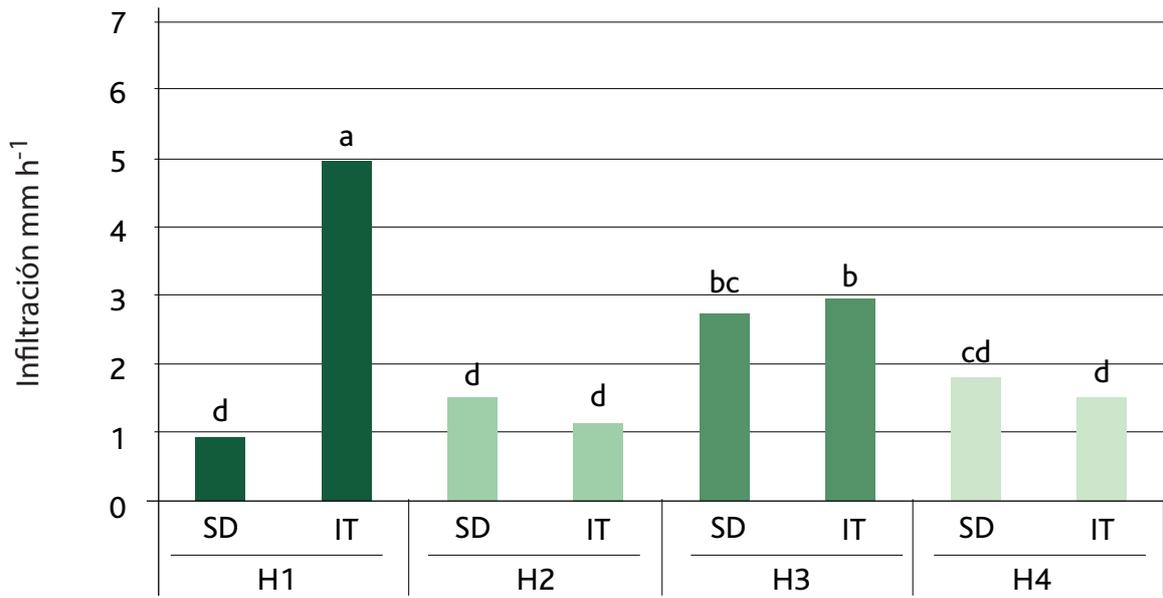


Figura 4. Variables físicas infiltración básica y diferencias significativas entre tratamientos antecesores de manejo de suelos.

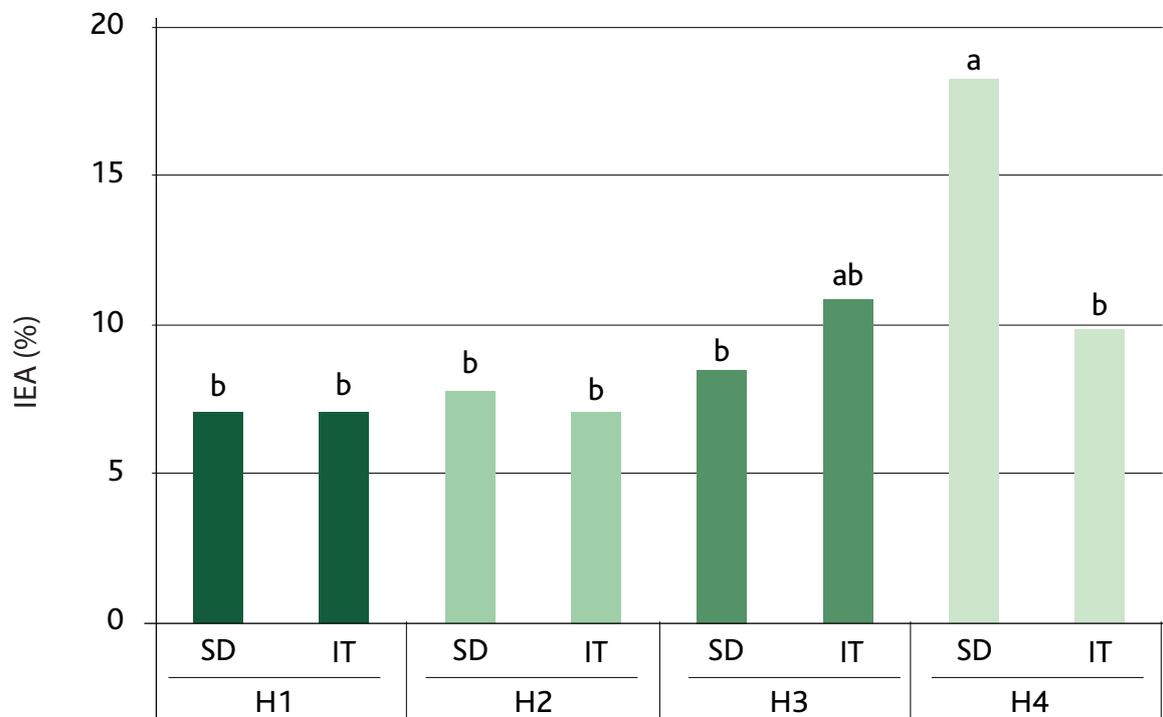


Figura 5. Variables físicas Índice de Estabilidad Agregados y diferencias significativas entre tratamientos antecesores de manejo de suelos.

fue superior en el transplante (TR) con relación a la Siembra Directa (SD), independientemente del antecesor estival H1, H2. (Tabla n° 4). Cuando se analizaron los rendimientos por m<sup>2</sup> a nivel de lote experimental (1000 m<sup>2</sup>), los de lechuga y acelga siguen siendo favorables al transplante (Tabla n° 5). En remolacha el peso medio de los tallos, fue generalmente a favor de la SD versus el TR, sin interacción con los

antecesores de cobertura, pero los rendimientos a nivel de lote experimental no mostraron diferencias significativas (Tabla n° 6). Por el comportamiento visto la lechuga tuvo una fuerte interacción positiva con el transplante (TR) sobre suelo desnudo (TR H1), la acelga una mejor adaptación ante el transplante (TR) en forma indistinta del antecesor H1 y H2, y la remolacha manifestó un comportamiento promisorio a fa-

| Peso medio de planta gr       | 2007      | 2008      | 2009      |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Transplante Hojas TRH1        | 110.094 C | 256.43 A  | 512.25 A  |
| Transplante Hojas TRH2        | 106.575 C | 222.56 B  | 457.37 B  |
| S. Directa Hojas 1 SDH1       | 135.468 B | 102.37 D  | 118.73 C  |
| S. Directa Hojas 2 SDH2       | 161.442 A | 141.13 C  | 115.46 C  |
| Diámetro cm                   | 2007      | 2008      | 2009      |
| Transplante Hojas TRH1        | 6.4738 BC | 11.3832 A | 13.2753 A |
| Transplante Hojas TRH2        | 6.0994 C  | 9.8206 B  | 12.9521 A |
| S. Directa Hojas 1 SDH1       | 6.6073 BA | 7.0688 C  | 10.7869 B |
| S. Directa Hojas 2 SDH2       | 7.0199 A  | 6.3136 C  | 8.3833 C  |
| Rendimiento m <sup>2</sup> kg | 2007      | 2008      | 2009      |
| Transplante Hojas TRH1        | 1254 A    | 1994 A    | 2532 A    |
| Transplante Hojas TRH2        | 1180 A    | 1813 A    | 2388 A    |
| S. Directa Hojas 1 SDH1       | 854 A     | 559 B     | 805 B     |
| S. Directa Hojas 2 SDH2       | 1029 A    | 1054 B    | 915 B     |

**Tabla N° 3.** Peso promedio, diámetro de cabezas, y rendimientos por m<sup>2</sup> de plantas de lechuga cv *prima* en tres años sucesivos bajo transplante (TRH1 TRH2) o siembra directa (SDH1, SDH2) en suelo desnudo o cubierto, en ensayo de la EEA INTA San Pedro. Cada unidad experimental 63m<sup>2</sup>.

| Peso medio de atados gr | 2007    | 2008      | 2009      |
|-------------------------|---------|-----------|-----------|
| Transplante Hojas TRH1  | 233 A   | 966.14 B  | 1840.24 A |
| Transplante Hojas TRH2  | 256 A   | 719.14 C  | 1885.83 A |
| S. Directa Hojas 1 SDH1 | 79 B    | 1681.86 A | 1203.63 B |
| S. Directa Hojas 2 SDH2 | 74 B    | 1122.59 B | 762.86 C  |
| Largo hoja cm           | 2007    | 2008      | 2009      |
| Transplante Hojas TRH1  | 37.23 A | 32.56 C   | 60.993 A  |
| Transplante Hojas TRH2  | 33.03 B | 33.38 C   | 51.660 B  |
| S. Directa Hojas 1 SDH1 | 26.87 C | 44.43 A   | 51.262 B  |
| S. Directa Hojas 2 SDH2 | 27.21 C | 40.97 B   | 47.120 C  |

**Tabla N°4.** Peso promedio de atados, largo de hojas de acelga *cv bressane* en tres años sucesivos bajo transplante (TRH1 TRH2) o siembra directa (SDH1, SDH2) en suelo desnudo o cubierto, en ensayo de la EEA INTA San Pedro.

vor de la siembra directa (SD). Los pesos medios de cebolla de verdeo y zapallo fueron registrados en siembra directa y transplante solo durante 2009, debido a que en los años anteriores los tratamientos con SD de semillas fracasaron como consecuencia de la alta competencia de las malezas, las cuales fueron recurrentes aún con carpidas de control. Los pesos medios de planta de lechuga, acelga, remolacha, fueron relacionados con las propiedades físicas, químicas, biológicas de la matriz del suelo, como variables regresoras, de modo de elegir los modelos de regresión múltiples (stepwise) más predictivos de los resultados encontrados. En el caso del peso medio de lechuga hubo un alto  $R^2$  Aj = 0,95 con la selección de (IB) básica y Respiración (AB). En el caso de peso medio de acelga hubo un  $R^2$  Aj = 0.89 seleccionando el rango de microporos (MCP < 15 micrones), la Pasa e IEA. En el peso medio de planta de

remolacha se encontró un  $R^2$  Aj = 0,65 seleccionando la variable mesoporos (MSP rangos 60-30). Algunas de estas relaciones encontradas, avalan los resultados vistos en el peso medio de plantas y su comportamiento frente a la matriz del suelo. En H1 hubo una alta interacción significativa a favor del peso medio de lechuga, así como también de IB y ambas variables a su vez tuvieron una alta relación y complementaron sus efectos. Otras variables como Pasa, IEA, MCP < 15 en acelga y MSP 60-30 mesoporos en remolacha tuvieron alta relación, sin embargo en la comparación de tratamientos no mostraron interacciones significativas a favor de H1, H2 para con estas variables. A los fines de generar una explicación de los resultados que permitiera visualizar más aún los comportamientos de los antecedentes H1, H2 frente a las propiedades de la matriz del suelo, se observa en la FIG.6 el Biplot en que el CP1

| 2008<br>n°5 (a)    | Peso medio<br>de planta | Diámetro   | Rendimiento<br>m2 |                   |
|--------------------|-------------------------|------------|-------------------|-------------------|
| Transplante TR     | 275.25 A                | 11.2063 A  | 1840.24 A         |                   |
| Siembra Directa SD | 203.88 B                | 10.7319 B  | 762.86 C          |                   |
| 2008<br>n°5 (b)    | Peso atado              | Largo hoja | Ancho hoja        | Rendimiento<br>m2 |
| Transplante TR     | 233 A                   | 37.474 B   | 15.3936 A         | 7611 A            |
| Siembra Directa SD | 74 B                    | 40.350 A   | 15.9600 A         | 65392 B           |

**Tabla N° 5 (a) (b).** Análisis de rendimientos a nivel de lote de experimentación (1000 m2). Peso promedio, diámetro de cabezas, y rendimientos por m2 de plantas de lechuga *cv prima* (a) y peso promedio de atados, largo de hojas y rendimientos de acelga por m2 de *cv bressanne* (b) en tres años sucesivos bajo transplante (TR) o siembra directa (SD) en lote LOTES 8ª, y 7 de experimentación de la EEA INTA San Pedro.

| Peso medio de planta    | 2008      | 2009     | 2010      |
|-------------------------|-----------|----------|-----------|
| Transplante Hojas TRH1  | 246.73 CB | 357.92 B | 277.33 AB |
| Transplante Hojas TRH2  | 194.42 C  | 430.94 A | 279.33 AB |
| S. Directa Hojas 1 SDH1 | 376.99 A  | 436.81 A | 236.67 B  |
| S. Directa Hojas 2 SDH2 | 258.12 B  | 326.33 B | 354.12 A  |

**Tabla N°6.** Peso promedio de plantas de remolacha, *cv green top* en tres años sucesivos bajo transplante (TRH1 TRH2) o siembra directa SDH1, SDH2) en suelo desnudo o cubierto, en ensayo de la EEA INTA San Pedro.

explica el 47,8 % y el CP2 35,6% de la variación ocurrida. A través del eje del CP2 se separaron dos situaciones bien establecidas cuanto a SD y TR; es decir, por un lado hacia arriba de CP2, en la zona de valores positivos se agrupan los tratamientos TRH1, TRH2, junto a la totalidad de las variables biológicas (AB, CBM, qCO2, Pasa, FDA) la DAP, IB básica, macroporos (MP>300), mesoporos (MSP 60-30) y los pesos medios de lechuga y acelga. Es de recordar que estas hortalizas, obtuvieron mayores valores de rendimiento siempre en sistemas de implantación mediante TR y las variables IB, AB, Pasa, ya habían sido seleccionadas en los modelos de regresión múltiple. Es decir que esta afinidad, con la totalidad de las variables biológicas y la IB básica, estarían demostrando por que las plantas bajo el sistema de TR obtienen mejor resultado bajo

esta forma de implantación. Los plantines hortícolas provenientes de sustratos en bandejas y luego transplantedos estarían más inducidos y mejor preparados para el aprovechamiento de estas propiedades de los suelos. No se puede olvidar, que en el ensayo en su conjunto se practicó la fertilización orgánica en dos períodos sucesivos, práctica que va generando una condición de calidad de suelos en su conjunto, pero a su vez en el TR hubo una mayor repercusión de la dimensión biológica. Por el contrario los sistemas de SDH1 SDH2 se agruparon opuestamente en los valores negativos del CP2, explicando sus resultados en mayor medida a partir de todas las variables químicas (PH, CE, COT, NT, Pe, Ca, Mg, K, Na, CIC), el IEA, algunas de las fracciones de la PT tales como: MP300-60, MSP 60-30, MCP< 15 y el peso medio de remolacha. Es de recordar

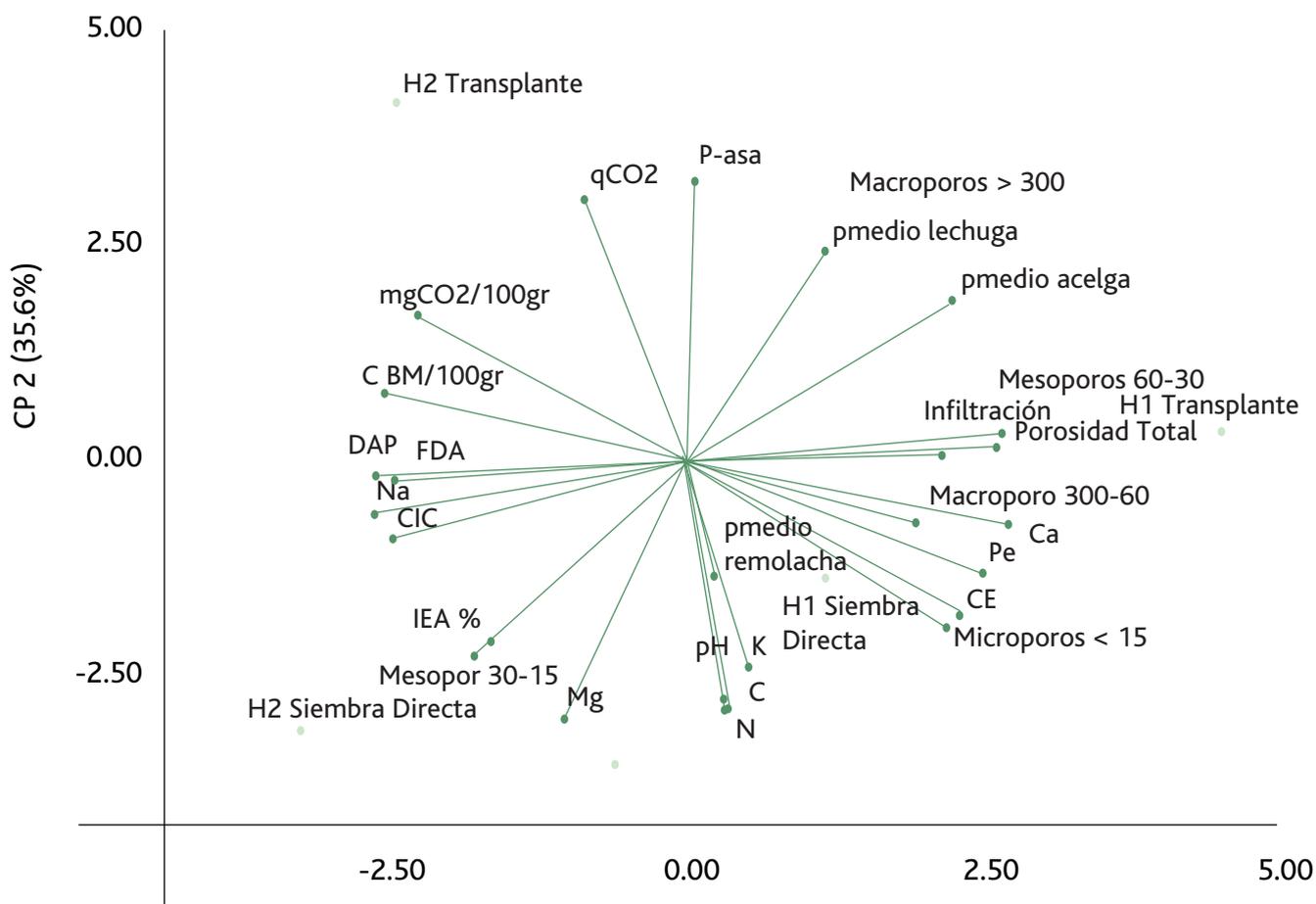


Figura 6. Biplot de análisis multivariado indicando la relación entre componentes principales y las variables de la matriz físico, químico, biológico del suelo en el experimento de SD y TR y distintos antecesores H1, H2.

que la remolacha, obtuvo valores mayores siempre en sistemas de implantación mediante SD y variables como MSP 60-30 ya habían sido seleccionadas a favor en los modelos de regresión múltiple. Sin duda la fertilización orgánica del experimento en conjunto, también contribuyó a una mayor capacidad buffer (pH, CE) y regulación de las variables químicas en SD. Éstas contribuyeron con una mejor provisión de macronutrientes asociados a la materia orgánica, tales como COT, NT, Pe, S, y cationes Ca, Mg, K, Na, asociados a las cenizas del compost. Los resultados obtenidos a cerca del comportamiento de la matriz del suelo en su conjunto bajo sistemas de SD y TR, así como los rendimientos de los cultivos, dejan planteadas nuevas hipótesis de trabajo para estos suelos arcillosos frecuentes en el cinturones hortícola de la zona norte de BsAs. Estos suelos Argiudoles Verticos, podrían estar ser más receptivos a recibir sistemas de implantación de hortalizas bajo transplante conducidos en programas de manejo y conservación de suelos que incrementen sus

propiedades biológicas. Tal vez la gran cantidad de efectos favorables conseguidos con la joven plántula proveniente de sustratos orgánicos y volúmenes de contenedor adecuado, establezcan el continuum necesario con los suelos a través de las propiedades biológicas y su repercusión en el transplante. Por el contrario la implantación por semillas en los sistemas de SD, necesitaría una fertilidad química más manifiesta en rangos de nutrientes potencialmente más altos. Si bien las variables IB y el IEA, no aparecen correlacionadas negativamente, también separan su comportamiento en uno u otro sistema de implantación, siendo la primera importante en el transplante y la segunda en siembra directa. Estos hechos podrían estar relacionados a la diferente dinámica de las labranzas en cada caso. Si bien existieron interacciones significativas entre sistema de implantación SD y TR y antecesores H1, H2, H3, H4, estas no fueron tan marcadas, como la separación de tratamientos de SD y TR planteados desde el análisis de CP.

## 4 — BIBLIOGRAFÍA

- Infante, M. L. & R. D. Morse. Integration of No Tillage and Overseeded Legume Living Mulches for Transplanted Broccoli Production. *Hortscience* 31(3):376–380. 1996.
- Johnson A, M. & G. D. Hoyt. Changes to the Soil Environment under Conservation Tillage. July–September 1999 9(3) 380–393.
- Morse, R. D. No-till Vegetable Production— Its Time is Now. *HorTechnology* July–September 1999 9 (3) 373–379.
- Treonisa, A, M., E, A, Erin., J, S, Buyerb., J,E,Maulb., L,Spicera., I,A,Zasadac. Effects of organic amendment and tillage on soil microorganisms and microfauna. *Applied SoilEcology* 46 (2010) 103–110.

## 5 — AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Adrian Andriulo, del Grupos Suelos y Gestión Ambiental EEA Pergamino por su orientación en propiedades física-químicas y calidad de suelos, a la Lic en Estadística Belen Conde; EEA Marcos Juarez, por sus aportes en la orientación de modelos lineales y multivariados. A los Sres auxiliares técnicos de campo de la EEA San Pedro (Grupo Ingeniería de Cultivos) Facundo Aolita, Jorge Piris, (cuidado y conducción del experimento)

Guillermo Díaz, Esteban Fleita; Ramón Medina (tareas complementarias). A los Sres Belicio Minutti , Jorge Martinez; Hugo Medina ( maquinaria agrícola, servicios generales). A la Lic Fedra Albarracin, Biblioteca EEA San Pedro, por sus aportes bibliográficos. A la Dra N. Francescangeli, Dr H. Marti, e Ing. Paunero y Dr. C. Budde, por su comprensión en el trabajo diario del grupo.