

MATERIA ORGANICA Y FERTILIDAD DE LOS SUELOS EN LA PAMPA ONDULADA *

R. Alvarez, CR Alvarez, HS Steinbach, JM Salas y S Grigera
Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453 (1417) Buenos Aires,
Argentina.
ralvarez@mail.agro.uba.ar

* Publicado en Informaciones Agronómicas del Cono Sur, N° 14, Mayo 2002.

La materia orgánica ha sido considerada tradicionalmente uno de los factores fundamentales de la fertilidad de los suelos. Es el reservorio de alrededor del 95% del nitrógeno edáfico e influye favorablemente sobre propiedades físicas como la estabilidad de la estructura, la erodabilidad y la densidad aparente. Se la considera también uno de los componentes principales de la sustentabilidad de los agroecosistemas (Swift, Woomeer 1991). En la Región Pampeana se han establecido relaciones significativas entre materia orgánica y rendimiento del trigo. En la Región Semiárida Pampeana, el 48% de la variabilidad en los rendimientos de este cultivo se explica, en situaciones sin fertilización, con girasol como antecesor y sistema de labranza con disco, por la materia orgánica (Díaz-Zorita *et al.* 1999). En la Región Húmeda Pampeana, agrupando situaciones de las Pampas Arenosa y Ondulada, se ha podido explicar el 20% de la variabilidad del rendimiento de trigo con el nivel de materia orgánica de los suelos (Steinbach *et al.* 2000). Estos estudios han integrado, en cada caso, una amplia gama de situaciones en lo referente al rango de materia orgánica en los suelos, variando el mismo desde valores muy bajos (ca. 1%) y muy altos (ca. 3-5%) para cada zona. Estos amplios rangos han permitido establecer las relaciones descriptas. Sin embargo, y en contraposición con lo anterior, muchas veces no se detecta una relación directa entre el contenido de materia orgánica de los suelos y el rendimiento de los cultivos a nivel de lotes de producción. Puede atribuirse esto a otros factores determinantes del rendimiento como precipitaciones, manejo cultural, propiedades de la fertilidad no asociadas a la materia orgánica como el nivel de fósforo disponible, problemas sanitarios, etc. En consecuencia, resulta de interés determinar en cada zona productiva si existen o no relaciones cuantificables entre el nivel de materia orgánica de los suelos y el rendimiento de los cultivos, dentro de los rangos de variación de la materia orgánica comunes en situaciones de producción.

Relación entre materia orgánica y rendimientos de trigo y maíz en Pampa Ondulada.

I. Primeros estudios (década del '80)

En la Pampa Ondulada se realizaron, a principios de la década del '80, estudios tendientes a encontrar las variables edáficas asociadas al rendimiento del trigo y del maíz y los factores responsables de la respuesta a la fertilización nitrogenada de esos cultivos (Barberis *et al.* 1983, Senigagliesi *et al.* 1984). En esos trabajos se presentó una gran cantidad de información sobre propiedades de los suelos y rendimiento de los cultivos y es posible reprocesar la información publicada en la búsqueda de relaciones entre materia orgánica y rendimiento. Para trigo, la información disponible no permite establecer ninguna relación estadísticamente significativa entre materia orgánica y rendimiento (Figura 1). Tampoco aparecen relacionados los años de agricultura del lote con el rendimiento, o la producción de

nitratos durante el barbecho con el contenido de materia orgánica del suelo (Figura 1). En el caso del maíz tampoco se encuentra una relación significativa entre materia orgánica y rendimiento (Figura 2) pero si existe una asociación muy fuerte entre años desde la última pastura y rendimiento del cultivo en situaciones sin fertilización. Con altas dosis de nitrógeno esta relación desaparece. Existe también una leve asociación entre materia orgánica y nitrógeno mineral en el suelo en el estado de 4-6 hojas del cultivo (Figura 2). Todos estos resultados fueron obtenidos en cultivos manejados bajo sistemas con labranza, para rendimientos logrados en parcelas experimentales y para un rango de variación en el contenido de materia orgánica de los suelos, de 0 a 20 cm, de 2 a 6 %.

II. Estudios recientes (1995/2000)

Las condiciones de producción han cambiado desde que se realizaron estos estudios al presente. Las variedades o híbridos sembrados actualmente tiene mayor potencial de rendimiento, la siembra directa y la fertilización se han convertido en prácticas habituales en trigo y maíz y, a priori, es esperable encontrar menores reservas orgánicas en los suelos a consecuencia de la intensificación del uso agrícola de los últimos años. Recopilamos datos de rendimiento de trigo y maíz de cinco campañas agrícolas (1995-2000) provenientes de establecimientos que contaban con la información sobre el contenido de materia orgánica de los lotes y nitrógeno mineral a la siembra del trigo o en el estado de 4-6 hojas del maíz. Los lotes eran manejados bajo sistemas con labranza (reja, cincel o disco) o siembra directa y en casi todos los casos fertilizados con fósforo y nitrógeno en dosis recomendadas según métodos de diagnóstico desarrollados para la zona. Tanto en trigo (Figura 3) como en maíz (Figura 4) no existen relaciones significativas entre el nivel de materia orgánica o los años desde la última pastura del lote y los rendimientos. En el caso del maíz se observó una relación significativa entre el contenido de materia orgánica y la cantidad de nitrógeno mineral del suelo en 4-6 hojas (Figura 4). El rango de variación de la materia orgánica fue de 2 a 5%, similar al observado en las poblaciones históricas de datos analizadas, y como en esos casos, no existen relaciones directas entre materia orgánica y rendimientos. De todo lo expuesto se desprende que no son esperables relaciones directas entre el contenido de materia orgánica de los suelos de la Pampa Ondulada y los rendimientos de trigo o maíz. Esto es atribuible a otros factores que influyen sobre el rendimiento, como los climáticos y de manejo. En especial debe considerarse el efecto de la fertilización que compensa el aporte de nitrógeno desde los pools orgánicos del suelo. Por otro lado, no se dispone de datos de calidad de materia orgánica. La capacidad de los pools orgánicos de mineralizar nitrógeno está regulada por el tamaño de los mismos y por su labilidad (Alvarez *et al.* 1998), y no contamos en la Región Pampeana con datos de labilidad.

Componentes de la materia orgánica rendimiento para trigo y maíz

La información disponible sobre cantidad de materia orgánica en los suelos de la Región Pampeana no permite un análisis completo del efecto de los componentes orgánicos sobre los cultivos. Para resolver en parte la incógnita de cómo inciden los componentes orgánicos sobre el rendimiento de los cultivos, entre 1997 y 2001, se evaluó en 58 situaciones productivas de trigo y 22 de maíz el aporte de nitrógeno desde los pools orgánicos del suelo a los cultivos. Para situaciones de producción de alto nivel de uso de tecnología se esquematizó la contribución del nitrógeno mineral, de los residuos del cultivo antecesor en descomposición y de la materia

orgánica humificada a la nutrición del trigo (Figura 5) y del maíz (Figura 6). Se abarcó una amplia gama de situaciones de manejo en lo referente a sistemas de labranza y antecesor, historia agrícola, régimen de fertilización y contenido de materia orgánica del suelo. En el caso del trigo, la principal fuente de nitrógeno es el pool mineral, que representa el 75% de la disponibilidad total del nutriente para el cultivo. Los pools orgánicos en conjunto (residuos+humus) aportan unos 50 kg N/ha. La mineralización de nitrógeno desde la materia orgánica humificada equivale solamente a un 17% del total de nitrógeno disponible para el trigo. De esto se desprende que no se detecten relaciones significativas entre materia orgánica y rendimiento de trigo. La principal fuente de nitrógeno para el cultivo es actualmente el nitrógeno mineral, componente enriquecido por la fertilización. En maíz el panorama es muy distinto. Los pools orgánicos representan un 60% de la disponibilidad de nitrógeno, siendo la mineralización desde el humus el aporte principal. En este cultivo, la materia orgánica humificada es un componente importante de la nutrición del cultivo proveyendo la mitad del nitrógeno disponible. Si bien no es posible plantear relaciones directas entre cantidad de materia orgánica humificada y rendimiento de maíz, este componente del suelo juega un papel fundamental en la nutrición del cultivo y la fertilidad de los suelos. Esto permite comprender fácilmente porqué el maíz es un cultivo muy sensible a la fertilidad edáfica, depende en gran medida de la mineralización de nitrógeno desde el humus y responde a los años de agricultura, cuando no se fertiliza, pues las praderas producen un aumento de las fracciones lábiles de la materia orgánica, que se mineralizan rápidamente cuando los suelos son puestos en cultivo (Studdert *et al.* 1997). Estos procesos no llegan, en la mayor parte de los casos, a modificar en forma importante los niveles de materia orgánica. A su vez, el nivel de nitrógeno mineral sin fertilización también está relacionado a la mineralización desde la materia orgánica durante el barbecho, por lo que los pools orgánicos tienen en realidad una importancia nutricional mayor aún a la indicada.

Conclusiones

Las diferencias encontradas en la importancia de la mineralización de nitrógeno desde la materia orgánica humificada entre trigo y maíz son atribuibles a la época de cultivo de cada uno. Mientras el barbecho y la fase de crecimiento del cultivo en que se produce una intensa absorción de nitrógeno ocurren en los meses fríos del año en trigo (abril a octubre), en maíz corresponde a meses más cálidos (julio a febrero). La temperatura es el factor principal en la regulación de la mineralización en la Pampa Ondulada y se ha estimado que la misma es varias veces más intensa durante el ciclo del maíz que durante el del trigo (Alvarez 1999). En consecuencia, la materia orgánica es una fuente de nitrógeno mucho más importante para el maíz.

Si la agriculturización que se está produciendo actualmente en la Pampa Ondulada se mantiene, es esperable una disminución de los pools lábiles de la materia orgánica y la necesidad de su reemplazo con fertilización para mantener los rendimientos. En trigo este proceso ya se ha producido, en maíz el reemplazo de la fertilidad natural ha sido hasta ahora solo parcial aunque es previsible que el aumento de los rendimientos potenciales por mejoras genéticas, y en consecuencia de los requerimientos de nitrógeno, lleve también a este proceso.

Referencias

Alvarez R. 1999. Uso de modelos de balance para determinar los requerimientos de fertilizante nitrogenado de trigo y maíz. EUDEBA 58 pág.

Alvarez R, Alvarez CR, Daniel PE, Richter V, Blotta L. 1998. Nitrogen distribution in soil density fractions and its relation to nitrogen mineralisation under different tillage systems. *Austr. J. Soil Res.* 36 : 247-256

Barberis LA, Nervi A, Del Campo H, Conti ME, Urricarriet S, Sierra J, Daniel PE, Vazquez M, Zourarakis D, 1983. Análisis de la respuesta del trigo a la fertilización nitrogenada en la Pampa Ondulada y su predicción. *Ciencia del Suelo* 1: 51-64

Díaz-Zorita M, Buschiazzo DE, Peinemann N. 1999. Soil organic matter and wheat productivity in the Semiarid Argentine Pampas. *Agron. J.* 91: 276-279

Senigagliesi C, García R, Galetto M. 1984. Evaluación de la respuesta del maíz a la fertilización nitrogenada y fosforada en el área centro norte de Buenos aires y sur de Santa Fe. *Actas III Congreso Nacional de Maíz (Argentina)*: 238-244

Steinbach HS, Alvarez CR, Alvarez R. 2000. Factores reguladores del rendimiento del trigo en la Pampa Ondulada y en la arenosa: análisis de datos publicados. *Actas XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo* IV-57

Studdert GA, Echeverría HE, Casanovas EM. 1997. Crop-pasture rotation for sustaining the quality and productivity of a Typic Argiudoll. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61: 1466-1472

Swift MJ, Woome P. 1991. Organic matter and the sustainability of agricultural systems: definition and measurement. En: *Soil organic matter dynamics and sustainability of tropical agriculture*. Ed. Mulongoy K, Merckx R. John Wiley & sons, New York, pág. 3-17

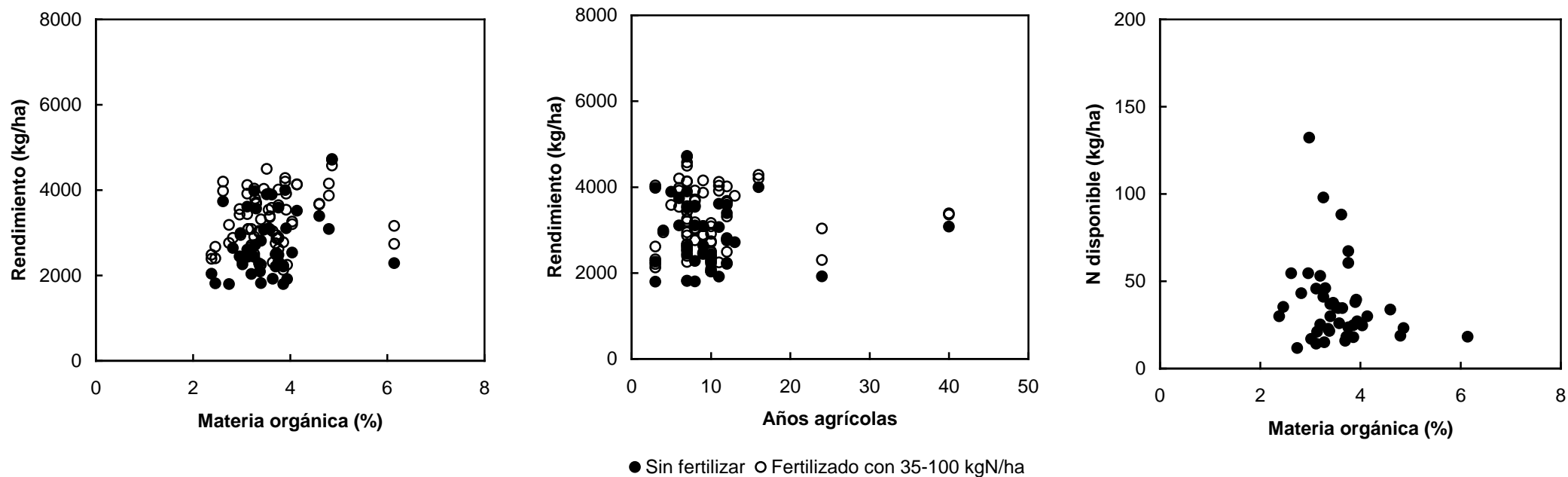


Figura 1. Relaciones entre el rendimiento del trigo y los contenidos de materia orgánica del suelo de 0 a 20 cm o los años desde la última pastura del lote y relación entre el nitrógeno mineral del suelo de 0 a 60 cm a la siembra del cultivo y el contenido de materia orgánica del suelo. Todas las situaciones se manejaron bajo labranza con reja o cincel. Datos de Barberis et al. (1983). Rendimiento promedio de la población 3070 kg grano/ha, n= 115.

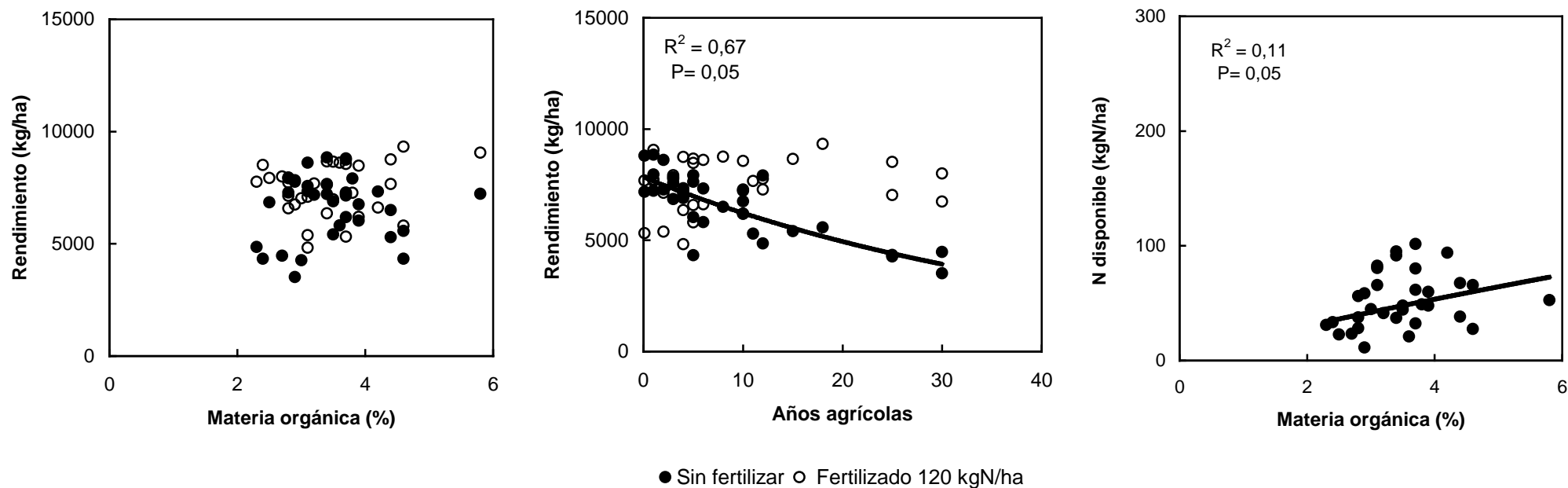


Figura 2. Relaciones entre el rendimiento del maíz y los contenidos de materia orgánica del suelo de 0 a 20 cm o los años desde la última pastura del lote y relación entre el nitrógeno mineral del suelo de 0 a 60 cm a la siembra del cultivo y el contenido de materia orgánica del suelo. Todas las situaciones se manejaron bajo labranza con reja o cincel. Datos de Senigagliesi et al. (1984). Rendimiento promedio 7040 kg grano/ha, n= 66.

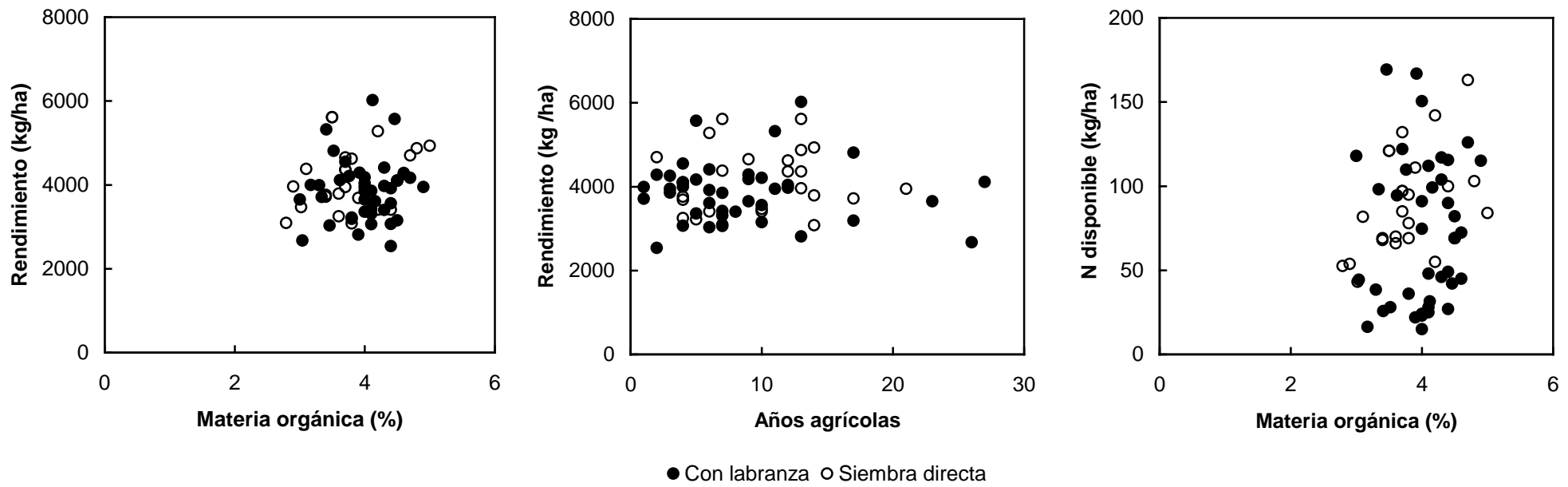


Figura 3. Relaciones entre el rendimiento del trigo y los contenidos de materia orgánica del suelo de 0 a 20 cm o los años desde la última pastura del lote y relación entre el nitrógeno mineral del suelo de 0 a 60 cm a la siembra del cultivo y el contenido de materia orgánica del suelo. Datos período 1995-2000. Rendimiento promedio de la población 3980 kg grano/ha, n= 66.

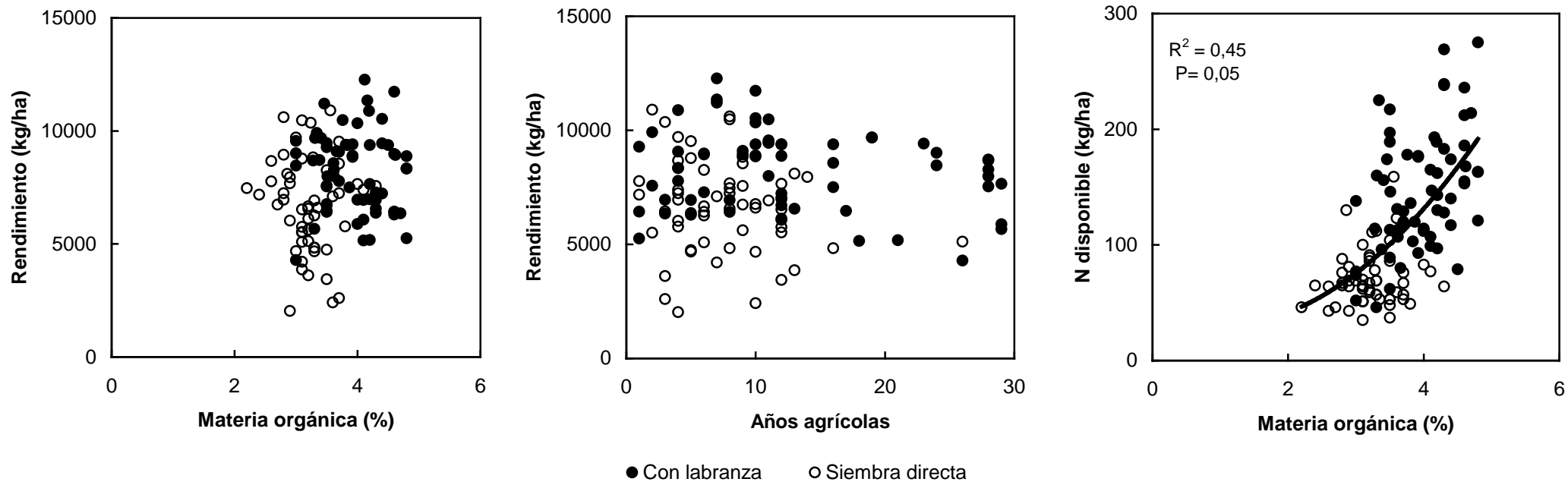


Figura 4. Relaciones entre el rendimiento del maíz y los contenidos de materia orgánica del suelo de 0 a 20 cm o los años desde la última pastura del lote y relación entre el nitrógeno mineral del suelo de 0 a 60 cm a la siembra del cultivo y el contenido de materia orgánica del suelo. Datos período 1995-2000. Rendimiento promedio 7500 kg grano/ha, n= 120.

Trigo

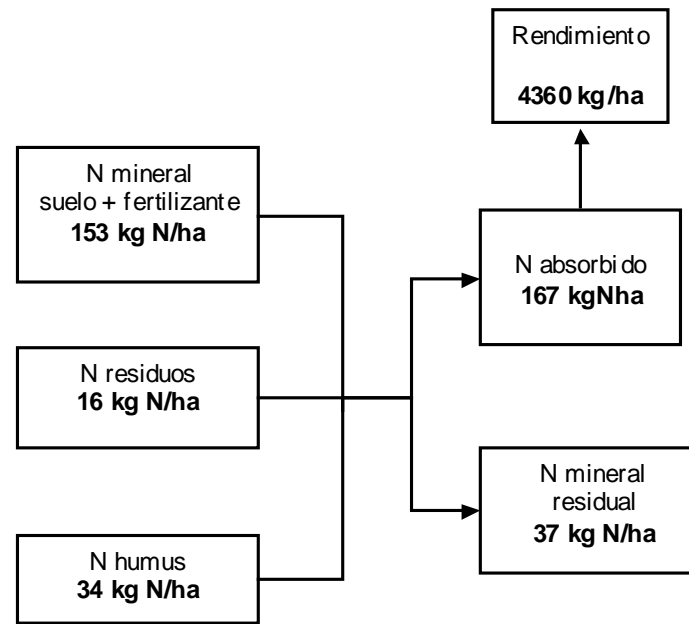


Figura 5. Esquema representativo de la magnitud de las fuentes de nitrógeno para el cultivo de trigo, promedio de 58 situaciones de producción de la Pampa Ondulada.

Maíz

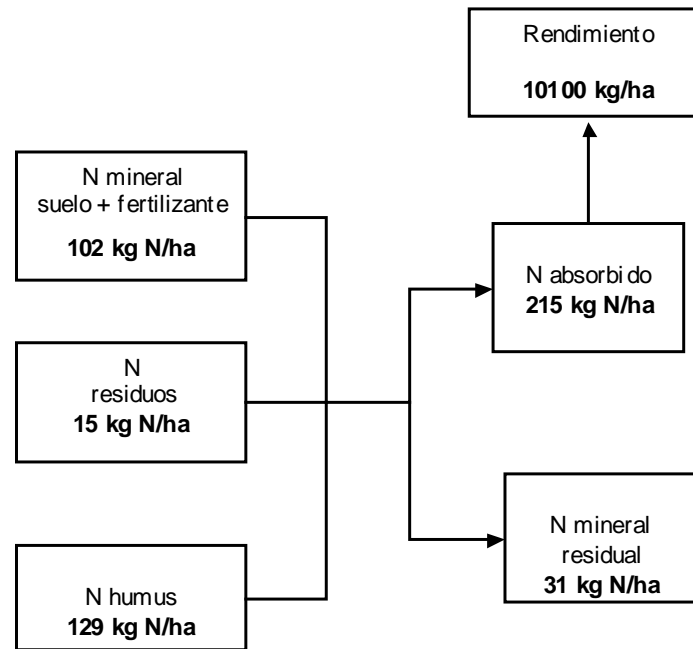


Figura 6. Esquema representativo de la magnitud de las fuentes de nitrógeno para el cultivo de maíz, promedio de 22 situaciones de producción de la Pampa Ondulada.