



INFORME TECNICO FINAL

Nombre del proyecto	Desarrollo de protocolos de producción de compost derivado de residuos de mostaza negra (<i>Lepidium latifolium</i>) para ser usado en el mejoramiento de suelos y disminuir la dispersión de la maleza
Código del proyecto	PYT-2017-0328
Informe final	
Período informado (considerar todo el período de ejecución)	Desde el 01.10.2017 hasta el 29.11.2019
Fecha de entrega	12 diciembre 2019

Nombre coordinador	Lorenzo León G.
Firma	

INSTRUCCIONES PARA CONTESTAR Y PRESENTAR EL INFORME

- Todas las secciones del informe deben ser contestadas, utilizando caracteres tipo Arial, tamaño 11.
- Sobre la información presentada en el informe:
 - Debe dar cuenta de todas las actividades realizadas en el marco del proyecto, considerando todo el período de ejecución, incluyendo los resultados finales logrados del proyecto; la metodología utilizada y las modificaciones que se le introdujeron; y el uso y situación presente de los recursos utilizados, especialmente de aquellos provistos por FIA.
 - Debe estar basada en la última versión del Plan Operativo aprobada por FIA.
 - Debe ser resumida y precisa. Si bien no se establecen números de caracteres por sección, no debe incluirse información en exceso, sino solo aquella información que realmente aporte a lo que se solicita informar.
 - Debe ser totalmente consistente en las distintas secciones y se deben evitar repeticiones entre ellas.
 - Debe estar directamente vinculada a la información presentada en el informe financiero final y ser totalmente consistente con ella.
- Sobre los anexos del informe:
 - Deben incluir toda la información que complemente y/o respalde la información presentada en el informe, especialmente a nivel de los resultados alcanzados.
 - Se deben incluir materiales de difusión, como diapositivas, publicaciones, manuales, folletos, fichas técnicas, entre otros.
 - También se deben incluir cuadros, gráficos y fotografías, pero presentando una descripción y/o conclusiones de los elementos señalados, lo cual facilite la interpretación de la información.
- Sobre la presentación a FIA del informe:
 - Se deben entregar tres copias iguales, dos en papel y una digital en formato Word (CD o pendrive).
 - La fecha de presentación debe ser la establecida en el Plan Operativo del proyecto, en la sección detalle administrativo. El retraso en la fecha de presentación del informe generará una multa por cada día hábil de atraso equivalente al 0,2% del último aporte cancelado.
 - Debe entregarse en las oficinas de FIA, personalmente o por correo. En este último caso, la fecha válida es la de ingreso a FIA, no la fecha de envío de la correspondencia.
- El FIA se reserva el derecho de publicar una versión del Informe Final editada especialmente para estos efectos.

CONTENIDO

1.	ANTECEDENTES GENERALES.....	4
2.	EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA DEL PROYECTO	4
3.	RESUMEN EJECUTIVO.....	5
4.	OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO.....	7
5.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS (OE).....	7
6.	RESULTADOS ESPERADOS (RE).....	8
7.	CAMBIOS Y/O PROBLEMAS DEL PROYECTO.....	17
8.	ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERÍODO.....	18
9.	POTENCIAL IMPACTO	19
10.	CAMBIOS EN EL ENTORNO.....	19
11.	DIFUSIÓN.....	20
12.	PRODUCTORES PARTICIPANTES	20
13.	CONSIDERACIONES GENERALES.....	21
14.	CONCLUSIONES	22
15.	RECOMENDACIONES.....	22
16.	ANEXOS.....	23
17.	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	62

1. ANTECEDENTES GENERALES

Nombre Ejecutor:	Instituto de Investigaciones Agropecuarias
Nombre(s) Asociado(s):	Asociación Agrícola Administradora de Aguas Servidas Tratadas de Calama; (2) Comunidad Atacameña de Lasana; (3) Genoveva María Amaro Mamani; (4) Asociación Indígena de Regantes y Agricultores de Chunchuri Poniente y (4) Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP).
Coordinador del Proyecto:	Lorenzo Francisco León Gutiérrez
Regiones de ejecución:	II Región de Antofagasta
Fecha de inicio iniciativa:	01.10.2017
Fecha término Iniciativa:	29.11.2019

2. EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA DEL PROYECTO

Costo total del proyecto	
Aporte total FIA	
Aporte Contraparte	Pecuniario
	No Pecuniario
	Total

Acumulados a la Fecha	
Aportes FIA del proyecto	
1. Total de aportes FIA entregados	
2. Total de aportes FIA gastados	
3. Saldo real disponible (Nº1 – Nº2) de aportes FIA	
Aportes Contraparte del proyecto	
1. Aportes Contraparte programado	Pecuniario
	No Pecuniario
2. Total de aportes Contraparte gastados	Pecuniario
	No Pecuniario
3. Saldo real disponible (Nº 1-Nº2) de aportes Contraparte	Pecuniario
	No Pecuniario

3. RESUMEN EJECUTIVO

3.1 Resumen del período no informado

Informar de manera resumida las principales actividades realizadas y los principales resultados obtenidos durante el período comprendido entre el último informe técnico de avance y el informe final. Entregar valores cuantitativos y cualitativos.

Durante el periodo no informado se desarrollaron las siguientes actividades:

- i) **Actividades:** (a) Mantenimiento de dos ensayos de maíz, con aplicación de compost (riegos y desmalezado) (Calama y Lasana); (b) 8 Charlas y talleres de elaboración de compost en base a mostaza negra a grupo (d) Elaboración de dos informes técnicos; (e.) Elaboración de un informativo protocolos de compostaje; (f) Coordinación para difusión y charlas con PRODESAL; (g) 1 Día de campo y 1 seminario final (27 Noviembre de 2019).
- ii) **Conclusión:** se logró establecer un protocolo de compostaje de la maleza mostaza negra, el cual fue difundido hacia los agricultores.

3.2 Resumen del proyecto

Informar de manera resumida las principales actividades realizadas y los principales resultados obtenidos durante todo el período de ejecución del proyecto. Entregar valores cuantitativos y cualitativos.

La presente propuesta surgió de la necesidad de contar con protocolos de manejo de residuos de mostaza negra, dado que la única alternativa considerada a nivel de productor era la quema de los residuos de esta maleza.

El proyecto se ejecutó de acuerdo al plan operativo del mismo (firmado con fecha 08 de septiembre de 2017) y cuyo objetivo principal correspondió a “Desarrollar protocolos de producción de compost empleando residuos de la maleza mostaza negra y guanos, contribuyendo a la disminución de la dispersión de la maleza y al mejoramiento de las propiedades de los suelos”.

Considerando los objetivos específicos y resultados esperados del mismo, se alcanzó lo siguiente: (1) Se caracterizó las materias primas disponibles y compost terminados, en donde un tratamiento ensayado quedó dentro de la norma Chilena de Compostaje; (2) Se definió el proceso de producción de compost más eficiente, que fue correspondiente con el tratamiento antes mencionado; (3) Se determinó el efecto de la aplicación de compost en la calidad de suelo mediante ensayos de respuesta de cultivo de maíz; (4) Se difundió los resultados y alcances del proyecto en prensa, charlas, seminarios, días de campo y demostrativos en colegios.

Aun al día de hoy la mostaza negra afecta a un importante porcentaje de los predios en la zona de estudio, con distintos niveles de infestación y pérdida productiva, por lo que se espera que el proyecto contribuya a la solución de los residuos de la misma en las próximas temporadas. Adicionalmente, se espera la disminución de las tasas de infestación de mostaza negra hacia nuevas zonas productivas como consecuencia del

uso de la maleza como materia prima de compostaje, y una reducción de la contaminación ambiental al eliminar la labor de quema regularmente desarrollada luego de su extracción.

4. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

Desarrollar protocolos de producción de compost empleando residuos de la maleza mostaza negra y guanos, para disminuir la dispersión de la maleza y mejorar las propiedades de los suelos.

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS (OE)

4.1 Porcentaje de Avance

El porcentaje de avance de cada objetivo específico se calcula luego de determinar el grado de avance de los resultados asociados a éstos. El cumplimiento de un 100% de un objetivo específico se logra cuando el 100% de los resultados asociados son alcanzados.

Nº OE	Descripción del OE	% de avance al término del proyecto ¹
1	Caracterizar las materias primas disponibles y compost terminados, utilizando los parámetros señalados en la Norma chilena de compostaje.	100
2	Definir el proceso de producción de compost más eficiente con las materias primas disponibles.	100
3	Determinar el efecto de la aplicación de compost sobre parámetros de calidad de suelos y supresión de enfermedades.	80
4	Difundir los resultados y alcances del proyecto.	100

¹ Para obtener el porcentaje de avance de cada Objetivo específico (OE) se promedian los porcentajes de avances de los resultados esperados ligados a cada objetivo específico para obtener el porcentaje de avance de éste último.

6. RESULTADOS ESPERADOS (RE)

Para cada resultado esperado debe completar la descripción del cumplimiento y la documentación de respaldo.

5.1 Cuantificación del avance de los RE al término del proyecto

El porcentaje de cumplimiento es el porcentaje de avance del resultado en relación con la línea base y la meta planteada. Se determina en función de los valores obtenidos en las mediciones realizadas para cada indicador de resultado.

El porcentaje de avance de un resultado no se define según el grado de avance que han tenido las actividades asociadas éste. Acorde a esta lógica, se puede realizar por completo una actividad sin lograr el resultado esperado que fue especificado en el Plan Operativo. En otros casos se puede estar en la mitad de la actividad y ya haber logrado el 100% del resultado esperado.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado ² (RE)	Indicador de Resultados (IR)					Fecha alcance meta real ⁸	% de cumplimiento
			Nombre del indicador ³	Fórmula de cálculo ⁴	Línea base ⁵	Meta del indicador ⁶ (situación final)	Fecha alcance meta programada ⁷		
1	1	Materia prima disponible para el establecimiento de los ensayos de elaboración de compost en Calama, Chiu Chiu y Lasana	Volumen de guanos, estiércoles y biomasa de mostaza negra	$\frac{vol. actual}{vol. requerido}$ (>)72 m3 de material colectado u localizado/ 72 material colectado u localizado	0 m³ de materias primas	(72 m³ de material localizado)	Diciembre 2017	Diciembre 2017	100%
Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.									
Se alcanzó satisfactoriamente considerando el material que durante la temporada los agricultores pueden extraer entre 1 y 3 remociones manuales (Imagen 1, anexo1). El límite superior por há de material de tallo y hojas puede alcanzar 10 toneladas de materia seca. Los sitios de extracción de la maleza con cargas similares (e incluso mayores) se extienden a bordes de canal. El material empleado como para el proceso de compostaje cumplió con la normativa de metales pesados establecidos por la norma Chilena de Compostaje, habiéndose definido también las características físico química de los demás materiales que pueden ser compostados en el área de estudio. El uso de raíces de mostaza negra y brea (<i>Tessaria absinthioides</i>), adicionales a lo propuesto en proyecto original, no pudo ser desarrollado en el periodo, por suspensión de actividades del proyecto.									

² Resultado Esperado (RE): corresponde al mismo nombre del Resultado Esperado indicado en el Plan Operativo.

³ Nombre del indicador: corresponde al mismo nombre del indicador del Resultado Esperado descrito en el Plan Operativo.

⁴ Fórmula de cálculo: corresponde a la manera en que se calculan las variables de medición para obtener el valor del resultado del indicador.

⁵ Línea base: corresponde al valor que tiene el indicador al inicio del proyecto.

⁶ Meta del indicador (situación final): es el valor establecido como meta en el Plan Operativo.

⁷ Fecha alcance meta programada: es la fecha de cumplimiento de la meta indicada en el Plan Operativo.

⁸ Fecha alcance meta real: es la fecha real de cumplimiento al 100% de la meta. Si la meta no es alcanzada, no hay fecha de cumplimiento.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)							% de cumplimient o
			Nombre del indicador	Fórmula de cálculo	Línea base	Meta del indicador (situación final)	Fecha alcance meta programa da	Resultado obtenido	Fecha alcance meta real	
1	2	Compost terminado en rangos aceptables según norma chilena	Norma chilena 2880 oficial 2004 y revisada 2015 (calidad y madurez)	<i>vol. de compost obtenido</i> <i>/(vol. Compost equivalente a 2 tratamiento s</i>	0 m³ de compost	<i>Volumen de compost obtenido dentro de la norma es el correspondi ente a la suma de dos tratamiento s</i>	junio 2018	Compost terminado , en rango norma chilena de compostaje	diciembre de 2018	100%
Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.										

	Según lo observado en diciembre de 2018, es posible señalar que el tratamiento “T1” del ensayo de compostaje de Lasana, clasificó dentro de norma para la mayor parte de las variables evaluadas, siendo el mejor de los tres ensayados en esta experiencia. Por su parte el tratamiento “T3” también presentó una buena evaluación general siendo más limitante la relación amonio/nitrato. También fue posible apreciar que la única variable que no cumplió en ninguno de los tratamientos al momento de la evaluación fue la de densidad aparente la que, no obstante, superó por estrecho margen a la norma. Sin embargo, esta variable muy posiblemente mejore su valor y alcance rango de norma con un tiempo un poco más prolongado de maduración. Por el contrario tratamiento como “T2” no cumplió la norma en la variable de Conductividad eléctrica, la cual ya es alta a los suelos de la provincia en donde se aplicarían los compost, por lo que no se consideró como un resultado final replicable por los agricultores. Es necesario destacar el hecho que de los tres tratamientos “T1” sea el que mejor cumple con la mayoría de las variables incluidas en la norma, es coincidente con que este tratamiento alcanzó por un tiempo más prolongado una temperatura superior a 55°C. No se observó germinación de semillas de la maleza mostaza negra en el compost en ningún ensayo de germinación o de otro tipo a lo largo del proyecto. Documentación de respaldo: Ver los siguientes anexos: Anexo 2, Fig. 1 Materiales utilizados y proporciones empleadas en compostaje de Lasana; cuadros 1 y 2, composición físico química de materiales a ser compostados. fig.2 Variables de proceso de compostaje y Anexo 3 (fig. 1 a 8): Análisis estadísticos resultados compost ensayo n° 2 Lasana
--	---

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)							% de cumplimiento
			Nombre del indicador	Fórmula de cálculo	Línea base	Meta del indicador (situación final)	Fecha alcance meta programada	Resultado obtenido	Fecha alcance meta real	
2	3	Procedimiento óptimo de compostaje según mezclas de materias primas disponibles	Procedimiento óptimo de compostaje según mezclas de materias primas disponibles Evaluación de evolución de variables de temperatura, humedad, en el proceso de compostaje, de acuerdo a Norma 2880 y experiencia INIA	Temp. Alcanzada /temp. optima de compostaje	desconocida	100%	Junio 2018	Temperatura optima de compostaje alcanzadas	Diciembre 2018	100%
Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.										
		Todos los tratamientos establecidos en el ensayo n°2 de Lasana (reportado en informe de avance de diciembre de 2018), cumplieron alcanzando la temperatura óptima de compostaje durante la fase termofílica del proceso, los parámetros de humedad se midieron utilizando el método de la mano realizando riegos de periódicos para mantener la humedad dentro de los rangos óptimos. En cuanto al pH final cercano al neutro, es el tratamiento 1 de Lasana el que cumplió de mejor manera con la norma, apreciándose diferencia significativa respecto a los tratamientos 2 y 3 Documentación de respaldo: Anexo 2, fig. 1. cumplimiento de temperatura Fase termofílica; anexo 3, figs. 6 y 8.								

Informe técnico final

V 2018-06-29

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)							% de cumplimiento
			Nombre del indicador	Fórmula de cálculo	Línea base	Meta del indicador (situación final)	Fecha alcance meta programada	Resultado obtenido	Fecha alcance meta real	
2	4	Malezas inviables a temperaturas alcanzadas en compost	Temperatura necesaria para alcanzar inviabilidad de semillas de mostaza negra	Temperatura necesaria/temperatura obtenida*100	Desconocida	Rango de temperatura superior a los 55°C por un período de tiempo superior a las 72 horas conocido. Cumpliendo con la norma chilena de compostaje. Lo anterior será evaluado en test de germinación de la maleza	Junio 2018	Semillas de malezas inviables tras procedimiento de compostaje	Diciembre 2018	100%
Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.										
En el ensayo n°2 establecido en Lasana y de acuerdo con el registro de temperaturas hecho entre los meses de junio y septiembre de 2018, se obtuvieron en los tres tratamientos valores superiores a 55°C por más de tres días consecutivos, esto permitió asegurar la muerte de semillas de malezas y patógenos presentes en la mezcla final. Sumado a esto, en pruebas de germinación de malezas aplicadas a estos compost terminados, no se observó germinación de malezas.										

		Documentos de respaldo: Anexo 2, figura 1: Evolución temperaturas en fase termofílica ensayo n°2 Lasana								
			Indicador de Resultados (IR)							
Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Nombre del indicador	Fórmula de cálculo	Línea base	Meta del indicador (situación final)	Fecha alcance meta programada	Resultado obtenido	Fecha alcance meta real	% de cumplimiento
3	5	Incremento calidad de suelo	Variables asociadas a propiedades fisicohídricas, químicas y biológicas de suelo mejoran; no hay efecto negativo sobre cultivos		Agregación estable al agua desconocida, aunque muy baja	Agregación estable al agua aumenta 5%. Rendimiento de cultivo se mantiene o aumenta.	Junio 2018	Aumenta la capacidad de infiltración del suelo cuando este se encuentra seco. Cultivos alcanzan mayor desarrollo.	Diciembre 2018	80%
		Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.								
		- En el cultivo de maíz, se obtuvieron diferencias significativas al comparar los tratamientos en cuanto a nº de hojas, altura de planta y diámetro basal. entre tratamientos con distintas aplicaciones de compost. Esto no fue observado para el caso de alfalfa. - En ambos cultivos el análisis de suelo realizado luego de la de aplicación de compost, no mostró diferencias significativas entre los parámetros más importantes como por ejemplo N-P-K, pH, CICE, entre otros. Lo anterior debido probablemente a que el efecto de la aplicación de compost es acumulativo en el tiempo y se necesita más de una temporada de aplicación para observar efectos significativos en los cultivos.								
		Documentos de respaldo: Anexo 4								

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)							% de cumplimiento
			Nombre del indicador	Fórmula de cálculo	Línea base	Meta del indicador (situación final)	Fecha alcance meta programada	Resultado obtenido	Fecha alcance meta real	
3	6	Reducción alternaría spp. en zanahoria	Incidencia y severidad de la enfermedad en los diferentes tratamientos	Diferencia (Incidencia inicial – incidencia final) > 20% de Incidencia inicial	Incidencia actual > 70 %	Incidencia se reduce en un 20%	Junio 2018	No fue posible apreciar la reducción en la incidencia de la enfermedad dado que no se presentaron síntomas de la misma a nivel de campo	Noviembre 2019	50%
		Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.								
		- Aun cuando se desarrolló el trabajo experimental en una zona que era conocida por la incidencia de Alternaria, esta no se pudo observar a nivel de campo y en consecuencia no fue posible determinar una reducción en la incidencia como consecuencia de la aplicación de compost al suelo.								
		Documentos de respaldo: Anexo 4								

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)							% de cumplimiento
			Nombre del indicador	Fórmula de cálculo	Línea base	Meta del indicador (situación final)	Fecha alcance meta programada	Resultado obtenido	Fecha alcance meta real	
4	7	Conocimiento y adopción por parte de la comunidad de los protocolos de producción de compostaje	Asistencia de agricultores y asesores técnicos a charlas y días de campo. Recepción por parte de los asistentes del material didáctico	Diferencia (Incidencia inicial – incidencia final) > 20% de Incidencia inicial	No hay conocimiento de técnicas avanzadas de compostaje, ni uso del producto terminado	Al menos 100 agricultores participan en las capacitaciones y reciben material informativo.	Noviembre 2019	Agricultores capacitados, recibieron información de proceso de compostaje	Noviembre 2019	100
		Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.								
		Los agricultores de la zona participaron en las actividades de difusión (charlas, talleres, días de campo), quienes fueron capacitados en la elaboración de compost, habiéndose entregado material informativo. Adicionalmente, en las charlas y talleres realizados en las escuelas básicas de Lasana y Chiu Chiu, se capacitó y entregó material informativo a 47 alumnos y profesores. Producto de estas charlas, se elaboraron pilas demostrativas en los terrenos de los agricultores Daniel Yere (Turi) y Santos Gómez (Chiu Chiu). También se estableció una pila demostrativa en la escuela básica de Lasana. Las pilas de Chiu Chiu y Lasana fueron visitadas posteriormente a su elaboración constatándose visualmente una correcta evolución en la descomposición de los materiales originales. En la ocasión se verificó la temperatura en ambas pilas, las que se encontraban en torno a los 45°C luego de tres semanas de establecidas. Finalmente, es importante destacar la emisión del programa radial “La hora de la agricultura”, el cual es de alcance regional y llega a todo tipo de público.								
		Documentos de respaldo: Anexo 5: listas de asistentes.								

5.2 Análisis de brecha.

Cuando corresponda, justificar las discrepancias entre los resultados programados y los obtenidos.

Los resultados obtenidos presentan la mayor discrepancia en la determinación de los efectos de compostaje sobre: (1) propiedades físico-hídricas de suelo. No se mejoró significativamente las características físico-hídricas del suelo. En este sentido, se estima hubiera sido necesaria más temporadas de aplicación de compost para influenciar positivamente estos aspectos. No obstante, las condiciones de suelo fueron indirectamente evaluadas de manera positiva por un mejoramiento en la condición de cultivo (maíz) que fue cultivado en dosis crecientes de compost (Anexo 4). Pruebas adicionales en otros cultivos hubieran sido deseables, pero las mismas fueron afectadas por las condiciones climáticas de enero de 2019 y por el receso de la iniciativa durante el año. (2) reducción alternaria: esta reducción no fue posible de ser observada, dado que para la temporada de evaluación no se vio incidencia de la enfermedad, aun cuando se consideró un sitio de alta incidencia de este problema. Dado lo anterior, el objetivo específico N°3 (“Determinar el efecto de la aplicación de compost sobre parámetros de calidad de suelos y supresión de enfermedades”) figura con un nivel de cumplimiento del 80%.

7. CAMBIOS Y/O PROBLEMAS DEL PROYECTO

Especificar los cambios y/o problemas enfrentados durante el desarrollo del proyecto. Se debe considerar aspectos como: conformación del equipo técnico, problemas metodológicos, adaptaciones y/o modificaciones de actividades, cambios de resultados, gestión y administrativos.

Describir cambios y/o problemas	Consecuencias (positivas o negativas), para el cumplimiento del objetivo general y/o específicos	Ajustes realizados al proyecto para abordar los cambios y/o problemas
Suspensión de las actividades del proyecto por falta de financiamiento a partir entre enero y junio de 2019	Se debió abandonar las zonas de ensayo, y prescindir de los servicios de profesional y operario a cargo Por lo anterior, varias de las actividades proyectadas no pudieron ser realizadas.	Se esperó la llegada de recursos a INIA para reanudar el trabajo. Las actividades en específico dependieron del saldo disponible y de lo que sea factible ser desarrollado hasta 30 noviembre de 2019 (nueva fecha de término). Fue posible concluir las actividades del proyecto con los resultados obtenidos, pudiéndose entregar a la comunidad los protocolos de compostaje como producto en día de campo e Informativo INIA

8. ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERÍODO

7.1 Actividades programadas en el plan operativo y realizadas durante el período de ejecución para la obtención de los objetivos.

- Características compost terminados
- Mantenimiento y evaluación de proceso de compostaje
- Evaluación de compost terminado
- Preparación de suelo
- Aplicación de compost
- Mantenimiento ensayo de alfalfa
- Mantenimiento ensayo hortalizas
- Mantenimiento ensayo supresión de enfermedades
- Evaluación de vigor y rendimiento de cultivos
- Evaluación de ensayo supresión de enfermedades
- Día de campo
- Informativo INIA
- Charlas a la comunidad
- Notas divulgativas en prensa

7.2 Actividades programadas y no realizadas durante el período de ejecución para la obtención de los objetivos.

- *Para el periodo de receso del proyecto*
 - a) Características compost terminados
 - b) Mantenimiento y evaluación de proceso de compostaje
 - c) Evaluación de compost terminado
 - d) Mantenimiento ensayo de alfalfa
 - e) Mantenimiento ensayo hortalizas
 - f) Mantenimiento ensayo supresión de enfermedades
 - g) Día de campo
 - h) Cartilla divulgativa
 - i) Charlas a la comunidad
- *Luego de retomar actividades, no existió brecha para las actividades programadas y desarrolladas en el periodo*

7.3 Analizar las brechas entre las actividades programadas y realizadas durante el período de ejecución del proyecto.

A pesar del receso en la iniciativa, no hubo brecha entre actividades programadas vs realizadas.

9. POTENCIAL IMPACTO

8.1 Resultados intermedios y finales del proyecto.

Descripción y cuantificación de los resultados obtenidos al final del proyecto, y estimación de lograr otros en el futuro, comparación con los esperados, y razones que explican las discrepancias; ventas y/o anuales (\$), nivel de empleo anual (JH), número de productores o unidades de negocio que pueden haberse replicado y generación de nuevas ventas y/o servicios; nuevos empleos generados por efecto del proyecto, nuevas capacidades o competencias científicas, técnicas y profesionales generadas.

El proyecto permitió el generar los protocolos de compostaje resultante del uso de la maleza Mostaza Negra. Estos protocolos fueron entregados a los agricultores de la zona de interés en el Informativo INIA n° 145 (anexo 6). Esta entrega fue desarrollada en un día de campo y seminario de término que fueron efectuados el día 27 de noviembre de 2019 (anexo 7).

Aun al día de hoy la mostaza negra afecta a un importante porcentaje de los predios en la zona de estudio, con distintos niveles de infestación y pérdida productiva, por lo que se espera que el proyecto contribuya a la solución de los residuos de la misma en las próximas temporadas. Adicionalmente, se espera la disminución de las tasas de infestación de mostaza negra hacia nuevas zonas productivas como consecuencia del uso de la maleza como materia prima de compostaje, y una reducción de la contaminación ambiental al eliminar la labor de quema regularmente desarrollada luego de su extracción.

10. CAMBIOS EN EL ENTORNO

Indique si existieron cambios en el entorno que afectaron la ejecución del proyecto en los ámbitos tecnológico, de mercado, normativo y otros, y las medidas tomadas para enfrentar cada uno de ellos.

La suspensión de la iniciativa tuvo un impacto en términos de la repetición de los experimentos de compostaje y otras actividades programadas (punto 8.2). No obstante, el resultado final fue satisfactorio en tanto fue posible generar los protocolos de compostaje.

11. DIFUSIÓN

Describa las actividades de difusión realizadas durante la ejecución del proyecto. Considere como anexos el material de difusión preparado y/o distribuido, las charlas, presentaciones y otras actividades similares.

	Fecha	Lugar	Tipo de Actividad	Nº participantes	Documentación Generada
1	4-11-2017	Inacap, Calama	Seminario Lanzamiento Proyecto	21	Lista de Asistentes
2	25-01-2018	Calama	1° Día de Campo	11	Lista de Asistentes
3	14-04-2018	Lasana	Charla Divulgativa	30	Lista de Asistentes: fig. 1, anexo 5
4	17-05-2018	Calama	Charla Divulgativa	11	Lista de Asistentes: fig. 1, anexo 5
5	31-07-2017	Lasana	2° Día de Campo	13	Lista de Asistentes
7	28-08-2018	Lasana	Charla Divulgativa	18	Lista de Asistentes: fig. 4, anexo 5
8	12-09-2018	Chiu-Chiu	Charla Divulgativa	29	Lista de Asistentes: fig. 3, anexo 5
9	16-10-2018	Turi	Charla Divulgativa	17	Lista de Asistentes: fig. 5, anexo 5
10	18-10-2018	Calama	Charla Divulgativa	11	Lista de Asistentes: fig. 7-9, anexo 5
11	24-10-2019	Chiu-Chiu	Charla Divulgativa	10	Lista de Asistentes: fig. 6, anexo 5
12	27-11-2019	Calama	Día de Campo final	26	Lista de Asistentes: fig. 1, anexo 10
Total participantes				197	

12. PRODUCTORES PARTICIPANTES

Complete los siguientes cuadros con la información de los productores participantes del proyecto.

11.1 Antecedentes globales de participación de productores

Debe indicar el número de productores para cada Región de ejecución del proyecto.

Región	Tipo productor	Nº de mujeres	Nº de hombres	Etnia (Si corresponde, indicar el Nº de productores por etnia)	Totales
	Productores pequeños	93	104	Atacameños	197

	Productores medianos-grandes	no aplica	no aplica		
	Totales	85	101		

11.2 Antecedentes específicos de participación de productores

Nombre	Ubicación Predio			Superficie Há.	Fecha ingreso al proyecto
	Región	Comuna	Dirección Postal		
Luis Jorquera	Antofagasta	Calama	Cobija Interior 3618		4-11-2017
Cristian Cruz	Antofagasta	Calama	Parcela 51 Likantatay		4-11-2017
Elver Mollo	Antofagasta	Calama	Covadonga 514		4-11-2017
Ricardo Chamorro	Antofagasta	Calama	Cobija-Cerro Negro		4-11-2017
Waldo Martínez	Antofagasta	Calama	s/n, Lasana		4-11-2017
Ana Cruz Yaperó	Antofagasta	Calama	s/n, Lasana		4-11-2017
Genoveva Amaro	Antofagasta	Calama	s/n Chiu-Chiu		4-11-2017
Santos Gómez	Antofagasta	Calama	s/n Chiu-Chiu		4-11-2017
Gertrudis Troncoso	Antofagasta	Calama	Sector La Banda, Calama		4-11-2017
Juana Varas	Antofagasta	Calama	Cobija 3618 interior		4-11-2017
José Maluenda	Antofagasta	Calama	Cobija		4-11-2017

13. CONSIDERACIONES GENERALES

13.1 ¿Considera que los resultados obtenidos permitieron alcanzar el objetivo general del proyecto?

Sí, dado que fue posible el establecer los protocolos de compostaje y estos ser transferidos a los agricultores en el área de estudio

13.2 ¿Cómo fue el funcionamiento del equipo técnico del proyecto y la relación con los asociados, si los hubiere?

Esta fue óptima, en términos de interés por parte de los agricultores y de ayuda en cualquier actividad práctica en la que el equipo haya requerido ayuda.

13.3 A su juicio, ¿Cuál fue la innovación más importante alcanzada por el proyecto?

El aprovechamiento (a través del compostaje) de una planta considerada como maleza invasiva en una fuente potencial de materia orgánica para los suelos de la provincia.

13.4 Mencione otros aspectos que considere relevante informar, (si los hubiere).

No hay más aspectos necesarios de ser informados.

14. CONCLUSIONES

Realice un análisis global de las principales conclusiones obtenidas luego de la ejecución del proyecto.

El proyecto sirvió para cerrar un ciclo de manejo de la maleza mostaza negra. En este entendido, un anterior proyecto de control de la misma dio al menos tres vías de control, los cuales se encuentran en fase de adopción por parte de los agricultores. En este escenario se generan importantes cantidades de materia verde cuyo único destino hubiera sido su quema. Con el presente proyecto se da una solución a este problema ayudando a reducir contaminación quema de residuos y, simultáneamente a un mejoramiento de la calidad de las condiciones de suelo.

15. RECOMENDACIONES

Señale si tiene sugerencias en relación a lo trabajado durante el proyecto (considere aspectos técnicos, financieros, administrativos u otro).

No hay sugerencias adicionales.

16. ANEXOS

Anexo1. Recolección de material para procedimiento de compostaje



Fig. 1, anexo 1. Recolección de materiales para la elaboración de compost. (a) mostaza negra en verde, estado de pre botón; (b) mostaza negra seca; (c) acopio de mostaza negra luego de cortes sucesivos; (d) acopio y preparación de guano para compostaje.

Anexo 2. Proceso de compostaje.

Informe técnico final
V 2018-06-29

Cuadro 1, anexo 2. Proporciones de materias primas utilizadas en los tres tratamientos

MATERIA PRIMA	T1		T2		T3	
Mostaza seca	10 cm	3 veces	10 cm	3 veces	10 cm	3 veces
Mostaza verde seca por corte	50 cm	3 veces	20 cm	3 veces	20 cm	3 veces
Restos de hortalizas	-	-	30 cm	3 veces	30 cm	3 veces
Guano de oveja	24 palas	3 veces	24 palas	3 veces	-	-
Guano aviar	-	-	-	-	24 palas	3 veces
Tierra	4	3 veces	4	3 veces	4 palas/capas	3 veces
	palas/capas		palas/capas		vegetales	
	vegetales		vegetales			
Agua	1° capa	100 lts	1° capa	100 lts	1° capa	100 lts
	2° capa	100 lts	2° capa	100 lts	2° capa	100 lts
	3° capa	50 lts	3° capa	50 lts	3° capa	50 lts

* 50 L equivalente a 1/4 tambor de 200 litros

Cuadro 2, anexo 2. Concentración de metales pesados obtenidas en las distintas materias primas utilizadas para la elaboración de compost vs concentraciones máximas permitidas por la NCh2880 de 2004.

Elementos traza	Unidad	Mostaza negra	Restos de hortalizas	Guano avícola	Guano ovino	NCh2880 de 2004
						concentración máxima (mg/kg)
Cadmio (Cd)	mg/kg	<0,01	<0,01	0,035	0,085	10
Cobre (Cu)	mg/kg	17	74	44	86	1500
Cromo (Cr)	mg/kg	1,51	4,96	38,7	14,2	1000
Mercurio (Hg)	mg/kg	0,222	0,185	0,22	1,54	10
Níquel (Ni)	mg/kg	2,36	6,26	13,08	7,93	200
Plomo (Pb)	mg/kg	<0,01	<0,01	2,02	1,14	800
Zinc (Zn)	mg/kg	33	47	140	76	3000

Cuadro 3, anexo2. Resultados de análisis físico-químico de las distintas materias primas utilizadas en los ensayos de elaboración de compost.

Materia prima	Humedad (%)	Nitrógeno total (%)	Carbono total (%)	C/N	densidad (kg/m3)
Mostaza en prebotón	83,72	4,81	48,88	10,16	1290
Mostaza en flor	80,56	2,69	46,51	17,38	1290
Mostaza seca	ND	0,83	55,86	67,3	730
Restos de hortalizas	80,9	2,79	37,8	13,53	137
Guano ovino	8,02	1,24	22,83	18,42	490
Guano avícola	17,2	2,68	32,1	11,96	623

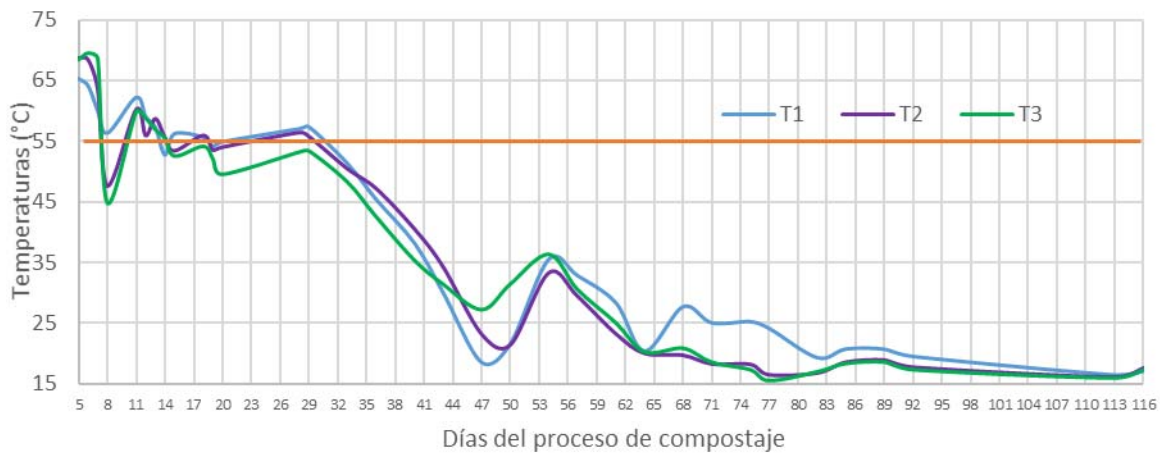


Figura 1, anexo 2. Evolución de temperaturas durante fase termofílica ensayo n°2 Lasana, en donde se observa el cumplimiento de la norma (período > 72horas) de compostaje sobre 55°C, mostrado en la gráfica como una línea horizontal anaranjada.

Anexo 3. Análisis estadístico resultados informe compost terminados (Lasana)

Fig.1, anexo 3. Materia orgánica (%) de los compost Ensayo 2. Compost Lasana.

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=10.26546
 Error: 12.4444 gl: 4

tratamiento	Medias	n	E.E.
1.00	25.17	3	2.04 A
2.00	23.50	3	2.04 A
3.00	20.50	3	2.04 A

 Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fig. 2, anexo 3. Carbono orgánico (%) de los compost Ensayo 2. Compost Lasana

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.97264
 Error: 4.2126 gl: 4

tratamiento	Medias	n	E.E.
1.00	14.63	3	1.18 A
2.00	13.66	3	1.18 A
3.00	11.92	3	1.18 A

 Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fig. 3, anexo 3. Nitrógeno total (%) de los compost Ensayo 2. Compost Lasana.

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.13176

Error: 0.0020 gl: 4

tratamiento	Medias	n	E.E.	
1.00	1.34	3	0.03	A
3.00	1.31	3	0.03	A
2.00	1.29	3	0.03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fig. 4, anexo 3. Relación Carbono: Nitrógeno de los compost Ensayo 2. Compost Lasana.

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.36968

Error: 3.4050 gl: 4

tratamiento	Medias	n	E.E.	
1.00	11.06	3	1.07	A
2.00	10.64	3	1.07	A
3.00	9.11	3	1.07	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fig. 5, anexo 3. Relación Amonio: Nitrato de los compost Ensayo 2. Compost Lasana.

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.36103

Error: 0.2188 gl: 4

tratamiento	Medias	n	E.E.	
3.00	3.80	3	0.27	A
2.00	1.68	3	0.27	B
1.00	0.66	3	0.27	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fig. 6, anexo 3. Valor de pH de los compost Ensayo 2. Compost Lasana.

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.86558

Error: 0.0885 gl: 4

tratamiento	Medias	n	E.E.	
3.00	9.40	3	0.17	A
2.00	8.63	3	0.17	A
1.00	7.67	3	0.17	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fig. 7, anexo 3. Conductividad eléctrica (CE mS/cm; MAFF 1:5) de los compost Ensayo 2. Compost Lasana.

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.27931

Error: 0.6135 gl: 4

tratamiento	Medias	n	E.E.	
2.00	10.00	3	0.45	A
1.00	8.85	3	0.45	A B
3.00	7.28	3	0.45	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fig. 8, anexo 3. Resumen de significancia en el análisis de varianza de cada variable evaluada y los tratamientos que cumplen la NCh 2880 de 2015.

clase compost	descripcion analisis	CE mS/cm MAFF 1:5	pH	MO %	C (%)
clase a		3	5-8.5	≥ 20	
clase b		8	5-8.5	≥ 20	
resumen	cv (%) entre tratamientos	8.99	3.47	15.3	15.31
ANOVA	p value	0.0325	0.0297	0.35	0.35
	sign (p<0,5 *; p<0.01**)	*	*	ns	ns
	cumple norma compostaje	T1,T3	T1	T1,T2,T3	

clase compost	descripcion analisis	N total (%)	Rel. C/N	Rel. Amonio / Nitrato	Porosidad (%)
clase a		≥ 0,5	≤ 25	< 3	45 - 60
clase b		≥ 0,5	≤ 30	< 3	45 - 60
resumen	cv (%)	3.46	17.27	22.86	1.75
ANOVA	p value	0.088	0.31	0.0029	0.25
	sign (p<0,5 *; p<0.01**)	ns	ns	**	ns
	cumple norma compostaje	T1,T2,T3	T1,T2,T3	T1,T2	Ninguno

Anexo 4. Efecto de aplicación de compost en el cultivo de maíz

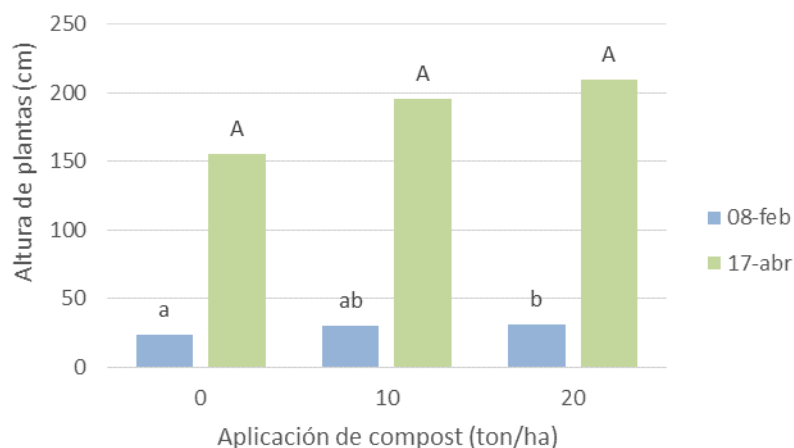


Fig. 1, anexo 4. Medias de altura en plantas de maíz, obtenidas en dos evaluaciones diferentes para T0= sin aplicación de compost, T1= 10 ton/ha y T2= 20 ton/ha

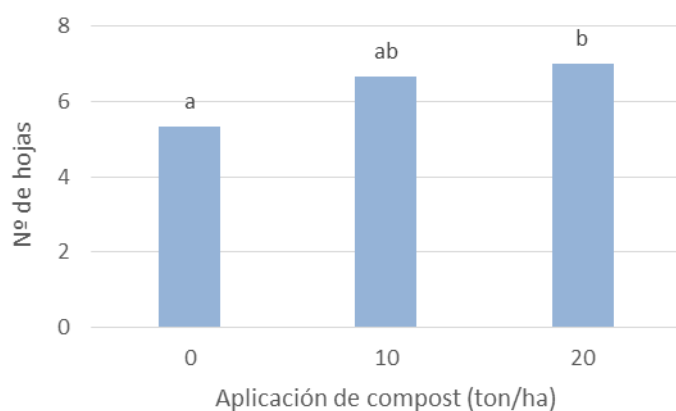


Fig. 2, anexo 4. Medias de nº de hojas en plantas de maíz, obtenidas para T0= sin aplicación de compost, T1= 10 ton/ha y T2= 20 ton/ha.

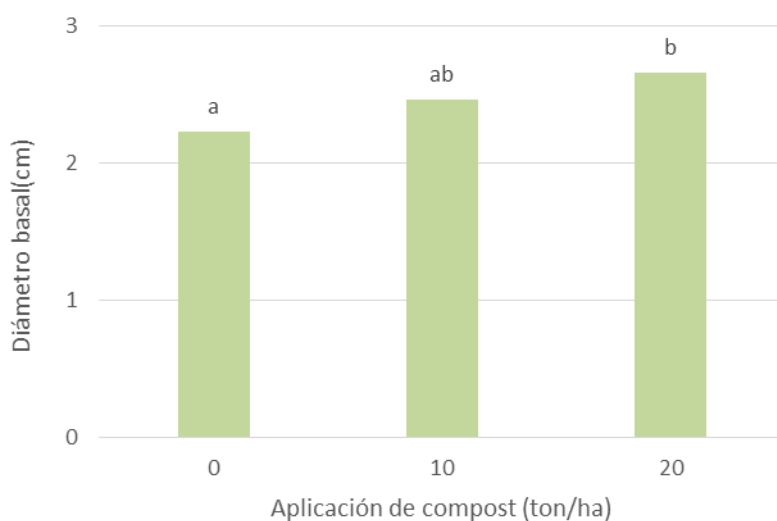


Figura 3, anexo 4. Medias de diámetro basal en tallo de plantas de maíz, obtenidas para T0= sin aplicación de compost, T1= 10 ton/ha y T2= 20 ton/ha.

Anexo 5. Listados de asistencia

Fig.1, anexo 5. Listado de asistencia Charla Comunidad de Lasana 14-04-2018

Anexo 6. Informativo INIA: “Producción y uso de compost elaborado con mostaza negra (*Lepidium latifolium* L.) en mezcla con otras materias primas”



Producción y uso de compost elaborado con mostaza negra (*Lepidium latifolium* L.) en mezcla con otras materias primas

Cecilia Céspedes L., Juan Luis Sepúlveda A. y Lorenzo León G., INIA Quilamapu

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - INFORMATIVO N° 145

Históricamente, la agricultura en la provincia El Loa se ha sustentado en dos cultivos principales: el maíz choclo y la alfalfa, ambos adaptados a la escasez de agua, a alto contenido salino, y a la presencia de arsénico y boro.

A partir del año 2006, los agricultores notaron la creciente incidencia de la maleza mostaza negra que disminuyó progresivamente la capacidad productiva de los suelos cultivados. Al no existir otra alternativa para eliminar los residuos producto de las limpiezas, éstos han sido quemados, con la consiguiente contribución al calentamiento global mediante la emisión de gases de efecto invernadero.

La mostaza negra es una maleza perenne, de la familia de las crucíferas, que fue detectada en Calama en 2006, desde donde se ha propagado a gran parte de la provincia Loa, debido a su alta adaptación a las condiciones edafoclimáticas del territorio, donde compite con los cultivos de la zona, generando importantes pérdidas productivas y económicas (Foto 1).

Esta especie se adapta a los suelos agrícolas del territorio. Su parte aérea puede llegar a producir hasta 10 toneladas de materia seca por hectárea, por lo que es muy importante para los agricultores implementar distintas prácticas para su control. No obstante, dada la alta producción de biomasa de esta especie en la zona, generalmente más alta que

distintas especies cultivadas, es posible utilizar su follaje para elaborar compost y así transformar un desecho en materia prima para la obtención de una enmienda de suelos de alta calidad.

La ejecución del proyecto “Desarrollo de protocolos de producción de compost derivado de residuos de mostaza negra (*Lepidium latifolium* L.) para ser usado en el mejoramiento de suelos y disminuir la dispersión de la maleza” -que lideró INIA con el financiamiento de FIA-, generó información para transformar los residuos de mostaza negra en un recurso valioso que contribuya a recuperar la capacidad productiva de los suelos, disminuyendo el impacto medioambiental de las quemas agrícolas asociadas a la maleza.

¿Qué es el compost y para qué se utiliza?

El compost es el resultado de la descomposición aeróbica (en presencia de aire) de una mezcla de residuos orgánicos, animales y vegetales. Durante



1

su elaboración se alcanzan altas temperaturas que dejan inviables las semillas de malezas y dan muerte a patógenos que son pequeños organismos vivos que causan enfermedades a las plantas.

El proceso de compostaje permite, además, que se multipliquen otros microorganismos benéficos que reducen la incidencia de enfermedades y plagas que afectan a las plantas y estimulan su crecimiento, ya que aporta promotores de crecimiento y nutrientes que provienen de los residuos que se utilizan como materias primas. Asimismo, tiene un efecto positivo en la estructura del suelo, mejorando la porosidad y, por ende, la retención de agua y su disponibilidad para las plantas, lo cual es relevante en zonas áridas, como la zona norte de Chile, donde el recurso agua es escaso, situación que se ve agudizada especialmente en el nuevo escenario de cambio climático.

En el territorio de la provincia del Loa, los suelos se caracterizan por sus bajos contenidos de materia orgánica (<3 %) y alto contenido de sales. La aplicación de enmiendas orgánicas, generalmente se realiza en base a guano o rastrojos de cultivo, los que no siempre están disponibles y los resultados que se obtienen no son los mismos que con la utilización de materia orgánica estabilizada como el compost, que regula el pH, junto con aportar nutrientes, y se caracteriza por sus contenidos de sales inferiores a los de los guanos.

¿Cómo elaborar compost a partir de la mostaza negra?

Recolección de materias primas

Se deben coleccionar las plantas de mostaza negra hasta el estado de flor, para evitar la diseminación de las semillas. Es importante considerar que mientras más verdes estén las plantas (Foto 2), más humedad tienen y, por ende, más rápido será el proceso de compostaje. Por ello, es relevante considerar que no se pueden usar solamente plantas secas y lignificadas, es decir, con consistencia leñosa (Foto 3), ya que el proceso será ineficiente. Además, se pueden agregar restos de hortalizas (Foto 4) que son abundantes en los invernaderos de Chiu Chiu y Lasana. Éstos constituyen

un excelente material verde para la elaboración de compost, ya que aportan humedad y diversidad de materiales a la mezcla.



Foto 1. Mostaza negra (*Lepidium latifolium* L.)



Foto 2. Recolección de mostaza negra verde.



Foto 3. Recolección de mostaza negra seca y lignificada.



Foto 4. Restos de hortalizas desechados por agricultores en invernadero de Chiu Chiu.

Es fundamental incluir como materia prima el guano de aves o el estiércol animal. En el territorio, el estiércol que se encuentra con mayor abundancia es el de ovino (Foto 5); no obstante, se puede reemplazar por guano de aves.



Foto 5. Recolección de estiércol ovino en Chiu Chiu.

El guano y estiércol son fundamentales para la elaboración de compost, ya que aportan importante contenido de nitrógeno indispensable en el proceso y microorganismos que se encargarán de la descomposición.

Luego de recolectar suficiente materia prima para la elaboración del compost, se deben realizar las mezclas en las cantidades óptimas. En estudios realizados por INIA en la comuna de Calama (provincia del Loa), se obtuvieron buenos resultados elaborando pilas de compost con capas sucesivas de los materiales que se señalan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Cantidad óptima de materiales a utilizar por cada capa en una pila de compost.

Materia Prima	Cantidad material
mostaza negra seca	10 cm
mostaza negra verde	50 cm
estiércol ovino de preferencia húmedo	24 palas
suelo	4 palas
agua	50 litros

*Cada capa se debe regar con chorro en forma de lluvia con la cantidad de agua recomendada, como mínimo, no aplicar más agua si comienza a escurrir.

Si el estiércol o guano utilizado es fresco, colaborará a que el proceso de compostaje sea más rápido y eficiente. En caso de que esté seco o "maduro", se recomienda aumentar la cantidad utilizada al doble.

Elaboración de la pila de compost

La pila de compost debe ubicarse en un lugar que no se inunde. Preferentemente, debe estar situada en un sector de semi sombra, para evitar que pierda humedad muy rápido. También debe disponerse de agua en las inmediaciones con el fin de efectuar los riegos necesarios durante todo el proceso de compostaje. Idealmente, el agua no debe estar clorada. Se recomienda utilizar agua de riego (canales), la que puede llegar a ser almacenada en contenedores, para disponer de ella cuando resulte necesario.

Pasos para hacer una pila de compost

1) Se mide un sector en el terreno de 1,5 m x 1,5 m (Foto 6) que se raspa, debiendo soltarse un poco la parte superficial del suelo para facilitar que los microorganismos entren en contacto con las materias primas que se ubican sobre él. El largo puede ser mayor dependiendo de la cantidad de material disponible.



Foto 6. Base de la pila de compost.



Foto 8. Marco de madera para delimitar la base del compost.

2) Inserte 4 estacas en las 4 esquinas (Foto 7) o bien un marco de madera en la base (Foto 8). Suelte el suelo que queda en la superficie interior.

3) Coloque un poste de unos 2 m de largo en el centro de la pila. Puede ser un tubo sanitario de pvc, un polín de unas 4" aproximadamente, el que se retirará al final de la elaboración de la pila. Su uso tiene por finalidad dejar un espacio libre de material en el centro, conformando una chimenea, para liberar calor (Foto 9).

4) Incorpore capas sucesivas de materias primas. Cada una se riega abundantemente, hasta llegar a 1,3 m de altura, aproximadamente. Finalizada la pila, se debe retirar el poste del centro para estimular la ventilación.



Foto 9. Poste central que se saca al terminar de formar la pila, así se genera una chimenea que permite liberar calor en el proceso.



Foto 7. Estacas para delimitar la base de la pila de compost.

Si los pasos fueron realizados correctamente, la mezcla comenzará a calentarse al día siguiente, producto de la oxidación de la materia orgánica.

5) Monitoree la temperatura de forma manual, introduciendo la mano en el agujero dejado al sacar el poste, lo más cerca posible del centro de la pila. Si la temperatura está muy elevada y no puede mantener la mano en el interior, es clara indicación que el proceso está funcionando correctamente. Si la temperatura no es elevada, el proceso no está funcionando bien y se deberá buscar el error cometido.

Resulta recomendable disponer de un termómetro con lanza que permite medir la temperatura en el centro de la pila o uno de pinchar que también debe insertarse en el centro para obtener un dato más representativo (Foto 10).

6) Controle la temperatura diariamente, para captar el día en que las temperaturas comienzan a descender. Es muy relevante conocer las temperaturas del compost, ya que cuando se mantienen superiores a 55°C, por períodos iguales o superiores a 72 horas, mueren las semillas de las malezas y también los microorganismos patógenos que pudiesen estar presentes en las materias primas utilizadas.



Foto 10. Arriba, termómetro marcando con lanza al interior de la pila de compost. Abajo, termómetro de pinchar pequeño.

7) Voltee o revuelva la pila periódicamente. Es necesario que ésta tenga suficiente aire y humedad, por lo que resulta necesario revolverla y humedecerla. Los volteos deben realizarse cuando las temperaturas de la pila comiencen a bajar, lo que se verifica con el uso de termómetros (Foto 10) o al introducir la mano en el centro de la pila y verificar que está más frío que el día anterior. Esto ocurre, generalmente, transcurridas dos o tres semanas después de su elaboración, aunque puede ocurrir después, dependiendo de las materias primas utilizadas.

La manera correcta de voltear la pila es depositar el material externo, que está menos descompuesto en el centro de la nueva pila, y el que está más descompuesto en la parte superior y externa. Esto permite asegurar que todo el material pase por fases de temperaturas elevadas, ya que al centro de la pila ocurren las mayores alzas. Se recomienda el uso de horqueta para los primeros 3 o 4 volteos, ya que en las primeras etapas de compostaje los materiales están aún muy enteros (Foto 11). Luego, cuando los materiales están más descompuestos, se puede utilizar una pala para realizar esta tarea.



Foto 11. Volteo con materias primas poco descompuestas.

El revolver la pila de compost, permite incorporar oxígeno, lo que estimula la actividad de los microorganismos descomponedores. Además, en el volteo se sugiere regar la pila, lo que permite mantener niveles de humedad adecuados, que deben estar sobre 60% durante todo el proceso. La humedad es un factor importante, ya que genera las condiciones necesarias para la multiplicación de los microorganismos descomponedores.

8) Controle la humedad realizando la "prueba del puño" (Foto 12).

Para evaluar humedad en la pila de compost, retire la capa superficial del sector que va a muestrear. Tome con la mano una porción del material que quedó expuesto. Apriete firmemente y observe si escurre agua. Abra la mano y observe si el material mantiene su forma o se disgrega.



Foto 12. "Prueba del puño". Compost demasiado húmedo: al apretar la mezcla gotea (arriba). Humedad correcta: al abrir la mano el material mantiene su forma y no gotea (centro). Demasiado seco: al abrir la mano el material se disgrega (abajo).

Si faltara humedad (Foto 12 abajo), al realizar el volteo es recomendable volver a mojar la pila para promover un alza de las temperaturas. El volteo se debe repetir cada vez que las temperaturas bajen, hasta que llega un momento en que a pesar de haber volteado la pila y ésta tenga humedad adecuada, las temperaturas no se elevan.

Evaluación de compost maduro

El compost tarda 3 a 4 meses en estar listo, lo que se comprueba cuando no aumentan las temperaturas aunque se voltee la pila con la humedad adecuada. En este momento, no es posible distinguir las materias primas originales (Foto 13) y ha adquirido un aroma a bosque húmedo. Si el compost terminado tiene partículas muy grandes (mayores de 16 mm) es conveniente pasarlo por un harnero o tamiz (Foto 14) y guardar en sacos en un lugar sombreado y fresco, para que mantenga la humedad hasta que sea utilizado.



Foto 13. Compost terminado.



Foto 14. Tamizado para separar partículas superiores a 16mm.

El compost debe cumplir con todos los parámetros que exige la Norma Chilena para la elaboración de compost (NCh2880) que dicen relación con la calidad de las materias primas y también con la calidad y madurez del producto terminado. Compost elaborados por INIA en la provincia del Loa, utilizando mostaza negra en mezcla con estiércol y restos de hortalizas en las proporciones presentadas en el Cuadro 1, permitieron obtener compost terminados con las características que se presentan en el Cuadro 2. En ellos los parámetros obtenidos están en los rangos permitidos por la Norma Chilena, a excepción de

la conductividad eléctrica y la porosidad, que son levemente superiores. Esto debido a que la muestra fue colectada antes de que el compost estuviera completamente maduro y en condiciones óptimas para ser utilizado, ya que es sabido que ambos valores disminuyen en la medida que el compost concluye su etapa de madurez.

Es relevante considerar que el contenido de arsénico en el compost obtenido con las materias primas locales está muy por debajo de los rangos permitidos para ambas clases (A y B).

Cuadro 2. Caracterización de compost terminado, elaborado con mostaza negra, estiércol y restos hortícolas y rangos permitidos, de acuerdo a la Norma Chilena Oficial 2880.

Parámetro	Compost Mostaza negra	Rangos permitidos NCh 2880*	
		Clase A	Clase B
Conductividad eléctrica (dS/m)	8,85	≤ 3	≤ 8
pH	7,67	5-8,5	5-8,5
Materia orgánica %	25,17	≥ 20	≥ 20
Carbono orgánico total (%)	14,63	-	-
Nitrógeno total (%)	1,34	≥ 0,5	≥ 0,5
Relación C/N	11,06	≤ 25	≤ 30
Relación Amonio/Nitrato	0,65	≤ 3	≤ 3
Porosidad (%)	69,33	45-60	45-60
Arsénico (mg/kg)	1,08	≤ 15	≤ 20

*La Norma Chilena (NCh) 2880 considera dos clases de compost (A y B) de acuerdo a su calidad, siendo mejor calidad de compost la clase A, como se observa en el Cuadro 2, que puede ser utilizado en la producción orgánica.

Prueba de campo en Calama

Se estableció un ensayo en la comuna de Calama (Cerro Negro) para evaluar el efecto de la aplicación de dos dosis de compost (10 y 20 ton/ha) localizado en los surcos y cubriendo la semilla de maíz (Foto 15).

Las evaluaciones realizadas fueron: altura de plantas, número de hojas, diámetro basal de plantas y número de mazorcas. Los resultados se presentan en la Figura 1.



Foto 15. Aplicación de compost localizado en ensayo de maíz (izquierda). Evaluación de maíz (derecha).

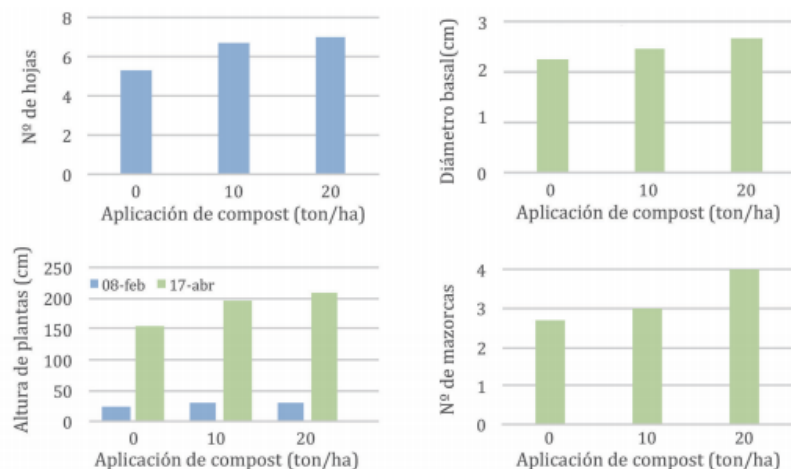


Figura 1. Respuesta de las plantas de maíz a las aplicaciones de diferentes dosis de compost.

Como se observa en la Figura 1, es evidente el efecto del compost en el número de hojas, diámetro basal de las plantas y la altura de plantas (17 de abril). Pero la respuesta no es la misma con la altura de plantas (8 de febrero) ni con número de mazorcas, a pesar de que existe una tendencia a aumentar con dosis mayores de compost.

El compost aporta nutrientes para el crecimiento de las plantas, mejora la estructura del suelo, lo que permite mayor porosidad y mejor retención de humedad. Además, estimula la actividad biológica en el suelo, favoreciendo el reciclaje de nutrientes y la supresión de enfermedades.

Recomendaciones generales

Utilizar la parte vegetativa de la maleza mostaza negra como materia prima para elaborar compost, permite alcanzar altas temperaturas que asegura la muerte de sus semillas presentes tanto en las plantas como en los guanos o estiércoles utilizados, transformando este desecho local

en un biopreparado de alta calidad, que puede elaborarse a pequeña escala, sin necesidad de gran infraestructura, por lo que cualquier persona puede realizarlo, con el consiguiente ahorro en compra de fertilizantes, impacto positivo en el medio ambiente, la producción y economía familiar.

Este Informativo INIA es posible gracias al proyecto "Desarrollo de protocolos de producción de compost derivado de residuos de mostaza negra (*Lepidium latifolium* L.) para ser usado en el mejoramiento de suelos y disminuir la dispersión de la maleza", que cuenta con financiamiento de la Fundación para la Innovación Agraria, FIA, (código PYT0328-2017-).

Permitida la reproducción total o parcial de esta publicación citando la fuente y autores.
Cecilia Céspedes L., Ingeniero agrónomo, Ms.C., INIA Quilamapu / ccspedes@inia.cl
INIA Quilamapu, Av. Vicente Méndez 515, Chillán - Fono: (56) 42 220 6800

www.inia.cl



Año 2019
INFORMATIVO Nº 145 **INIA** AGROECOLOGÍA

Anexo 7. Seminario y Día de campo de finalización proyecto

Seminario de clausura: Realizado el día 27 de noviembre de 2019

La actividad contó con la presencia del seremi de agricultura Sr Gerardo Castro, directores de los distintos servicios del agro (Conaf, Indap, SAG) y agricultores de las localidades de Calama, Chiu Chiu y Lasana. Consistió en la realización de 2 presentaciones, seguidas de un almuerzo de camaradería.



Anexo 7. foto 1. Exposiciones de Lorenzo León (director de proyecto) y Juan Luis Sepúlveda (profesional ejecutor).



Anexo 7, foto 2. Día de campo de finalización. Seremi de agricultura Gerardo Castro dando palabras de bienvenida a los participantes. Además, se mostró un paso a paso de los protocolos de elaboración de compost recomendados en el informativo, así como los posibles usos que se le pueden dar al producto terminado.



Anexo 7, foto 3. Día de campo: germinación de distintos cultivos con diferentes dosificaciones de compost en su sustrato y demostración de aplicación de compost en la siembra de maíz.

17. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Norma Chilena de Compostaje. NCh2880. Consultado en <http://www.ingeachile.cl/descargas/normativa/agricola/NCH2880.pdf>. Noviembre 2019