

## RESUMEN

En el área de regadío del Valle Bonaerense del Río Colorado (VBRC) que comparten los partidos de Villarino y Patagones, los niveles de materia orgánica (MO) de suelo son bajos (1-2%) y frecuentemente el nutriente limitante es el nitrógeno (N). La existencia de riego promueve diversas alternativas de producción y el manejo del N en cualquiera de estas opciones suele ser una dificultad, que a menudo se supera fertilizando los cultivos en exceso. Por otra parte, a pesar de que los suelos de la región son susceptibles a erosionarse por acción del viento, muchas veces se mantienen desnudos durante el barbecho mediante labranzas o aplicaciones de agroquímicos. La utilización de cultivos de cobertura (CC) de vicia villosa (*Vicia villosa* Roth.) en el área de riego del VBRC como antecesor de cultivos comerciales, puede ser una alternativa factible para acortar los tiempos de barbecho, así como también mejorar las condiciones químicas y físicas del suelo para los cultivos sucesores. Este cambio en el ambiente edáfico permitiría una mayor eficiencia de uso de recursos como agua o fertilizantes. Para estudiar la capacidad de producción de materia seca y fijación de N de la vicia y su posterior efecto sobre el cultivo de maíz siguiente y el suelo, se realizaron entre 2006 y 2008, dos ciclos de ensayos a campo y uno en invernáculo. El estudio de campo se realizó en EEA INTA H. Ascasubi, partido de Villarino, Provincia de Buenos Aires (39° 22' S, 62° 39' O). Se utilizaron cultivos puros de vicia villosa (secados en diferente momento), de avena (*Avena sativa* L.) y un barbecho como testigo. El retraso de dos semanas en el secado aumentó en 3,6 Mg MS ha<sup>-1</sup> la producción de vicia y el contenido de N se incrementó en 126 kg N ha<sup>-1</sup>. Además, con CC de vicia como antecesor se evidenció un incremento significativo en la disponibilidad de N que alcanzó los 120 kg N ha<sup>-1</sup> a la siembra del maíz. Este incremento se tradujo en mejores condiciones para el cultivo de maíz, que mostró rendimientos de hasta 2 Mg ha<sup>-1</sup> superiores con antecesor vicia. Los CC de vicia mejoraron la eficiencia de uso del nitrógeno en grano respecto del testigo. Mediante un ensayo en invernáculo, se comprobó

además, la posibilidad de un cambio en el pH del suelo de hasta 1,5 unidades luego de 120 días de incubación. Este cambio se relacionó con el pH inicial del suelo, su textura y su contenido de carbono orgánico, y con las características del residuo. El  $P_e$  aumentó con el agregado de residuos, lo que demostró el efecto del cambio de pH sobre la dinámica del P en el suelo.

## SUMMARY

In the irrigated area of the Colorado River Valley (CRV), located in Villarino and Patagones, province of Buenos Aires, Argentina, soil organic matter (OM) levels are low (1-2%). Nitrogen (N) is the most frequent limiting nutrient. Irrigation benefits a variety of production alternatives. Nitrogen handling, in any of these options, usually happens to be a difficulty that is overcome over fertilizing cultivation. Although the region soil is sensitive to wind erosion, many times is kept free of weeds during the fallow period through tillage or the application of agrochemicals. The use of hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) as cover crops (CC) in the CRV irrigated area previous to cash crops can be a feasible alternative to shorten the fallow period as well as it can make improvement in the physical and chemical soil conditions for future crops. This change in the edaphic conditions would mean a greater efficiency of resources such as water and fertilizers. In order to study both vetch dry matter (DM) production capacity and N fixation, as well as its effect on the following corn crop and on soil, two cycles of field plots were made between 2006 and 2008. Fieldwork was made in EEA INTA H. Ascasubi, Villarino, province of Buenos Aires (39° 22' S, 62° 39' W). There were used pure hairy vetch (dried in different moments) and oats crops (*Avena Sativa* L.) and a fallow plot as a reference treatment. The two-week delay in the drying, increased vetch production by 3.6 Mg DM ha<sup>-1</sup> and N content by 126 Kg N ha<sup>-1</sup>. Moreover, as a result of the use of vetch as predecessor, there was a significant increase in N availability in corn soil at seeding time, which reached 120 Kg N ha<sup>-1</sup>. This increase resulted in better conditions for the corn crop productivity, which showed higher yields (2 Mg ha<sup>-1</sup>) with vetch as predecessor. Vetch CC improved Nitrogen Use Efficiency (NUEg) for grain production compared to the reference. Additionally, it was found some changes in the soil pH, up to 1.5 units after 120 days of incubation, depending to the initial soil pH, soil organic carbon content and to the residue application. The addition of residues resulted in an increment of extractable phosphorus, proving the effect of pH change in the dynamics of P on the ground.

## BIBLIOGRAFÍA

- Allison, FE. 1966. The fate of nitrogen applied to soils. *Adv. Agron.* 18:219-258
- Altieri, M. 1999. *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable.* Ed. Nordan-Comunidad.
- Alvarez, R & CR Alvarez. 2000. Soil organic matter pools and their associations with carbon mineralization kinetics. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64:184-189
- Alvarez, R. 2005. Fertilización de maíz. Cap. 7. P 91-110 Fertilización de cultivos de granos y pasturas. Diagnóstico y recomendación en la Región Pampeana. Coord. Álvarez, R. Ed. Facultad Agronomía, Universidad de Buenos Aires
- Alvarez, CR; R Alvarez; S Grigera & RS Lavado. 1998. Associations between organic matter fractions and the active soil microbial biomass. *Soil Biol. Biochem.* 30:767-773
- Alvarez, C; C Scianca, M Barraco, A Quiroga & M Díaz Zorita. 2009. Impacto de diferentes coberturas invernales sobre el movimiento de agua en suelo. Jornadas Nacionales Sistemas productivos sustentables: fósforo, nitrógeno y cultivos de cobertura. Bahía Blanca, 10 y 11 de agosto de 2009.
- Alvarez, R & H Steinbach. 2006. Efecto del sistema de labranza sobre la materia orgánica. Cap. 6. P 69-78. *Materia Orgánica. Valor agronómico y dinámica en suelos pampeanos.* Coord. Álvarez, R. Ed. Facultad Agronomía, Universidad de Buenos Aires.
- Andriulo, A; C Sasal & M Rivero. 2001. Los sistemas de producción conservacionistas como mitigadores de la pérdida de carbono edáfico. P 17-28. En "Siembra Directa II" INTA (Ed. Panigatti, Buschiazzo & Marelli)
- Baigorria, T & C Cazorla. 2009. Evaluación de especies como cultivo de cobertura en sistemas agrícolas puros en siembra directa. Jornadas Nacionales Sistemas productivos sustentables: fósforo, nitrógeno y cultivos de cobertura. Bahía Blanca, 10 y 11 de agosto de 2009.
- Baldock, JO; RL Higgs, WH Paulson, JA Jackobs & WD Shrader. 1981. Legume and mineral N effects on crop yields in several crop sequences in the Upper Mississippi Valley. *Agron. J.* 73:887-890
- Barker, AV & GM Bryson. 2007. Nitrogen. P 22-43. In AV Barker & DJ Pilbeam (eds.) *Handbook of plant nutrition. Books in soils, plants and the environment*, v 117. CRC Press.
- Barker, AV & DJ Pilbeam. 2007. Introduction. P 3-18. In AV Barker & DJ Pilbeam (eds.) *Handbook of plant nutrition. Books in soils, plants and the environment*, v 117. CRC Press.
- Barraco, M; C Álvarez & C Scianca. 2009. Aporte de nutrientes y rastrojo de diferentes especies utilizadas como cultivos de cobertura. Jornadas Nacionales Sistemas productivos sustentables: fósforo, nitrógeno y cultivos de cobertura. Bahía Blanca, 10 y 11 de agosto de 2009.
- Bessho, T & LC Bell. 1992. Soil solid and solution phase changes and mung bean response during amelioration of aluminium toxicity with organic matter. *Plant and Soil* 140:183-196.

- Biederbeck, VO; HH Janzen; CA Campbell & R Zentner. 1994. Labile soil organic matter as influenced by cropping practices in an arid environment. *Soil Biol. Biochem.* Vol.26, N° 12, pp 1647-1656
- Blevins, RL; JH Herbeck & WW Frye. 1990. Legume cover crops as a nitrogen source for no till corn and grain sorghum. *Agron. J.* 82:769-772
- Bodke, S & RJ Castells. 1971. Abono verde. Un factor importante en la producción de maíz. Informe técnico N° 95. INTA EERA Pergamino.
- Bollero, GA & DG Bullock. 1994. Cover cropping systems for the central corn belt. *J. Prod. Agric.* 7:55-58
- Bray, RH & LT Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphate in soils. *Soil Sci.* 59:39-45.
- Bremner, JM. 1996. Nitrogen - Total. P 1085-1123. In *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods.* (Ed. D.L. Sparks), SSSA-ASA, Madison, WI, USA.
- Campbell, CA; VO Biederbeck; BG McConkey; D Curtin & RP Zentner. 1999. Soil quality-effect of tillage and fallow frequency. Soil organic matter quality as influenced by tillage and fallow frequency in a silt loam in southwestern Saskatchewan. *Soil Biol. Biochem.* 31:1-7
- Clark, AJ; AM Decker & JJ Meisinger. 1994. Seeding rate and kill date effect on hairy vetch-cereal rye cover crop mixtures of corn production. *Agron. J.* 86:1065-1070
- Clark, AJ; AM Decker; JJ Meisinger; FR Mulford & MS McIntosh. 1995. Hairy vetch kill date effects on soil water and corn production. *Agron. J.* 87:579-585
- Clark, AJ; AM Decker; JJ Meisinger & MS McIntosh. 1997a. Kill date of vetch, rye, and a vetch-rye mixture: I. Cover crop and corn nitrogen. *Agron. J.* 89:427-434
- Clark, AJ; AM Decker; JJ Meisinger & MS McIntosh. 1997b. Kill date of vetch, rye, and a vetch-rye mixture: II. Soil moisture and corn yield. *Agron. J.* 89: 434-441
- Corak SJ; WW Frye & MS Smith. 1991. Legume mulch and nitrogen fertilizer effects on soil and water corn production. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55:1395-1400
- Cordone, G & O Hansen. 1984. Utilización de cultivos invernales como abonos verdes o cobertura en la producción de maíz. Información N° 64. *Carpeta de Producción Vegetal.* INTA EERA Pergamino.
- Cordone, G & O Hansen.. 1986a. Los abonos verdes y su efecto sobre el rendimiento. Información N° 77. *Carpeta de Producción Vegetal.* INTA EERA Pergamino.
- Cordone, G & O Hansen.. 1986b. Utilización de especies invernales como abonos verdes y/o de cobertura para maíz, y su efecto residual sobre el cultivo de trigo. Información N° 80. *Carpeta de Producción Vegetal.* INTA EERA Pergamino.
- Cordone, G. 1990. Efecto de las especies invernales utilizadas como abono verde o cobertura en la producción de maíz. Resultados de tres campañas. Información N° 96. *Carpeta de Producción Vegetal.* INTA EERA Pergamino.

- Crews, TE & MB Peoples. 2004. Legume versus fertilizer sources of nitrogen: ecological tradeoffs and human needs. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 102:279-297
- Decker, AM; AJ Clark; JJ Meisinger; FR Mulford & MS McIntosh. 1994. Legume cover crop contributions to no-tillage corn production. *Agron. J.* 86:126-135
- Di Rienzo JA; F Casanoves; MG Balzarini; L Gonzalez; M Tablada & CW Robledo. InfoStat versión 2010. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
- Ding, G; X Liu; S Herbert; J Novak; D Amarasiriwardena & B Xing. 2006. Effect of cover crop management on soil organic matter. *Geoderma* 130: 229-239
- Doran, JW & M Scott Smith. 1991. Role of cover crops in nitrogen cycling. P 85-90 In Hargrove, W.L., ed. 1991. *Cover Crops for Clean Water*. Ankeny, IA: Soil and Water Conservation Society.
- Drinkwater, LE; P Wagoner & M Sarrantonio. 1998. Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses. *Nature*, vol 396, pp 262-265
- Ebelhar, SA; WW Frye & RL Blevins. 1984. Nitrogen from legume cover crops for no-tillage corn. *Agron. J.* 76:51-55
- Echeverría, H. 2009. Eficiencia de uso de nitrógeno en cultivos extensivos. Jornadas Nacionales Sistemas productivos sustentables: fósforo, nitrógeno y cultivos de cobertura. Bahía Blanca, 10 y 11 de agosto de 2009.
- Echeverría, HE & HR Sainz Rozas. 2006. Nitrógeno. P 69-97. En HE Echeverría y FO García (eds.) *Fertilidad de suelo y fertilización de cultivos*. Ediciones INTA. Buenos Aires, Argentina.
- Fageria, NK & VC Baligar. 2005. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Adv. Agron.* 88:97-185
- Fageria, NK; VC Baligar & BA Bailey. 2005. Role of cover crops in improving soil and row crop productivity. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 36:2733-2757
- FAO. 2004. *Uso de fertilizantes por cultivo en Argentina*. Primera edición. FAO, Roma
- FAO. 2008. La importancia de los cultivos de cobertura en la agricultura de conservación. <http://www.fao.org/ag/ca/es/2a.html>
- Fernández, R & A Quiroga. 2009. Cultivo de cobertura. Alternativas tecnológicas para su implementación y efectos sobre el cultivo sucesor. Jornadas Nacionales Sistemas productivos sustentables: fósforo, nitrógeno y cultivos de cobertura. Bahía Blanca, 10 y 11 de agosto de 2009.
- Fernández, R; A Quiroga; F Arenas; C Antonini & M Saks. 2007. Contribución de los cultivos de cobertura y las napas freáticas a la conservación del agua, uso consuntivo y nutrición de los cultivos. P 51-59. En *Manual de fertilidad y evaluación de suelos*. Publicación Técnica N°71. Ediciones INTA. Noviembre 2007

- Fixen, PE. 2009. Reservas mundiales de nutrientes de los fertilizantes. IPNI Cono Sur. Simposio Fertilidad 2009. Rosario. 12 y 13 de mayo de 2009
- Flores, MM. 1971. Valores de capacidad hídrica de suelos del Valle Bonaerense del Río Colorado. Informe técnico N°13. INTA, Estación cooperativa de experimentación y extensión agropecuaria Hilario Ascasubi.
- Galantini, JA & R Rosell. 1997. Organic fractions, N, P and S changes in an Argentine semiarid Haplustoll under different crop sequences. *Soil & Tillage Research* 42:221-228
- Galantini, JA; MR Landriscini; JO Iglesias; AM Miglierina & R Rosell. 2000. The effects of crop rotation and fertilization on wheat productivity in the Pampean semiarid region of Argentina. 2. Nutrient balance, yield and grain quality. *Soil & Tillage Research* 53:137-144
- Galantini, JA & R Rosell. 2006. Long-term fertilization effects on soil organic matter quality and dynamics under different production systems in semiarid Pampean soils. *Soil & Tillage Research* 87:72-79
- Galantini JA; JO Iglesias; C Maneiro; L Santiago & C Kleine. 2006. Sistemas de labranza en el sudoeste bonaerense. Efectos de largo plazo sobre las fracciones orgánicas y el espacio poroso del suelo. *Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA – INTA)* 35: 15-30.
- Galantini, JA; MR Landriscini; J Iglesias; G Minoldo & R Fernández. 2007. Las fracciones orgánicas como herramienta de diagnóstico. P 46-49. En “La siembra directa en los sistemas productivos del S y SO bonaerense”. *Revista técnica especial AAPRESID, CIC, CERZOS y UNS*. Eds. Galantini *et al.*
- Galantini JA & MR Landriscini. 2007. Momento de fertilización y la dinámica del N: Un caso de estudio. P 66-71. En “La siembra directa en los sistemas productivos del S y SO bonaerense”. *Revista técnica especial AAPRESID, CIC, CERZOS y UNS*. Eds. Galantini *et al.*
- Galantini, JA & L Suñer. 2008. Las fracciones orgánicas del suelo: análisis en los suelos de la Argentina. *Revisión. Agriscientia Vol XXV (1): 41-45*
- Galantini, JA, J Iglesias, MR Landriscini, L Suñer & G Minoldo 2008. Calidad y dinámica de las fracciones orgánicas en sistemas naturales y cultivados. P 71-96. En “Estudio de las fracciones orgánicas en suelos de la Argentina”. Ed. JA Galantini. Editorial de la Universidad Nacional del Sur.
- Hargrove, WL. 1986. Winter legumes as a nitrogen source for no-till grain sorghum. *Agronomy Journal* 78:70-74
- Hassink, J. 1995. Prediction of the non-fertilizer N supply of mineral grassland soils. *Plant and Soil* 176:71-79
- Haynes, RJ. 2000. Labile organic matter as an indicator of organic matter quality in arable and pastoral soils in New Zealand. *Soil Biol. Biochem.* 32:211-219
- Holderbaum JF; AM Decker; JJ Meisinger, FR Mulford & LR Vough. 1990. Fall-seeded legume cover crops for no-tillage corn in the humid east. *Agron. J.* 82: 117-124

- Hoyt, PB & RC Turner. 1975. Effects of organic materials added to very acid soils on pH, aluminum, exchangeable NH<sub>4</sub>, and crop yields. *Soil Science* 119:227–237
- Hue, NV & I Amien. 1989. Aluminum detoxification with green manures. *Communication in Soil Science and Plant Analysis* 20:1499-1511.
- Huntington, TG; JH Grove & WW Frye. 1985 Release and recovery of nitrogen from winter annual cover crops in no-till corn production. *Commun. Soil Sci. Plant Anal* 16:193-211
- Kumar K & KM Goh. 2000. Crop residues and management practices: effects on soil quality, soil nitrogen dynamics, crop yield, and nitrogen recovery. *Adv. Agron.* 68:197-319
- Kuo, S & EJ Jellum. 2000. Long-term winter cover cropping effects on corn (*Zea mays* L.) production and soil nitrogen availability. *Biol. Fertil. Soils* 31:470-477
- Kuo, S & EJ Jellum. 2002. Influence of winter cover crop and residue management on soil nitrogen availability and corn. *Agron. J.* 94:501-508
- Kuo, S; UM Sainju & EJ Jellum. 1997a. Winter cover cropping influence on nitrogen in soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61:1392-1399
- Kuo, S; UM Sainju & EJ Jellum. 1997b. Winter cover crop effects on soil organic carbon and carbohydrate in soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61:145-152
- Lindsay, WL. 1979. *Chemical equilibria in soils*. John Wiley & Sons, New York, NY, 449 pp.
- Mc Vay, KA; DE Radcliffe & WL Hargrove. 1989. Winter legume effects on soil properties and nitrogen fertilizer requirements. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53:1856-1862
- McNeill, A & M Unkovich. 2007. The nitrogen cycle in terrestrial ecosystems. P 37-64. In "Nutrient cycling in terrestrial ecosystems". Eds. Marschner P & Z Rengel.
- Mengel, K & D Steffens. 1982. Beziehung zwischen kationen/anionen-aufnahme von rotklee und protonenabscheidung der wurzeln. *Z. Pflanzenernähr Bodenkd.* 145, 229–236.
- Miguez, F & GA Bollero. 2006. Winter cover crops in Illinois: evaluation of ecophysiological characteristics of corn. *Crop Sci.* 46:1536-1545
- Miguez, F, M Villamil, S Crandall, M Ruffo & GA Bollero. 2009. Los efectos de los cultivos de cobertura sobre los rendimientos de maíz. *Simposio Fertilidad 2009*. IPNI, Rosario.
- Mitchell, WH & MR Teel. 1977. Winter-annual cover crops for no tillage corn production. *Agron. J.* 69:569-573
- Mulvaney, RL. 1996. Nitrogen Inorganic forms. P 1123-1184. En: *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*. Sparks DL (Eds.), SSSA-ASA, Madison, Winsconsin, USA.
- Munawar, A; RL Blevins; WW Frye & MR Saul. 1990. Tillage and cover crop management for soil water conservation. *Agron. J.* 82: 773-777
- Odhiambo, JJO & AA Bomke. 2001. Grass and legume cover crop effects on dry matter and nitrogen accumulation. *Agron. J.* 93:299-307
- Paul, KI; AS Black & MK Conyers. 2001. Effect of plant residue return on the development of surface soil pH gradients. *Biol. Fertil. Soils* 33:75-82



- Pederson, GA; GE Brink & TE Fairbrother. 2002. Nutrient uptake in plant parts of sixteen forages fertilized with poultry litter: nitrogen, phosphorus, potassium, copper, and zinc. *Agron. J.* 94:895-904
- Pieters, AJ. 1927. *Green manuring. Principles and practice.* John Wiley & Sons, New York.
- Piper, CV & R McKee. 1915. *Vetches.* Farmer's Bulletin 515. US Department of Agriculture
- Pocknee, S & ME Sumner. 1997. Cation and nitrogen contents of organic matter determine its soil liming potential. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61:86-92
- Quiroga A, R Fernández, D Funaro & N Peinemann. 2008. Materia orgánica en Molisoles de la región semiárida pampeana. Influencia sobre propiedades físicas y productividad. P 97-116. En "Estudio de las fracciones orgánicas en suelos de la Argentina". Ed. JA Galantini. Editorial de la Universidad Nacional del Sur.
- Quiroga, A; R Fernández; I Frasier & C Scianca. 2009. Cultivos de cobertura. Análisis de su inclusión en distintos sistemas de producción. Jornadas Nacionales Sistemas productivos sustentables: fósforo, nitrógeno y cultivos de cobertura. Bahía Blanca, 10 y 11 de agosto de 2009.
- Ranells, NN & MG Wagger. 1996. Nitrogen release from grass and legume cover crop monocultures and bicultures. *Agron. J.* 88:777-782
- Reeves, DW. 1994. Cover crops and rotations. P 125-172. En Hatfield, JL y BA Stewart (Eds.) *Crops residue management.* CRC Press, Boca Raton, FL.
- Reinbott, TM; SP Conley & DG Blevins. 2004. No-tillage corn and grain sorghum response to cover crop and nitrogen fertilization. *Agron. J.* 96:1158-1163
- Renzi, JP & MA Cantamutto. 2007. Efecto de la densidad de siembra sobre la producción de forraje de *Vicia sativa* L. y *Vicia villosa* Roth. consociada con *Avena sativa* L. *Revista Argentina de Producción Animal.* 27(1): 153-154.
- Renzi, JP & MA Cantamutto. 2008. Producción de forraje de *Vicia villosa* Roth. y *Vicia sativa* L. en siembras puras y en mezcla con *Avena sativa* L. *Revista Argentina de Producción Animal* 28:412-413. 31° Congreso Argentino de Producción Animal. Potrero de los Funes, San Luis.
- Renzi, JP. 2008. Cobertura y producción de biomasa de cultivares y poblaciones de *Vicia spp.* *Revista Argentina de Producción Animal* 28:411-412. 31° Congreso Argentino de Producción Animal. Potrero de los Funes, San Luis.
- Restovich, SB; AE Andriulo & C Améndola. 2008. Definición del momento de secado de diferentes cultivos de cobertura en la secuencia soja maíz. XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. AACs. Potrero de los Funes, San Luis. 13 al 16 de mayo de 2008.
- Rivas, JC & R Matarazzo. 2009. Evaluación de materiales normales de maíz. EEA Ascasubi 2008/2009. <http://www.inta.gov.ar/ascasubi/info/documentos/econ/ecrmaiz09.pdf>

- Robson, AD & LK Abbott. 1989. The effect of soil acidity on microbial activity in soils. In: Robson, A.D. (Ed.), *Soil Acidity and Plant Growth*. Academic Press Australia, Sydney, pp. 139–165.
- Rochester, I & M Peoples. 2005. Growing vetches (*Vicia villosa* Roth) in irrigated cotton systems: inputs of fixed N, N fertilizer savings and cotton productivity. *Plant and Soil* 271:251-264
- Ruffo, ML & AT Parsons. 2004. Cultivos de cobertura en sistemas agrícolas. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur* N°21
- Ruffo, ML. 2003. Factibilidad de inclusión de cultivos de cobertura en Argentina. En *Actas del XI Congreso Nacional de AAPRESID*.
- Sainju, UM & BP Singh. 1997. Winter cover crops for sustainable agricultural systems: influence on soil properties, water quality and crop yields. *HortScience*, Vol. 32 (1)
- Sainju, UM; HH Schomberg; BP Singh; WF Whitehead; PG Tillman & SL Lachnicht-Weyers. 2007a. Cover crop effect on soil carbon fractions under conservation tillage cotton. *Soil & Tillage Research* 96:205-218
- Sainju, UM & BP Singh. 2008. Nitrogen storage with cover crops and nitrogen fertilization in tilled and nontilled soils. *Agron. J.* 100:619-627
- Sainju, UM y BP Singh. 2001. Tillage, cover crop, and kill-planting date effects on corn yield and soil nitrogen. *Agron. J.* 93 : 878-886
- Sainju, UM; BP Singh; WF Whitehead y S Wang. 2007b. Accumulation and crop uptake of soil mineral nitrogen as influenced by tillage, cover crops, and nitrogen fertilization. *Agron. J.* 99:682-691
- Sarandón, S. (Ed). 2002. *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable*. E.C.A. Ediciones Científicas Americanas.
- Sarrantonio, M. 2003. Soil response to surface-applied residues of varying carbon-nitrogen ratios. *Biol. Fertil. Soils* 37:175-183
- Schomberg HH; PB Ford & WL Hargrove. 1994. Influence of crop residues on nutrient cycling and soil chemical properties. In *Managing Agricultural Residues*. Ed. P. Unger. Chapter 6 pp 100-116
- Scianca, C; C Álvarez; M Barraco; A Quiroga & P Zalba. 2008. Cultivos de cobertura en un argiudol típico del noroeste bonaerense. XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. AACCS. Potrero de los Funes, San Luis. 13 al 16 de mayo de 2008.
- Senigagliesi, C & C Torres. 1976. Influencia de algunas rotaciones con leguminosas anuales en el rendimiento de maíz. P 221. IDIA, Suplemento N°32.
- Seo, JH, JJ Meisinger & H Lee. 2006. Recovery of nitrogen-15-labeled hairy vetch and fertilizer applied to corn. *Agron. J.* 98:245-254
- Shipley, PR; JJ Meisinger & AM Decker. 1992. Conserving residual corn fertilizer nitrogen with winter cover crops. *Agron. J.* 84:869-876
- Six, J; P Callewaer; S Lenders; EG Gregorich & K Paustian. 2002. Measuring and understanding carbon storage in afforested soils by physical fractionation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66:1981-1987
- Smith, MS; WW Frye & JJ Varco. 1987. Legume winter cover crops. *Adv. Soil Sci.* vol.7

- Snapp, SS; SM Swinton; R Labarta; D Mutch; JR Black; R Leep; J Nyiraneza & K O'Neil. 2005. Evaluating cover crops for benefits, costs and performance within cropping systems niches. *Agron. J.* 97:322-332
- SSSA. 1997. Glossary of soils science terms. Soil Science Society of America, Madison
- Studdert, GA; G Domínguez; M Eiza; C Videla y H Echeverría. 2007. Materia orgánica particulada y su relación con la fertilidad nitrogenada en el sudeste bonaerense. P 53-70. En "Estudio de las fracciones orgánicas en suelos de la Argentina". Ed. JA Galantini. Editorial de la Universidad Nacional del Sur.
- Stute, JK & JL Posner. 1995. Synchrony between legume nitrogen release and corn demand in the upper Midwest. *Agron. J.* 87:1063-1069
- Sustainable Agriculture Network. 1998. Managing cover crops profitably. Third edition. Ed. A Clark
- Tang, C. 1999. Soil acidification under legumes – an Australian viewpoint. <http://natres.psu.ac.th/Link/SoilCongress/bdd/symp43/1681-t.pdf>
- Tang, C & Q Yu. 1999. Impact of chemical composition of legume residues and initial soil pH on pH change of a soil after residue incorporation. *Plant and Soil* 215: 29-38
- Tang, C; C Sparling; CDA McLay & C Raphael. 1999. Effect of short-term legume residue decomposition on soil acidity. *Australian Journal of Soil Research* 37: 561-573
- Teasdale, JR & AA Abdul-Baki. 1998. Comparison of mixtures vs. monocultures of cover crops for fresh-market tomato production with and without herbicide. *HortScience* 33 (7) 1163-1166
- Unger, PW & MF Vigil. 1998. Cover crop effects on soil water relationships. *Journal of Soil and Water Conservation* 53 (3)
- Utomo, M.; WW Frye & RL Blevins. 1990. Sustaining soil nitrogen for corn using hairy vetch cover crop. *Agronomy Journal* 82:979-983
- Vanzolini, JI; JP Renzi; JM Martínez & O Reinoso. 2010. Efecto de la fecha de siembra sobre la producción de materia seca y la acumulación de N en *Vicia villosa* Roth. como cultivo de cobertura. *Actas del XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo.*, Rosario, Santa Fe.
- Vaughan, JD & GK Evanylo. 1998. Corn response to cover crop species, spring desiccation time, and residue management. *Agron. J.* 90:536-544
- Wagger, MG. 1989a. Cover crop management and nitrogen rate in relation to growth and yield of no-till corn. *Agron. J.* 81:533-538
- Wagger, MG. 1989b. Time of desiccation effects on plant composition and subsequent nitrogen release from several winter annual cover crops. *Agron. J.* 81:236-241
- Wagger, MG; ML Cabrera & NN Ranells. 1998. Nitrogen and carbon cycling in relation to cover crop residue quality. *Journal of Soil and Water Conservation* 53 (3)
- Wilke, BJ & SS Snapp. 2008. Winter cover crops for local ecosystems: linking plant traits and ecosystems function. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88: 551-557

- Xu, RK & DR Coventry. 2003. Soil pH changes associated with lupin and wheat plant materials incorporated in a red-brown earth soil. *Plant and Soil* 250:113-119
- Xu, JM; C Tang & Z Chen. 2006. The role of plant residues in pH change of acid soils differing in initial pH. *Soil Biology & Biochemistry* 38:709-719
- Yan, F; S Schubert & K Mengel. 1996a. Soil pH increase due to biological decarboxilation of organic anions. *Soil Biology & Biochemistry* 28:617-624
- Yan, F; S Schubert & K Mengel. 1996b. Soil pH changes during legume growth and application of plant material. *Biol. Fertil. Soils* 23: 236–242.
- Yan, F & S Schubert. 2000. Soil pH changes after application of plant shoot materials of faba bean and wheat. *Plant and Soil* 220:279-287

# **ANEXO**

**Tabla 1.** Características de los suelos presentes en los ensayos.

		Datos analíticos del perfil C-56 RP		
HORIZONTE		A1	AC	C
Profundidad de la muestra (cm)		2-23	27-67	72-130
Factor de humedad		1,01	1,01	1,01
Materia Orgánica	Carbono orgánico (%)	0,71	0,48	-
	Nitrógeno total (%)	0,08	0,06	-
	Relación C/N	9	8	-
Textura en %	Arcilla (< 2 $\mu$ )	16,4	17,1	12,6
	Limo (2-20 $\mu$ )	8,1	6,5	7,8
	Limo (2-50 $\mu$ )	16,4	16,3	18,4
	Arena muy fina 1 (50-74 $\mu$ )	22,3	13,1	22,8
	Arena muy fina 2 (74-100 $\mu$ )	21,0	28,9	20,7
	Arena fina (100-250 $\mu$ )	23,2	24,1	22,9
	Arena media (250-500 $\mu$ )	0,2	0,1	0,1
	Arena gruesa (500-1000 $\mu$ )	0,3	0,3	0,4
	Arena muy gruesa (1000-2000 $\mu$ )	0,2	0,1	0,1
CaCO <sub>3</sub> (%) V		0,0	vest (n)	2,0
Equivalente de humedad (%)		12,4	12,2	13,0
Resistencia de la pasta (Ohms/cm)		3.720	5.115	5.859
pH en pasta		6,7	7,7	8,0
pH en H <sub>2</sub> O (1:2,5)		7,0	8,0	8,2
pH en 1N KCl		5,6	6,9	7,1
Cationes de cambio (me/100g)				
Ca <sup>++</sup>		12,2	-	-
Mg <sup>++</sup>		4,0	-	-
Na <sup>+</sup>		0,3	0,4	0,8
K <sup>+</sup>		1,8	1,4	1,2
% Na <sup>+</sup> en cambio del v. T		-	-	5
% agua de saturación		47	43	42
Valor S (me/100g)		18,2	-	-
H de cambio (me/100g)		3,0	-	-
Valor T (me/100g) NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> o Na <sup>+</sup>		19,2	16,2	16,2
% de saturación de T		95	-	-
% de saturación de S + H		85	-	-

**Tabla 2.** Valores de humedad en porcentaje a distintas tensiones para suelos de la serie San Adolfo (Flores, 1971).

Serie	Atmósferas						CAU (mm)
	1/10	1/3	1/5	3	10	15	
San Adolfo	11,4	8	6,6	6	5,2	5,4	84

**Tabla 3.** Análisis de varianza entre año y momento de secado para las variables medidas en los CC de vicia villosa.

	Rendimiento de MS	Concentración de N	Contenido Total de N
Año	**	ns	**
Momento de secado	***	*	**
Año x Momento	ns	ns	ns

\*, \*\*, \*\*\*: Significativos a niveles de probabilidad de 0,05; 0,01 y <0,001

**Tabla 4.** Análisis de varianza de la concentración de C y la relación C:N de los residuos de CC de vicia secados en distinto momento.

CC	Año 2006		Año 2007	
	C (%)	Relación C:N	C (%)	Relación C:N
	ns	*	ns	ns

\*, \*\*, \*\*\*: Significativos a niveles de probabilidad de 0,05; 0,01 y <0,001

**Tabla 5.** Análisis de varianza de la producción de MS y el contenido total de N de los CC de vicia y el CC de avena.

	Rendimiento de MS	Contenido Total de N
Año	**	**
CC	***	***
Año x CC	ns	ns

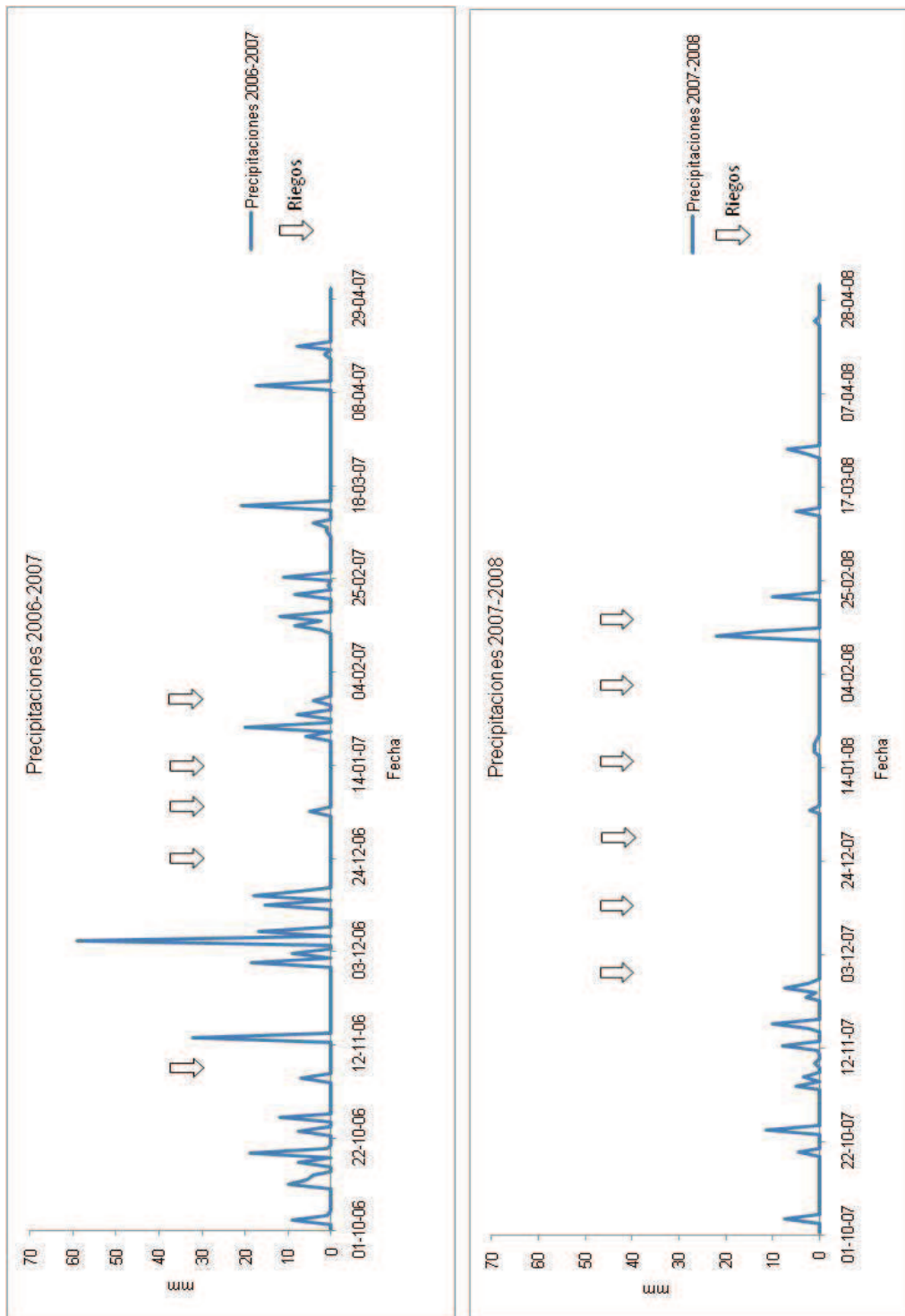
\*, \*\*, \*\*\*: Significativos a niveles de probabilidad de 0,05; 0,01 y <0,001

**Tabla 6.** Análisis de varianza del N disponible a la siembra del maíz en las dos profundidades estudiadas y en el total del estrato, entre los diferentes antecesores.

	Año 2006			Año 2007		
	<i>0-0,2 m</i>	<i>0,2-0,6 m</i>	<i>0-0,6 m</i>	<i>0-0,2 m</i>	<i>0,2-0,6 m</i>	<i>0-0,6 m</i>
CC	***	ns	**	ns	*	*

\*, \*\*, \*\*\*: Significativos a niveles de probabilidad de 0,05; 0,01 y <0,001





**Figura 1.** Distribución de precipitaciones y riegos desde octubre a fines de abril en los ciclos 2006-2007 y 2007-2008.

**Tabla 7.** Análisis estadístico de los datos de producción de materia seca a cosecha de ambos años de experiencia y de cada uno por separado.

ANOVA			
	Promedio	2006-7	2007-8
Año	ns	-	-
Antecesor	ns	ns	*
Dosis	***	***	***
Año*Antecesor	**	-	-
Año*Dosis	ns	-	-
Antecesor*Dosis	ns	ns	ns
Año*Ant*Dosis	ns	-	-

\*, \*\*, \*\*\*: Significativos a niveles de probabilidad de 0,05; 0,01 y <0,001

**Tabla 8.** Análisis de varianza del rendimiento de maíz de ambos años y de cada uno por separado.

ANOVA			
	Promedio	2006-7	2007-8
Año	ns	-	-
Antecesor	**	ns	*
Dosis	***	***	***
Año*Antecesor	*	-	-
Año*Dosis	ns	-	-
Antecesor*Dosis	ns	*	ns
Año*Ant*Dosis	ns	-	-

\*, \*\*, \*\*\*: Significativos a niveles de probabilidad de 0,05; 0,01 y <0,001

**Tabla 9.** Análisis de varianza del contenido de N en la biomasa para los dos ciclos y cada uno de ellos por separado.

ANOVA			
	Promedio	2006/07	2007/08
Año	ns	-	-
Antecesor	ns	ns	ns
Dosis	***	***	***
Año*Antecesor	ns	-	-
Año*Dosis	*	-	-
Antecesor*Dosis	ns	*	ns
Año*Ant*Dosis	ns	-	-

\*, \*\*, \*\*\*: Significativos a niveles de probabilidad de 0,05; 0,01 y <0,001

**Tabla 10.** Contrastes ortogonales entre antecesoros para las variables rendimiento de maíz y nitrógeno en la materia seca.

Contrastes	Año							
	2006-7				2007-8			
	Dosis de N (kg N ha <sup>-1</sup> )							
	0	69	138	207	0	69	138	207
	Rendimiento							
Av-T vs. VTe-VMe-VTa	**	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
VMe-VTa vs. VTe	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
VMe vs. VTa	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
Av vs. T	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Nitrógeno en MS							
Av-T vs. VTe-VMe-VTa	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
VMe-VTa vs. VTe	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
VMe vs. VTa	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Av vs. T	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

\*, \*\*, \*\*\*: Significativos a niveles de probabilidad de 0,05; 0,01 y <0,001

**Tabla 11.** Análisis de varianza de los efectos de las dosis de residuo agregadas y el tiempo de incubación sobre el Pe y el pH del suelo.

Tratamiento	gl	pH	Pe
<i>A<sub>1</sub></i>			
Tiempo	4	***	***
Dosis	5	***	***
Tiempo * Dosis	20	**	***
<i>C<sub>1</sub></i>			
Tiempo	4	***	**
Dosis	5	***	***
Tiempo * Dosis	20	***	ns

\*, \*\*, \*\*\*: Significativos a niveles de probabilidad de 0,05; 0,01 y <0,001

**Tabla 12.** Análisis de varianza de los datos de A<sub>1</sub> y C<sub>1</sub> con diferentes cantidades de residuos de vicia y avena.

Suelo	gl	pH	Pe
A <sub>1</sub>			
Tiempo	2	***	***
Dosis	2	***	***
Residuo	1	***	***
Tiempo * Dosis	4	***	***
Tiempo * Residuo	2	***	Ns
Dosis * Residuo	2	***	***
Tiempo*Dosis*Residuo	4	***	**
C <sub>1</sub>			
Tiempo	2	***	***
Dosis	2	***	***
Residuo	1	***	***
Tiempo * Dosis	4	***	Ns
Tiempo * Residuo	2	Ns	Ns
Dosis * Residuo	2	***	***
Tiempo*Dosis*Residuo	4	Ns	Ns

\*, \*\*, \*\*\*: Significativos a niveles de probabilidad de 0,05; 0,01 y <0,001

**Tabla 13.** Análisis de varianza de los efectos de las dosis de residuo agregadas y el tiempo de incubación sobre el Pe y el pH de diez suelos.

	ANOVA									
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	O	Cg
	pH									
Dosis (D)	***	***	***	*	***	***	***	***	***	***
Tiempo (T)	***	***	***	**	***	***	***	***	***	***
D*T	**	ns	**	*	**	***	***	***	***	***
	Pe									
Dosis (D)	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Tiempo (T)	***	***	ns	**	*	***	***	ns	**	**
D*T	***	ns	ns	***	**	***	***	ns	ns	ns

\*, \*\*, \*\*\*: Significativos a niveles de probabilidad de 0,05; 0,01 y <0,001