

de producir en ellos ha crecido en más del 20 %. (Pilatti, Grenón y Flores, 2006; Pilatti, Alesso y Orellana, 2009; Pilatti *et al.* 2012; Pilatti, Vergara, Quaino y Orellana 2018).

Desarrollo de tecnologías para el manejo de suelos y aguas

*Miguel Ángel Pilatti,*⁵ *María Eugenia Carrizo,*⁵ *Oswaldo Felli,*⁶

*Pablo Ghiberto,*⁵ *Carlos Agustín Alesso,*⁵ *Silvia Imhoff*⁵ y *Roberto Marano*⁵

Se dispone de información para la recuperación de suelos y mejoramiento de la capacidad productiva referidas a:

- (1) la respuesta del cultivo y propiedades edáficas a prácticas mecánicas con labranza vertical (cincel), desfonde y mezcla de horizontes (Pilatti y Antille, 1985);
- (2) también a partir de la incorporación de lodos de depuradora (Pilatti, Alesso, Felli y Gasparotti, 2014) y de residuos de la industria agroalimentaria lácteas (Badino, Pilatti, Felli, Weidmann y Ghiberto, 2011; Felli, Badino, Pilatti y Alesso, 2013; Pilatti, Ghiberto, Felli y Badino, 2017; Badino, Felli, Pilatti, Ghiberto y Miretti, 2019);
- (3) de productos derivados del maíz, específicamente el líquido de maceración del maíz que es producido en la primera etapa del procesamiento húmedo del maíz (Imhoff, 2017); compost producidos con residuos vegetales y adición de desechos líquidos de cerdos (Imhoff, 2018);
- (4) también de las deyecciones sólidas de vacas de tambo (Micheloud, Gambaudo y Zen, 2001; Pilatti, Ghiberto, Imhoff, Agretti y Felli, 2016; Masola, Carrizo, Alesso e Imhoff, 2019), desechos de diversos orígenes aplicados con distintos dispositivos, por ejemplo, de cerdos con sistema de riego e inyección, de tambo con sistema de inyección y sólidos de barrido de corrales con sistema de distribución de sólidos (Imhoff, Carrizo, Marzetti, Lotto y Zen, 2014; Imhoff, 2014; Ghiberto *et al.* 2014; Gambaudo, Imhoff, Carrizo, Marzetti y Racca Madoery, 2014; Ghiberto, Genero, Heymo e Imhoff, 2018). En todos estos casos también se evaluó el peligro de contaminación de la freática. Se desarrolla un prototipo de estercolera de arrastre con sistema de inyección con apertura del suelo para la colocación de los residuos pecuarios en estado semilíquido, generando una distribución más homogénea en el suelo (Forni, 2019)

5 Facultad de Ciencias Agrarias, UNL e ICiAgro Litoral, UNL (CONICET-UNL).

6 Facultad de Ciencias Agrarias, UNL.

Se determinó que la presencia de sistemas radicales activos y el aporte de residuos de cosecha al suelo estimula la producción de agentes de agregación (por ejemplo, polisacáridos y glomalina) y mejora la calidad estructural de los suelos cultivados bajo el sistema de siembra directa, siendo una vía importante para lograr la regeneración de la estructura en suelos degradados. Por esto se indica la inclusión de cultivos en las rotaciones agrícolas actuales de la pampa llana santafesina ya que podría constituir una herramienta útil para mitigar la degradación física y química de estos suelos (Carrizo, Alesso, Cosentino e Imhoff 2015; Carrizo, Alesso, Soares Franco, Ferreira e Imhoff 2018; Imhoff *et al.*, 2018, Ramos, Felli, Imhoff y Pilatti, 2018).

Se dispone de información relevante sobre la evaluación de labranzas conservacionistas, con rol protagonista favorable de la Siembra Directa (Pilatti y Orellana, 2012). Además, sobre la calidad física de los suelos de la provincia de Santa Fe; el efecto de la compactación de los suelos sobre la generación de estructuras desfavorables; la disminución en la producción de los cultivos y la liberación de gases de efecto invernadero (Imhoff, Ghiberto, Grióni y Gay, 2010)

Las «tierras pobres de Santa Fe» ocupan prácticamente la mitad de la superficie de la región y se han estudiado desde hace más de 50 años, por ejemplo, la habilitación de suelos salinos-sódicos (Orellana y Priano, 1965) y de cómo mejorarlos a través de la adición de residuos orgánicos: barros de depuradora (Pilatti *et al.*, 2014).

Técnicas integradas para manejo predial del agua: el riego suplementario permite estabilizar la productividad de los cultivos cuando ocurre déficit hídrico. A principios de 1990 tuvo un período de auge, pero no había información en la región. Hoy se conoce que la influencia de la calidad de las aguas subterráneas —con características bicarbonatadas sódicas— tienen influencia negativa sobre propiedades físico químicas del suelo (Marano, 2000). También se conoce la respuesta a riego de cultivos extensivos (caña de azúcar, girasol, trigo, soja, maíz, arroz) y frutihortícolas con diferentes sistemas de riego. Las láminas brutas aplicadas fueron entre 100 a 250 mm en el centro, hasta 300 mm en el noreste santafesino, y en todos los casos se encontraron diferencias significativas entre riego y secano (Marano, Favaro y Bouzo, 2005; Camussi y Marano, 2008; Mieres y Marano, 2010; Marano, 2014). En caso de evidencia de sodificación y/o alcalinización hay alternativas para su recuperación (Marano y Pilatti, 2017; Pilatti, 2017). La región productiva que presenta mejores condiciones para riego suplementario es el noreste de Santa Fe (departamento General Obligado) tanto por la frecuencia de déficits hídricos como por la disponibilidad en cantidad y calidad de agua, considerando para

ello el uso integrado de agua subterránea y escorrentía superficial acumulada en reservorios (Bianchi, Marano y Lacelli, 2013).

También los excedentes hídricos preocupan (Pilatti, 2017), pudiendo ser controlados a través de prácticas específicas a nivel de lote o parcela, las que incluyen soluciones verdes (distintas prácticas culturales o adaptación de especies a ambientes anegadizos), o una intervención más ingenieril: drenaje superficial (canales excavados y de bordos), subsuperficial (drenes topo y tubo) y reservorios de acumulación y laminación. Todas estas prácticas tienen doble finalidad: por un lado, estabilizar la producción evitando la quiebra de las empresas agropecuarias, pero a la vez acumular el excedente de agua en reservorios específicamente acondicionados, sin incrementar los caudales máximos de la red de drenaje regional. Existe información para numerosos casos en el centro de Santa Fe (Marano, Micheloud y Camussi, 2019).

Aportes a la ordenación territorial

*Miguel Ángel Pilatti*⁷

Los estudios efectuados en las principales regiones fisiográficas de la región son:

Cuña boscosa: está disponible un mapa de suelos de un sector representativo y criterios para su colonización de forma tal que los predios se correspondieran con unidades económicas (Priano y Orellana, 1964).

Islas del Paraná medio: Santa Fe tiene poco más de 1 millón de hectáreas en el sector isleño. Hay pocos estudios aunque hay aportes desde hace tiempo (Orellana y Pomar, 1970; Orellana y Priano, 1970; Tur y Orellana, 1970; Neif y Orellana, 1972; Orellana y Neif, 1972). Es necesario incrementar los estudios de esta importante zona de Santa Fe.

Mapa de excedentes hídricos: la ley N° 11 730 de Santa Fe regula el uso de suelos en áreas inundables con el objeto de reducir los efectos negativos de las inundaciones. La implementación de esta norma requiere la delimitación de las zonas con diferentes frecuencias de inundación. Se trabajó con investigadores de la FICH, UNL, para delimitar las siguientes zonas: I) corresponde a cursos de agua o lagunas o zonas con agua al menos una vez cada dos años. La zona II) tiene una recurrencia cada 10 años; la III) mayor a 25 años. Aquí se adicionó una categoría intermedia con áreas entre 10 y 25 años de recurrencia que se denominó área II/III) y que no está considerada originalmente en la Ley. La IV) es el resto de la superficie provincial que históricamente nunca tuvo agua en superficie. (Pilatti, 2013 a; Mastaglia, Pusineri, Arbuét, Pilatti *et al.*, 2015).

7 Facultad de Ciencias Agrarias, UNL e ICiAgro Litoral, UNL (CONICET-UNL).