

ÍNDICE

Objetivos

Introducción

1.1. Los residuos de almazara	8
1.1.1. Origen y problemática	8
1.1.2. Sistemas de extracción del aceite y tipos de residuos producidos en las almazaras	9
1.1.3. Alternativas de gestión de los residuos	12
1.2. La materia orgánica en el suelo	15
1.2.1. Definición	15
1.2.2. Importancia de la materia orgánica en los suelos	16
1.2.2.1. Los residuos orgánicos en el marco de una agricultura sostenible	17
1.3. El compostaje	20
1.3.1. Definición y fundamento	20
1.3.2. Métodos de compostaje	20
1.3.3. Fases del compostaje	21
1.3.4. Los factores que influyen en el compostaje	23
1.3.5. La composición de los composts de alperujos	25
1.4. El vermicompostaje	27
1.4.1. Definición y fundamento	27
1.4.2. Métodos de vermicompostaje	27
1.4.3. Fases del vermicompostaje	28
1.4.4. Los factores que influyen en el vermicompostaje	29
1.4.5. La composición de los vermicompost de alperujos	30
1.5. Valor agrícola de los composts de alperujos	33
1.5.1. Efectos en las propiedades del suelo	34
1.5.1.1. En las propiedades físicas	34
1.5.1.2. En las propiedades fisicoquímicas	35
1.5.1.3. En las propiedades químicas	36
1.5.1.4. En las propiedades biológicas	36
1.5.2. Efectos en la nutrición de los cultivos	37
1.5.3. Efectos en el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas	38
1.6. Valor agrícola de los vermicomposts de alperujos	39
1.6.1. Efectos en las propiedades del suelo	39
1.6.2. Efectos en la nutrición y en la producción de los cultivos	40
1.7. Los productos orgánicos líquidos	41
1.7.1. Sustancias húmicas	41
1.7.1.1. Extracción y fraccionamiento de las sustancias húmicas	43
1.7.1.2. Sustancias húmicas comerciales	44

1.7.2. Valor agrícola de las sustancias húmicas	45
1.7.2.1. Sustancias húmicas aplicadas al suelo	45
1.7.2.1.1. Efectos en las propiedades del suelo	45
1.7.2.1.2. Efectos en la nutrición, el crecimiento y producción de las plantas	46
1.7.2.2. La aplicación foliar de las sustancias húmicas	49
1.7.2.3. Las sustancias húmicas de residuos de almazara	50
1.7.3. Los extractos acuosos de composts	51
1.7.3.1. La aplicación de extractos acuosos al suelo	51
1.7.3.2. La aplicación foliar de extractos acuosos de composts	52
1.7.3.3. Extractos acuosos de residuos de almazara	53

Material y métodos

2.1. Los composts a base de alperujos	57
2.1.1. Origen y preparación de los composts	57
2.1.2. Valoración agronómica de los composts de alperujos	59
2.1.2.1. Experimento 1. Valoración de los composts derivados de alperujos como fuente de nitrógeno	60
2.1.2.2. Experimento 2. Valoración de los compost derivados de alperujos como enmienda orgánica	62
2.2. Los vermicomposts derivados de alperujos	65
2.2.1. Origen y preparación de los vermicomposts	65
2.2.2. Valoración agronómica de los vermicomposts	66
2.2.2.1. Experimento 3. Valoración de los vermicomposts como enmienda orgánica	66
2.3. Valoración de los productos líquidos	69
2.3.1. Sustancias húmicas de composts a base de alperujos	60
2.3.1.1. Experimento 4. Valoración de la aplicación al suelo de las sustancias húmicas extraídas del compost y vermicompost	69
2.3.1.2. Experimento 5. Valoración de la aplicación foliar de las sustancias húmicas extraídas del compost y vermicompost	71
2.3.2. Los extractos acuosos de los composts derivados de alperujos	74
2.3.2.1. Experimento 6. Valoración de la aplicación foliar de extractos acuosos de los composts	74
2.4. Metodologías analíticas	76
2.5. Análisis estadístico de los datos	83

Resultados y discusión

3.1. Los composts a base de alperujos	87
3.1.1. Caracterización analítica de los composts	87
3.1.2. Valoración del nitrógeno y la materia orgánica de los composts de alperujos (experimentos 1 y 2)	90
3.1.2.1. Efectos en los parámetros de crecimiento y producción en el cultivo de lechuga	90
3.1.2.2. Efectos en el contenido de nutrientes en las hojas de lechuga	98
3.1.2.3. Efectos en la absorción de nutrientes en el cultivo de lechuga	103
3.1.2.4. Efectos en la eficiencia de utilización del nitrógeno de los composts de alperujos	109
3.2. El compost y vermicompost de alperujos	112
3.2.1. Caracterización analítica del vermicompost	112
3.2.2. Valoración del compost y vermicompost de alperujos (experimento 3)	115
3.2.2.1. Efectos en los parámetros de crecimiento y producción en los cultivos de lechuga y espinaca	115
3.2.2.2. Efectos en el contenido de nutrientes en los cultivos de lechuga y espinaca	119
3.2.2.3. Efectos en la absorción de nutrientes por los cultivos de lechuga y espinaca	123
3.2.2.4. Efectos en la eficiencia de utilización del nitrógeno del compost y vermicompost	126
3.2.2.5. Relación entre el contenido foliar y las aportaciones de nutrientes	127
3.2.2.6. Relación entre la absorción de nutrientes por las plantas y las aportaciones realizadas	129
3.3 Las sustancias húmicas de los composts	131
3.3.1. Valoración de la aplicación al suelo de las sustancias húmicas extraídas del compost y vermicompost de alperujos (experimento 4)	131
3.3.1.1. Efectos en los parámetros de crecimiento y producción en los cultivos de lechuga y espinaca	131
3.3.1.2. Efectos en el contenido de nutrientes en los cultivos de lechuga y espinaca	136
3.3.1.3. Efectos en la absorción de nutrientes por los cultivos de lechuga y espinaca	144
3.3.2. Valoración de la aplicación foliar de las sustancias húmicas extraídas del compost y vermicompost de alperujos (experimento 5)	149
3.3.2.1. Efectos en los parámetros de crecimiento y producción en los cultivos de lechuga y espinaca	149
3.3.2.2. Efectos en el contenido de nutrientes en los cultivos de lechuga y espinaca	154

3.3.2.3. Efectos en la absorción de nutrientes por los cultivos de lechuga y espinaca	161
3.4. Valoración de la aplicación foliar de extractos acuosos de los composts de alperujos (experimento 6)	167
3.4.1. Efectos en los parámetros de crecimiento y producción en los cultivos de lechuga y espinaca	167
3.4.2. Efectos en el contenido de nutrientes en los cultivos de lechuga y espinaca	171
3.4.3. Efectos en la absorción de nutrientes por los cultivos de lechuga y espinaca	176
Conclusiones	179
Bibliografía	185
Anejos	205
Índice de tablas	xiii
Índice de figuras	xv

Índice de tablas

Tabla 1	Valor económico, producción y consumo del aceite de oliva	8
Tabla 2	Principales características de los alpechines	10
Tabla 3	Principales características de los alperujos	11
Tabla 4	Características de los composts producidos a partir de residuos de almazara	26
Tabla 5	Principales características de los vermicomposts producidos a partir de residuos de almazara	31
Tabla 6	Clases de residuos y características de las mezclas iniciales para el compostaje de los alperujos	57
Tabla 7	Características del suelo utilizado en los experimentos	60
Tabla 8	Características de las sustancias húmicas valoradas	70
Tabla 9	Características de los extractos acuosos de composts evaluados	74
Tabla 10	Características químicas y fisicoquímicas de los composts de alperujos	87
Tabla 11	Parámetros de producción en la lechuga tratada con diferentes dosis de nitrógeno en forma de tres composts de alperujos y fertilizante mineral	91
Tabla 12	Respuesta de la lechuga tratada con diferentes dosis de materia orgánica en forma de composts de alperujos	95
Tabla 13	Contenido de macro y microelementos en hojas de lechuga tratada con diferentes dosis de nitrógeno en forma de tres composts de alperujos y fertilizante mineral	99
Tabla 14	Contenido de macro y microelementos en hojas de lechuga tratada con diferentes dosis de materia orgánica en forma de tres composts de alperujos	100
Tabla 15	Eficiencia de utilización del nitrógeno de los composts de alperujos aplicados en el cultivo de lechuga en los experimentos 1 y 2	110
Tabla 16	Características analíticas del compost y vermicompost de alperujos	112
Tabla 17	Parámetros de producción y crecimiento en la lechuga fertilizada con compost y vermicompost de alperujos	116
Tabla 18	Parámetros de producción y crecimiento en espinaca fertilizada con compost y vermicompost de alperujos	116
Tabla 19	Contenido de nutrientes en la lechuga fertilizada con compost y vermicompost de alperujos	121

Tabla 20	Contenido de nutrientes en la espinaca fertilizada con compost y vermicompost de alperujos	122
Tabla 21	Eficiencia de utilización del nitrógeno del vermicompost y compost de alperujos en lechuga y espinaca en el experimento 3	127
Tabla 22	Coeficientes de correlación entre el contenido de nutrientes y la aportación de nutrientes con los productos a base de alperujos	128
Tabla 23	Coeficientes de correlación entre la absorción de nutrientes y la aportación de nutrientes con los productos a base de alperujos	130
Tabla 24	Parámetros de producción y crecimiento en la lechuga tratada mediante la fertilización al suelo con sustancias húmicas extraídas de un compost y un vermicompost de alperujos	132
Tabla 25	Parámetros de producción y crecimiento en espinaca fertilizada con sustancias húmicas extraídas de un compost y un vermicompost de alperujos	134
Tabla 26a y b	Contenido de nutrientes en lechuga tratada mediante la aplicación al suelo de sustancias húmicas extraídas de un compost y un vermicompost de alperujos	137
Tabla 27a y b	Contenido de nutrientes en espinaca fertilizada con sustancias húmicas extraídas de un compost y un vermicompost de alperujos	141
Tabla 28	Parámetros de producción y crecimiento en lechuga tratada mediante la aplicación foliar con sustancias húmicas extraídas de un compost y un vermicompost de alperujos	150
Tabla 29	Parámetros de producción y crecimiento en espinaca tratada mediante la aplicación foliar con sustancias húmicas extraídas de un compost y un vermicompost de alperujos	151
Tabla 30a y b	Contenido de nutrientes en las plantas de lechuga tratadas mediante la aplicación foliar con sustancias húmicas extraídas de un compost y un vermicompost	155
Tabla 31a y b	Contenido de nutrientes en las plantas de espinaca tratadas mediante la aplicación foliar con sustancias húmicas extraídas de un compost y un vermicompost de alperujos	158
Tabla 32	Parámetros de producción y crecimiento en lechuga y espinaca tratadas mediante la aplicación foliar con extractos acuosos de composts de alperujos	168
Tabla 33	Contenido de nutrientes en las plantas de lechuga tratadas mediante la aplicación foliar con extractos acuosos de composts de alperujos	172
Tabla 34	Contenido de nutrientes en las plantas de espinaca tratadas mediante la aplicación foliar con extractos acuosos de composts	173

Índice de figuras

Figura 1	Propiedades de las sustancias húmicas	42
Figura 2	Vista general del IVIA, la parcela y los invernaderos en los que se realizaron las experiencias. Moncada (Valencia)	61
Figura 3	Distribución de los tratamientos en dos repeticiones en el experimento de valoración del nitrógeno de los composts de alperujos	61
Figura 4	Distribución de los tratamientos en dos repeticiones en el experimento de valoración de la materia orgánica de los composts de alperujos	63
Figura 5	Distribución de los tratamientos en el experimento de valoración del vermicompost de alperujos	67
Figura 6	Distribución de los tratamientos en una repetición del experimento sobre valoración de las sustancias húmicas extraídas de un compost y un vermicompost de alperujos aplicadas al suelo	71
Figura 7	Distribución de los tratamientos en una repetición del experimento sobre la valoración de la aplicación foliar de las sustancias húmicas extraídas de un compost y un vermicompost de alperujos	73
Figura 8	Distribución de los tratamientos en el experimento sobre la valoración de los extractos acuosos de los composts de alperujos	75
Figura 9	Biomasa fresca y seca relativa de las plantas de lechuga tratadas con diferentes dosis de nitrógeno en forma de tres composts de alperujos y fertilizante mineral	92
Figura 10	Porcentaje de materia seca de las plantas de lechuga tratadas con diferentes dosis de nitrógeno en forma de tres composts de alperujos y fertilizante mineral	93
Figura 11	Biomasa fresca y seca relativa de las plantas de lechuga tratadas con diferentes dosis de materia orgánica en forma de tres composts de alperujos	94
Figura 12	Porcentaje de materia seca de las plantas de lechuga tratadas con diferentes dosis de materia orgánica en forma de tres composts de alperujos	96
Figura 13	Absorción de macronutrientes por las plantas de lechuga tratadas con diferentes dosis de nitrógeno en forma de tres composts de alperujos y fertilizante mineral	104
Figura 14	Absorción de micronutrientes por las plantas de lechuga tratadas con diferentes dosis de nitrógeno en forma de tres composts de alperujos y fertilizante mineral	105

Figura 15	Absorción de macronutrientes por las plantas de lechuga tratadas con diferentes dosis de materia orgánica en forma de tres composts de alperujos	107
Figura 16	Absorción de micronutrientes por las plantas de lechuga tratadas con diferentes dosis de materia orgánica en forma de tres composts de alperujos	108
Figura 17	Biomasa fresca y seca relativa de las plantas de lechuga y espinaca fertilizadas con diferentes dosis de vermicompost y compost de alperujos	117
Figura 18	Porcentaje de materia seca de las plantas de lechuga y espinaca fertilizadas con diferentes dosis de vermicompost y compost de alperujos	118
Figura 19	Absorción de macronutrientes en las plantas de lechuga y espinaca tratadas con diferentes dosis de vermicompost y compost de alperujos	124
Figura 20	Absorción de micronutrientes en las plantas de lechuga y espinaca tratadas con diferentes dosis de vermicompost y compost de alperujos	125
Figura 21	Biomasa fresca y seca relativa de las plantas de lechuga y espinaca fertilizadas con sustancias húmicas extraídas de un compost y un vermicompost de alperujos	133
Figura 22	Porcentaje de materia seca de las plantas de lechuga y espinaca fertilizadas con sustancias húmicas extraídas de un compost y un vermicompost de alperujos	135
Figura 23	Absorción de macronutrientes en las plantas de lechuga fertilizadas con sustancias húmicas extraídas de un compost y un vermicompost de alperujos	145
Figura 24	Absorción de micronutrientes en las plantas de lechuga fertilizada con sustancias húmicas extraídas de un compost y un vermicompost de alperujos	146
Figura 25	Absorción de macronutrientes en las plantas de espinaca fertilizadas con sustancias húmicas extraídas de un compost y un vermicompost de alperujos	147
Figura 26	Absorción de micronutrientes en las plantas de espinaca fertilizadas con sustancias húmicas extraídas de un compost y un vermicompost de alperujos	148
Figura 27	Biomasa fresca y seca relativa de las plantas de lechuga y espinaca tratadas mediante la aplicación foliar con sustancias húmicas extraídas de un compost y un vermicompost de alperujos	152

Figura 28	Porcentaje de materia seca de las plantas de lechuga y espinaca tratadas mediante la aplicación foliar con sustancias húmicas extraídas de un compost y un vermicompost de alperujos	153
Figura 29	Absorción de macronutrientes en las plantas de lechuga tratadas mediante la aplicación foliar con sustancias húmicas extraídas de un compost y un vermicompost de alperujos	162
Figura 30	Absorción de micronutrientes en las plantas de lechuga tratadas mediante la aplicación foliar con sustancias húmicas extraídas de un compost y un vermicompost de alperujos	163
Figura 31	Absorción de macronutrientes en las plantas de espinaca tratadas mediante la aplicación foliar con sustancias húmicas extraídas de un compost y un vermicompost de alperujos	164
Figura 32	Absorción de micronutrientes en las plantas de espinaca tratadas mediante la aplicación foliar con sustancias húmicas extraídas de un compost y un vermicompost de alperujos	165
Figura 33	Biomasa fresca y seca relativa de las plantas de lechuga y espinaca tratadas mediante la aplicación foliar con extractos acuosos de composts de alperujos	169
Figura 34	Porcentaje de materia seca de las plantas de lechuga y espinaca tratadas mediante la aplicación foliar con extractos acuosos de composts de alperujos	170
Figura 35	Absorción de macronutrientes por las plantas de lechuga y espinaca tratadas mediante la aplicación foliar de extractos acuosos de composts de alperujos	177
Figura 36	Absorción de micronutrientes por las plantas de lechuga y espinaca tratadas mediante la aplicación foliar de extractos acuosos de composts de alperujos	178