

ÍNDICE

	Página
AGRADECIMIENTOS.....	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1 Hipótesis.	14
1.2 Objetivo general.	14
1.3 Objetivos específicos.	14
II. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
2.1 Fertilización.	15
2.2 Humus de lombriz	16
2.2 Efecto de la aplicación de humus al suelo.....	17
2.3 Fertilización química versus fertilización orgánica.....	18
2.4 Ballica italiana	19
2.4.1 Descripción botánica y ciclo biológico de la ballica italiana.....	19
2.5 Lechuga	19
2.5.1 Descripción botánica y ciclo biológico de la lechuga.....	20
2.5.2 <i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>longifolia</i> (Lam.) Janchen.....	20
2.6 Efecto de la aplicación de humus sobre el crecimiento de ballica y lechuga	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1 Ubicación del estudio	22
3.2 Incubación de suelo con humus de lombriz.....	22
3.3 Evaluación de la mineralización del humus mediante la determinación de la disponibilidad de nutrientes del suelo	23
3.3.1 Determinación de nitrógeno (N) disponible en el suelo.....	24
3.3.2 Determinación de fósforo (P) disponible en el suelo	24
3.3.3 Determinación de potasio (K) disponible en el suelo	24
3.3.4 Determinación de carbono orgánico del suelo (COS)	24
3.3.5 Determinación del pH del suelo y conductividad eléctrica	25

3.4 Evaluación de la aplicación de humus al suelo sobre el crecimiento y absorción de nutrientes en ballica y lechuga.....	25
3.4.1 Siembra.....	26
3.4.2. Diseño experimental.....	26
3.4.3 Cosecha.....	27
3.4.4 Determinación de la concentración de nutrientes en la planta.....	27
3.5 Análisis estadístico.....	28
IV. RESULTADOS.....	30
4.1 Incubación de suelo con humus de lombriz.....	30
4.2 Evaluación de la aplicación de humus al suelo sobre el crecimiento y absorción de nutrientes en ballica y lechuga.....	33
V. DISCUSIÓN.....	38
VI. CONCLUSIONES.....	41
VII. CITAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
VIII. ANEXOS.....	46

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química presente en el humus de lombriz (Amachuy, 2013).....	17
Cuadro 2. Composición química presente en el humus de lombriz (Amachuy, 2013).....	18
Cuadro 3. Composición química del humus y suelo utilizado. MO: materia orgánica; CE: conductividad eléctrica.....	22
Cuadro 4. Dosis y fracciones de humus usadas en las incubaciones con suelo.	23
Cuadro 5. Equivalencia de la cantidad de NPK aplicada al suelo según la dosis de humus de lombriz correspondiente.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Profundidad hipotética de las raíces de las plantas con y sin fertilización a lo largo del tiempo (FAO, 2002).....	16
Figura 2. Línea de tendencia de regresión, en la producción de materia seca al primer corte del <i>Lolium perenne</i> , en estado de prefloración (ton/ha/año) (Viñán, 2008).	21
Figura 3. Diseño experimental utilizado en los ensayos de ballica y lechuga. Ambos tenían 4 repeticiones por tratamiento, pero diferían en que en los ensayos de ballica se añadió 7 g de semillas por maceta en forma homogénea y en el caso de la lechuga se transplantaron 2 plantas similares por maceta. Los gramos de humus aplicados corresponden a dosis teóricas de 7,5; 15 y 30 Mg ha ⁻¹ respectivamente.....	27
Figura 4. Variación del N y P disponible luego de la aplicación de dos fracciones de humus en dosis de 6, 12,5 y 25 g kg de suelo ⁻¹ y la evolución a través del tiempo. a) N disponible después de la aplicación de humus de tamaño entre 0,5 y 0,05 mm (F1) y b) N disponible en F2 (2-1 mm) de humus; c) P disponible en F1 (0,5 – 0,05 mm) de humus; d) P disponible en la F2 (2-1 mm) de humus.....	30
Figura 5. Variación del K y carbono orgánico (CO) disponible luego de la aplicación de dos fracciones de humus en dosis de 6, 12,5 y 25 g kg de suelo ⁻¹ y la evolución a través del tiempo. a) K disponible después de la aplicación de humus de tamaño entre 0,5 y 0,05 mm (F1) y b) K disponible en F2 (2-1 mm) de humus; c) CO disponible en F1 (0,5 – 0,05 mm) de humus; d) CO disponible en la F2 (2-1 mm) de humus.	32
Figura 6. Materia seca (MS) producida por ballica y lechuga luego de la aplicación de dos fracciones de humus F1 (0,5-0,05 mm) y F2 (2-1 mm) en dosis de 6, 12,5 y 25 g kg de suelo ⁻¹ . a) y b) MS total; c) y d) MS aérea; e) y f) MS radical. *indica diferencias significativas entre ambas fracciones en la misma dosis (test-t con p<0,05). Letras distintas indican diferencias para una misma fracción según la dosis aplicada (ANOVA, p<0,05). Separación de medias por la prueba de Tukey (p<0,05).....	33
Figura 7. Nitrógeno (N) disponible en el suelo y N absorbido por ballica y lechuga, luego de la aplicación de dos fracciones de humus F1 (0,5-0,05 mm) y F2 (2-1 mm) en dosis de 6, 12,5 y 25 g kg de suelo ⁻¹ . a) y b) N disponible en el suelo una vez establecido el cultivo; c) y d) N absorbido por la planta hasta el momento de cosecha.*indica diferencias significativas entre ambas fracciones en la misma dosis (test- t con p<0,05). Letras distintas indican diferencias para una misma fracción según la dosis aplicada (ANOVA, p<0,05). Separación de medias por la prueba de Tukey (p<0,05).....	34

Figura 8. Fósforo (P) absorbido y disponible para ballica y lechuga luego de la aplicación de dos fracciones de humus F1 (0,5-0,05 mm) y F2 (2-1 mm) en dosis de 6, 12,5 y 25 g kg de suelo⁻¹. a) y b) P disponible en el suelo una vez establecido el cultivo; c) y d) P absorbido por la planta hasta el momento de cosecha.* indica diferencias significativas con valor $p < 0,05$ entre ambas fracciones en la dosis que corresponda según test-t. Letras distintas indican diferencias entre las fracciones de humus; F1 (0,5-0,05 mm) y F2 (2-1 mm) según ANOVA ($p < 0,05$). El método empleado para discriminar entre las medias fue la prueba de Tukey ($p < 0,05$). 36

Figura 9.. Potasio (K) absorbido y disponible para ballica (izquierda) y lechuga (derecha) luego de la aplicación de dos fracciones de humus F1 (0,5-0,05 mm) y F2 (2-1 mm) en dosis de 6, 12,5 y 25 g kg de suelo⁻¹. a-b) K disponible en el suelo una vez establecido el cultivo; c-d) K absorbido por la planta hasta el momento de cosecha.* indica diferencias significativas con valor $p < 0,05$ entre ambas fracciones en la dosis que corresponda según test-t. Letras distintas indican diferencias entre las fracciones de humus; F1 (0,5-0,05 mm) y F2 (2-1 mm) según ANOVA ($p < 0,05$). El método empleado para discriminar entre las medias fue la prueba de Tukey ($p < 0,05$). 37

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.. Variación del N disponible luego de la incubación de dos fracciones de humus, F1 (0,5-0,05 mm) y F2 (2-1 mm) en dosis de 6, 12,5 y 25 g kg de suelo ⁻¹ y la evolución a través del tiempo.....	46
Anexo 2. Variación del P disponible luego de la incubación de dos fracciones de humus, F1 (0,5-0,05 mm) y F2 (2-1 mm) en dosis de 6, 12,5 y 25 g kg de suelo ⁻¹ y la evolución a través del tiempo.....	47
Anexo 3. Variación del K disponible luego de la incubación de dos fracciones de humus, F1 (0,5-0,05 mm) y F2 (2-1 mm) en dosis de 6, 12,5 y 25 g kg de suelo ⁻¹ y la evolución a través del tiempo.....	48
Anexo 4. Variación del CO disponible luego de la incubación de dos fracciones de humus, F1 (0,5-0,05 mm) y F2 (2-1 mm) en dosis de 6, 12,5 y 25 g kg de suelo ⁻¹ y la evolución a través del tiempo.....	49
Anexo 5. Suministro de N proveniente del suelo y humus de lombriz para la planta y N absorbido por la planta.....	50
Anexo 6. Suministro de P proveniente del suelo y humus de lombriz para la planta y P absorbido por la planta.....	51
Anexo 7. Suministro de K proveniente del suelo y humus de lombriz para la planta y K absorbido por la planta.....	51