

Evaluación de enmiendas orgánicas sobre la respiración microbiana del suelo y variables agronómicas en banano

Evaluation of organic amendments on microbial soil respiration and agronomic variables in banana

Wuellins Dennis Durango Cabanilla^{1,2,*}, Francisco Mite Vivar^{3,†}, Manuel Carrillo Zenteno^{1,‡},
Jéssica Cargua Chávez^{1,⊗}, Braulio Lahuathe Mendoza^{1,£}, Betty Rivadeneira Moreira^{1,§}, y
Virginia Moreira Zambrano^{1,∅}

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Ecuador.

²Becario de la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), Ecuador.

³Consultor Independiente, Ecuador.

wuellins@gmail.com

Fecha de recepción: 24 de julio de 2017 — Fecha de aceptación: 21 de noviembre de 2017

DOI: <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol2iss8.2017pp28-32>

Resumen—Se estudió el efecto del uso de enmiendas orgánicas sobre la respiración microbiana del suelo y variables agronómicas en plantas de banano, evaluando 22 tratamientos conformados por tres enmiendas y cuatro productos orgánicos, cada uno en tres dosis más un tratamiento testigo (sin enmienda). Los resultados mostraron incrementos significativos de la respiración microbiana del suelo, con las dosis altas de vinaza y micorriza a los 90 días después del trasplante. En las variables agronómicas se encontraron diferencias significativas de incremento de altura, diámetro de pseudotallo y materia seca, con las enmiendas: vinaza, harina de camarón, humus y el bioestimulante. Por tanto, de los resultados obtenidos se puede concluir que las enmiendas orgánicas, incrementaron la actividad de respiración microbiana y estimularon el desarrollo agronómico de la planta de banano.

Palabras Clave—Enmiendas Orgánicas, Respiración Microbiana, Banano.

Abstract—The effect of the use of organic amendments on soil microbial respiration and agronomic variables in banana plants was studied, evaluating 22 treatments consisting of three amendments and four organic products, each in three doses and control treatment (no amendment). The results showed significant increases in soil microbial respiration, with high doses of vinasse and mycorrhizae at 90 days after transplantation. In the agronomic variables were found significant differences of increase of height, diameter of pseudotallo and dry matter, with the amendments: vinaza, shrimp flour, humus and biostimulant. Therefore, from the results obtained it can be concluded that the organic amendments increased the microbial respiration activity and stimulated the agronomic development of the banana plant.

Keywords—Organic Amendments, Microbial Respiration, Banana.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, el cultivo de banano (*Musa AAA*) es una de las principales actividades económicas, que tiene gran impacto social al generar empleo para un millón de familias, lo cual indica que aproximadamente el 18% de la población está relacionada de una u otra manera con el cultivo (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2012). Además constituye uno de los principales rubros que genera divisas para el país.

A pesar de que Ecuador es el primer país exportador de banano, la productividad de la fruta por hectárea, se encuentra

por debajo de otros países como Costa Rica, Colombia y Filipinas. Esto como consecuencia de un manejo inadecuado al cultivo, derivado principalmente de la aplicación de tecnología extranjera, que en muchas ocasiones no se ajusta a las condiciones ecológicas nativas y económicas existentes. Además, que este tipo de tecnologías no consideran a las propiedades biológicas de suelo.

El suelo, un recurso natural no renovable, está siendo diezmado por factores erosivos del ambiente, por el uso de altas cantidades de agroquímicos aplicados en la agricultura convencional, que ha buscado incrementar la producción agrícola utilizando materiales genéticos mejorados, manejo del agua, nutrición, control de malezas, insectos y patógenos, que también contribuyen a la contaminación del agua y la disminución de la diversidad biológica del suelo (Muschler, 2008).

El grado de degradación de un suelo, depende del estado o condición de un gran número de propiedades físicas, químicas y biológicas, no obstante, las últimas son las más sensibles, ya que responden de manera rápida ante cualquier cambio (Ros et al., 2003) (Hernández and García, 2003).

*Ingeniero Agrónomo, Maestría Académica en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales con Énfasis en Suelos

†Ingeniero Agrónomo, Master Of Science

‡Ingeniero Agrónomo, Doctor em Solos e Nutricao de Plantas

⊗Ingeniera Agropecuaria Mención en Producción Pecuaria

£Ingeniero Agrónomo, Magister en Ingeniería Agrícola con Mención Recursos Humanos

§Ingeniera Agropecuaria

∅Ingeniera Agropecuaria

La actividad microbiana (respiración) del suelo es uno de los parámetros bioquímicos más usados en las evaluaciones de la actividad metabólica del suelo, que permite conocer el efecto de las variables de oxidación o degradación de la materia orgánica por la biomasa microbiana (Brookes et al., 2008).

Un método aplicado, para disminuir el impacto en la degradación de los suelos es la aplicación de enmiendas orgánicas para incrementar los niveles de materia orgánica (MO) y nutrientes de las plantas. Existen diversos insumos que son utilizados como fuente de MO al suelo y que pueden ser aplicados en forma fresca o luego de un proceso de elaboración, como abonos orgánicos (Campitelli and Ceppi, 2008).

Por ello, esta investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de la aplicación de enmiendas orgánicas sobre la respiración microbiana del suelo y variables agronomicas en plantas de banano a nivel de invernadero.

METODOLOGÍA

La investigación se realizó durante septiembre 2014 y enero 2015, en el invernadero del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas (DMSA), en la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), ubicado en el km. 5, vía Quevedo - El Empalme, cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. El suelo utilizado se colectó en una hacienda bananera de la zona de Valencia, Provincia de Los Ríos, a una profundidad de (0-15 cm). Se utilizaron plantas meristemáticas de banano (variedad Williams) fase 4, las cuales se trasplantaron a fundas plásticas de 1 kg, y se llenaron con la mezcla del suelo con las enmienda, de acuerdo a sus respectivas dosis.

Se estudiaron 22 tratamientos que estuvieron conformados por tres enmiendas y cuatro productos orgánicos comerciales, cada uno en tres dosis más un testigo absoluto (Tabla 1). Para el análisis de los datos se utilizó un diseño completo al azar en arreglo factorial $7 \times 3 + 1$ (con 4 plantas como unidades experimentales) por tratamiento. Para la separación de medias se utilizó la prueba de Tukey. Durante el trabajo se evaluó, la respiración microbiana del suelo, que se determinó a los 30, 60 y 90 días después de trasplantadas las plantas en las fundas, utilizando la metodología desarrollada por Anderson (1982); la cual se basa, en que las células microbianas oxidan materiales reducidos generando CO₂, el cual puede medirse como resultado del metabolismo de bacterias, hongos y protozoarios. Para lo cual, se incubó el suelo libre de raíces en jarras herméticamente cerradas. El CO₂ generado se midió por titulación en la forma descrita por Durango et al. (2015).

A los 90 días después del trasplante, previo al corte de las plantas se registró la altura de planta, con cinta métrica se midió en cm, desde el cuello de la planta hasta el ápice del cigarro; el diámetro del pseudotallo, con un calibrador digital tipo vernier, se registró en mm, a tres cm sobre el suelo y el peso seco de la planta, donde se cortaron y pesaron cada una en una balanza digital; posteriormente, se lavaron con ácido clorhídrico diluido al 5%, luego con agua y finalmente con

agua destilada; después se picaron y colocaron en fundas de papel con su respectiva identificación y fueron colocadas en estufa a 70°C hasta que estuvieron completamente secas y se registró el peso.

Tabla 1. Tratamientos utilizados en el ensayo experimental. EETP-2014-2015

Tratamiento	Enmiendas Orgánicas	Dosis
1	Sin Enmienda	-
2	Vinaza	(Baja) 1,5 t ha-1
3		(Media) 3,0 t ha-1
4		(Alta) 4,5 t ha-1
5	Micorriza	0,2 L ha-1
6		0,4 L ha-1
7		0,6 L ha-1
8	Harina de Camarón	1 t ha-1
9		2 t ha-1
10		3 t ha-1
11	Humus	1,5 t ha-1
12		3,0 t ha-1
13		4,5 t ha-1
14	Bioestimulante + aminoácidos	2 L + 0,5 L ha-1
15		4 L + 1,0 L ha-1
16		6L + 1,5 L ha-1
17	Inoculante microbiano +	1 L + 0,3 kg + 0,1 kg ha-1
18		2 L + 0,6 kg + 0,3 kg ha-1
19		3 L + 0,9 kg + 0,5 kg ha-1
20	Trichoderma	1 L ha-1
21	Aminoácidos	2 L ha-1
22	bioregulador	3 L ha-1

Fuente: Elaboración Propia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respiración microbiana Los resultados de la actividad microbiana del suelo, determinada como respiración microbiana mg C-Co₂ kg-1 día, se presentan en la Tabla 2, donde no se determinó diferencia estadística significativa a los 30 días y 60 días de aplicadas las enmiendas. A los 90 días, se encontró diferencias estadísticas significativas $p < 0,0001$; donde con las dosis alta de micorriza y de harina de camarón, se presentó la mayor tasa de respiración microbiana 0,26 mg C-Co₂ kg-1 día, lo cual probablemente se deba a que con estas dosis, las micorrizas que contiene este producto se establecieron en el suelo y en el caso de la harina de camarón a la lenta descomposición de la quitina que contiene, pudieron mantener activa la población microbiana por mayor tiempo. Sin embargo, la dosis baja de estas enmiendas fueron estadísticamente iguales al tratamiento sin enmienda.

También se observa, que conforme avanza el tiempo las actividades microbianas disminuyen, lo que posiblemente se deba a que la materia orgánica aportada por las enmiendas se mineraliza rápidamente al principio, por efecto del incremento de las actividades microbianas o se reduce sus contenidos nutrimentales por la absorción ejercida por la planta. Los valores de la actividad microbiana obtenidos en este trabajo, resultan similares a los reportados en otros estudios realizados: en maíz por Álvarez Solís and Anzueto Martínez (2004) y en la rotación trigo maíz por Zhao et al. (2009) y más bajos a los encontrados incubando suelos con enmiendas orgánicas por Cabanilla and Dennis (2014), en sistemas de producción por Durango et al. (2015) o en suelos con uso ganadero (WingChing-Jones and Lorío, 2016).

Tabla 2. Respiración microbiana del suelo (C-CO₂ kg-1 día) a 30, 60 y 90 días después del transplante de plantas de banano bajo invernadero. EETP-2015

Tratamiento	Enmiendas Orgánicas	Dosis
1	Sin Enmienda	-
2	Vinaza	(Baja) 1,5 t ha-1
3		(Media) 3,0 t ha-1
4		(Alta) 4,5 t ha-1
5	Micorriza	0,2 L ha-1
6		0,4 L ha-1
7		0,6 L ha-1
8	Harina de Camarón	1 t ha-1
9		2 t ha-1
10		3 t ha-1
11	Humus	1,5 t ha-1
12		3,0 t ha-1
13		4,5 t ha-1
14	Bioestimulante + aminoácidos	2 L + 0,5 L ha-1
15		4 L + 1,0 L ha-1
16		6L + 1,5 L ha-1
17	Inoculante microbiano +	1 L + 0,3 kg + 0,1 kg ha-1
18		2 L + 0,6 kg + 0,3 kg ha-1
19		3 L + 0,9 kg + 0,5 kg ha-1
20	Trichoderma	1 L ha-1
21	Aminoácidos	2 L ha-1
22	bioregulator	3 L ha-1

Fuente: Elaboración Propia.

Respiración microbiana Los resultados del efecto de las enmiendas orgánicas sobre la variable altura de planta se presentan en la Figura 1, donde se observa las diferencias significativas ($p < 0,0001$); entre las enmiendas y el tratamiento si enmendar. La vinaza, el bioestimulante y el aminoácido (20,20 cm; 19,88 cm y 18,80 cm, respectivamente); lograron los mayor incrementos en la altura de la planta, seguidos por la harina de camarón y el humus; mientras que, el inoculante y la micorriza que presentaron las menores alturas, fueron estadísticamente iguales estadísticamente al tratamiento sin enmendar.

En la Figura 2, se indica que las dosis media y alta de las enmiendas, con 18,5 cm y 19,2 cm de altura de planta, difirieron estadísticamente de la dosis baja y el tratamiento sin enmienda. Otro resultado, donde aprecia efectos positivos de abonos orgánicos sobre el crecimiento de plantas, lo reporta Cabanilla and Dennis (2014), quien encontró que con dosis altas de compost y vermicompost, se incrementó significativamente la altura de plantas de sorgo. Por su parte; Huamachi and Antonio (2011), no lograron incremento significativo de altura de planta de banano, evaluando abonos orgánicos como fuente orgánica de nitrógeno.

Diámetro de pseudotallo La Figura 3, muestra los resultados de las enmiendas orgánicas sobre el diámetro del pseudotallo, donde hubo diferencias estadísticas significativas ($p < 0,0001$) entre las enmiendas y el tratamiento sin enmendar, observando que con la vinaza se consiguió el mayor diámetro (22,53 mm), seguido de la harina de camarón (20,94 mm); en tanto que, el inoculante y la micorriza tuvieron los menores diámetros (17,89 mm y 17,90 mm; respectivamente).

El efecto de las dosis de las enmiendas sobre el diámetro

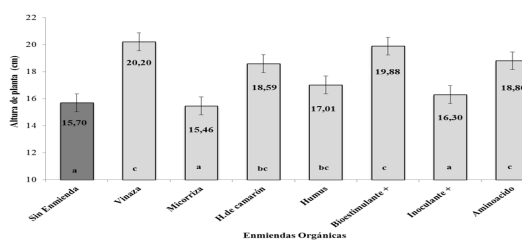


Figura 1. Efecto de las enmiendas orgánicas sobre la altura (cm) de planta de banano bajo invernadero, EETP-2015.

Fuente: Elaboración Propia.

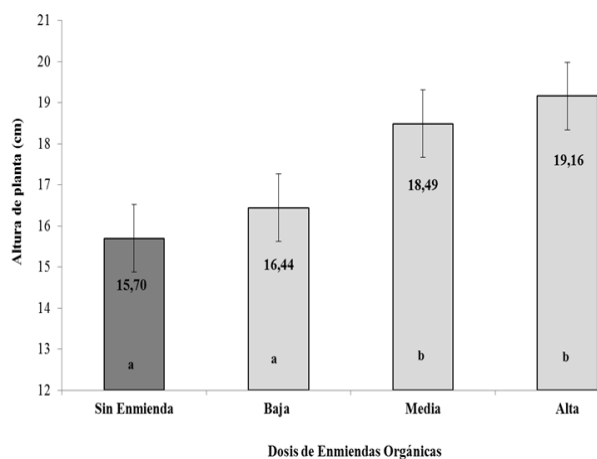


Figura 2. Efecto de las dosis de las enmiendas orgánicas sobre la altura (cm) de planta de banano bajo invernadero, EETP-2015.

Fuente: Elaboración Propia.

del pseudotallo se observa en la Figura 4, donde las dosis alta de las enmiendas con 20,96 mm, difirió estadísticamente de la dosis baja y el tratamiento sin enmienda. Contrario a lo encontrado en este trabajo, respuestas no significativas al uso de abonos orgánicos, en relación a la circunferencia de pseudotallo en banano, han sido reportadas por Huamachi and Antonio (2011).

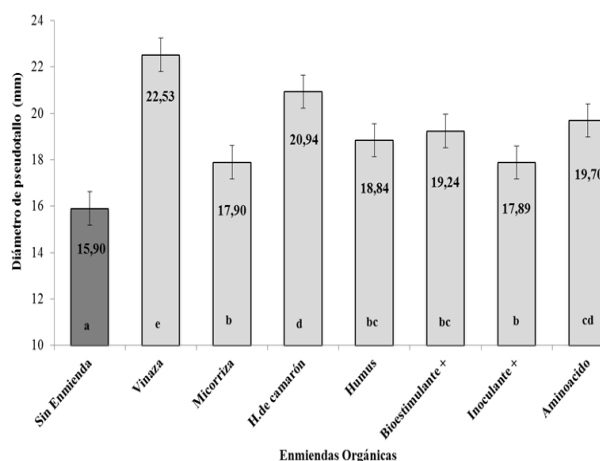


Figura 3. Efecto de las enmiendas orgánicas sobre el diámetro (mm) de pseudotallo en planta de banano bajo invernadero, EETP-2015.

Fuente: Elaboración Propia.

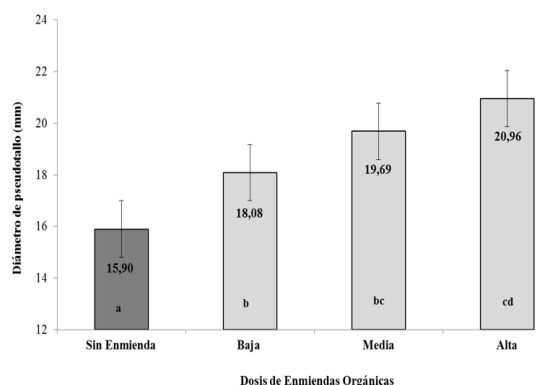


Figura 4. Efecto de dosis de las enmiendas orgánicas el diámetro (mm) de pseudotallo en planta de banano bajo invernadero, EETP-2015.

Fuente: Elaboración Propia.

Peso seco de planta Los resultados del efecto de las enmiendas orgánicas sobre ésta variable se presenta en la Figura 5, donde se obtuvo diferencias estadísticas significativas ($p < 0,0001$), siendo la vinaza y la harina de camarón, las enmiendas que provocaron mayor biomasa, lo cual se reflejó en un mayor peso seco de planta (20,98 g y 20,77 g; respectivamente), seguidos del bioestimulante y el humus; mientras que, la micorriza, el inoculante y el aminoácido, no difirieron del tratamiento sin enmienda, al obtener los más bajos pesos de materia seca. Estos resultados concuerdan con los reportados por Osorio et al. (2008) en banano, quienes indicaron que el mayor efecto en la acumulación de biomasa en pseudotallo, como en raíz se debió a la adición de materia orgánica, seguida por la aplicación de micorrizas.

El efecto de las dosis de las enmiendas sobre el peso seco de planta, se indica en la Figura 6, donde las dosis media y alta (16,15 g planta⁻¹ y 17,84 g planta⁻¹), fueron superiores estadísticamente a la dosis baja y al tratamiento sin emmendar, siendo esto un indicativo de que con dosis altas de emmiendas, las plantas mejoraron su desarrollo y por ende se genera mayor biomasa. Lo cual concuerda con lo citado por Cabanilla and Dennis (2014), quienes reportaron que con dosis altas de compost y vermicompost se incrementó significativamente la biomasa aérea en plantas de sorgo.

CONCLUSIONES

El aporte de las enmiendas orgánicas, incrementó la actividad microbiana del suelo que se reflejó en mayor CO₂ producido, como resultado del metabolismo de los microorganismos. Además que, conforme avanza el tiempo el efecto de las enmiendas disminuye, siendo esto indicio para mencionar que se requiere de aplicaciones continuas de enmiendas orgánicas para estimular las actividades microbianas. También se puede concluir que las enmiendas vinaza, harina de camarón, humus y el bioestimulante incrementaron significativamente las variables agronómicas de desarrollo (altura de planta, el diámetro de tallo) y por ende existe mayor cantidad de materia seca de la planta de banano.

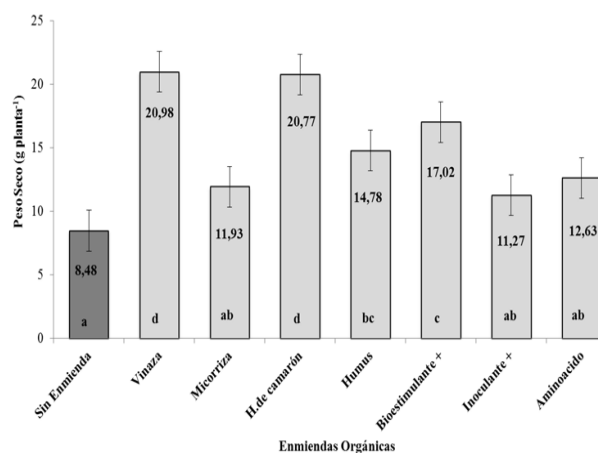


Figura 5. Efecto de las enmiendas orgánicas sobre el peso seco (g) de planta de banano bajo invernadero, EETP-2015.

Fuente: Elaboración Propia.

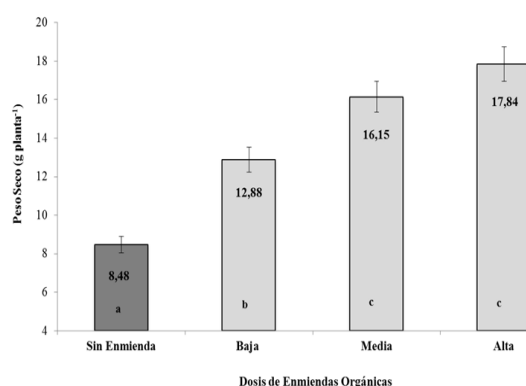


Figura 6. Efecto de las dosis de enmiendas orgánicas sobre el peso seco (g) de planta de banano bajo invernadero, EETP-2015.

Fuente: Elaboración Propia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez Solís, J. D. and Anzueto Martínez, M. d. J. (2004). Actividad microbiana del suelo bajo diferentes sistemas de producción de maíz en los altos de chiapas, México. *Agrociencia*, 38(1).
- Anderson, J. P. (1982). Soil respiration. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*, (methodsofsoilan2):831–871.
- Brookes, P., Cayuela, M., Contin, M., De Nobili, M., Kemmitt, S., and Mondini, C. (2008). The mineralisation of fresh and humified soil organic matter by the soil microbial biomass. *Waste Management*, 28(4):716–722.
- Cabanilla, D. and Dennis, W. (2014). Efecto de dosis crecientes de enmiendas orgánicas en un andisol y utisol sobre la biomasa microbiana, respiración y actividad enzimática, en condiciones de invernadero. Master's thesis, San José: Universidad de Costa Rica.
- Campitelli, P. and Ceppi, S. (2008). Chemical, physical and biological compost and vermicompost characterization: a chemometric study. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 90(1):64–71.

- Durango, W., Uribe, L., Henríquez, C., and Mata, R. (2015). Respiración, biomasa microbiana y actividad fosfatasa del suelo en dos agroecosistemas y un bosque en turrialba, costa rica. *Agronomía Costarricense*, 39(1).
- Hernández, T. and García, C. (2003). Estimación de la respiración microbiana del suelo. *García, C., F. Gil S., T. Hernández, y C. Trasar C.(eds). Técnicas de Análisis de Parámetros Bioquímicos en Suelos. Actividades Enzimáticas y Biomasa Microbiana. Mundi-Prensa. Madrid*, pages 311–346.
- Huamachi, M. and Antonio, M. (2011). Efectos de fuentes de fertilización nitrogenada orgánica en el proyecto de banano orgánico de la universidad earth. Technical report.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2012). Programa de Banano, Plátano y otras musáceas. *Informe técnico anual 2011*.
- Muschler, R. G. (2008). Shade management and its effect on coffee growth and quality. *Coffee: Growing, processing, sustainable production: A guidebook for growers, processors, traders, and researchers*, pages 391–418.
- Osorio, C. E. U., Sánchez, D. A. C., Molano, A. E. F., Velásquez, F. A. G., and Agudelo, C. A. L. (2008). Efecto de la micorrización y la fertilización en la acumulación de biomasa en plantas de banano (musa aaa cv. gran enano)(musaceae). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 61(1):4269.
- Ros, M., Hernandez, M., and García, C. (2003). Bioremediation of soil degraded by sewage sludge: effects on soil properties and erosion losses. *Environmental management*, 31(6):741–747.
- WingChing-Jones, R. and Lorío, L. U. (2016). Biomasa y actividad microbiana en suelos de uso ganadero y en regeneración de bosque. *Research Journal of the Costa Rican Distance Education University (ISSN: 1659-4266)*, 8(1):107–113.
- Zhao, Y., Wang, P., Li, J., Chen, Y., Ying, X., and Liu, S. (2009). The effects of two organic manures on soil properties and crop yields on a temperate calcareous soil under a wheat–maize cropping system. *European Journal of Agronomy*, 31(1):36–42.