



INFORME FINAL DE RESULTADOS

Nombre del proyecto: Generación de tecnología para la conservación y mejoramiento de suelos en el Valle del Yaqui, Sonora.

Fecha del inicio del proyecto: 01 de enero de 2024

Fecha de terminación del proyecto: 31 de octubre de 2024

Responsable del Proyecto: M.C. Alma Angélica Ortiz Avalos

1. Colaboradores del Proyecto

(Hacer una lista en el cuadro de las personas que participaron en el proyecto y las actividades que realizaron)

Nombre / Correo electrónico // Institución	Actividades realizadas por cada participante
Dr. Juan Manuel Cortés Jiménez Cortes.juanmanuel@inifap-gob.mx INIFAP	* Análisis de suelo antes y después del establecimiento del cultivo * Un evento demostrativo * Establecimiento del cultivo * Seguimiento del cultivo

2. Introducción

El suelo es un recurso limitado e imprescindible en la producción agrícola, es la base para la producción de alimentos. Sin embargo, pese a que es un recurso natural muy valioso, a menudo no se le presta la debida atención. La superficie natural de suelos productivos es limitada y se encuentra sometida a una creciente presión debido al uso intensificado con fines agrícolas, forestales, pastorales y de urbanización. Los suelos deben ser reconocidos y valorados por sus capacidades productivas y por su contribución a la seguridad alimentaria. Sin embargo, en la actualidad el 33 por ciento de la tierra está moderada o altamente degradada debido a la erosión, la salinización, la compactación, la acidificación y la contaminación de los suelos por productos químicos. La tasa actual de degradación de los suelos amenaza la capacidad de atender las necesidades más básicas de las generaciones futuras. Se estima que el crecimiento previsto de la población mundial (que superará los 9 000 millones en 2050) darán lugar a un aumento del 60 por ciento de la demanda de alimentos. Existen pocas posibilidades de ampliación de la superficie agrícola. Por tanto, el manejo sostenible de los suelos agrícolas y la producción sostenible son fundamentales para revertir la tendencia de degradación de los suelos y garantizar la seguridad alimentaria.

Las prácticas agrícolas ecológicas y/u orgánicas, permiten revertir el empobrecimiento que presentan los suelos a consecuencia del uso indiscriminado de fertilizantes y productos de síntesis, que son práctica común en la agricultura convencional, y restituir los nutrientes y las características



físico-químicas de un suelo degradado a un suelo vivo rico en microorganismos. En el Valle del Yaqui, Sonora, se han realizado una serie de trabajos en agricultura orgánica certificada y se ha concluido que es posible realizar actividad agrícola comercial rentable, que permite obtener rendimientos similares a los obtenidos por las prácticas convencionales; al mismo tiempo, se preserva la integridad del suelo de manera que éste pueda seguir siendo fuente de alimentos para las generaciones futuras.

El Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola del Estado de Sonora (PIEAES), tiene 2.0 hectáreas con certificación orgánica desde el 15 de julio de 2017, las cuales están ubicadas en el Block 910 dentro del CENEB-INIFAP, en esta área se establecieron los tratamientos con diferentes mejoradores de suelos orgánicos. En agricultura orgánica, el uso de agroquímicos está prohibido, no obstante, todos los insumos orgánicos se pueden usar en la agricultura convencional.

Los abonos orgánicos, permiten eliminar el uso de fertilizantes químicos, lo cual es muy importante en la crisis actual de estos insumos. Sin embargo, aparte de los abonos orgánicos, existen otros mejoradores de suelo que no han sido probados en la agricultura orgánica certificada, ni se ha evaluado su efectividad en el mejoramiento del suelo. Se analizó la materia orgánica (MO%) como indicador de la fertilidad del suelo, la conductividad hidráulica (CH), y la conductividad eléctrica (CE), estas dos últimas variables se estimaron como indicadores del buen uso de los mejoradores evaluados, ya que el determinar la dosis óptima del mejorador a utilizar, es indicador que las propiedades del mismo no serán afectadas. Los análisis se realizaron antes y después del establecimiento del cultivo.

3. Objetivos

General: Contribuir a mejorar la sostenibilidad de los suelos y del cultivo de trigo en el Valle del Yaqui, Sonora a través del uso de mejoradores de suelos orgánicos.

Específicos:

- ✓ Determinar la dosis de composta de gallinaza equivalente a dosis de gallinaza cruda.
- ✓ Determinar el efecto de composta de gallinaza y gallinaza cruda en el suelo y el rendimiento de trigo.
- ✓ Determinar el efecto de ácidos húmicos y fúlvicos en el suelo y el rendimiento de trigo.
- ✓ Determinar el efecto del lixiviado de lombriz natural y enriquecido en el suelo y el rendimiento de trigo.





Objetivo (Actividades) Planteado	Comentarios
1. Determinar la dosis de composta de gallinaza equivalente a dosis de gallinaza cruda.	Actividad reportada en segundo informe
2. Determinar el efecto de la composta de gallinaza y gallinaza cruda en el suelo y el rendimiento de trigo.	Actividad reportada en segundo informe
3. Determinar el efecto de ácidos húmicos y fúlvicos en el rendimiento de trigo.	Actividad reportada en segundo informe
4. Determinar el efecto del lixiviado de lombriz natural y enriquecido en el rendimiento de trigo.	Actividad reportada en segundo informe

4. Productos-Entregables (alimentar con fotografías)

Producto /Entregable	Comentarios
Análisis de suelo y gallinaza	La muestra de gallinaza se analizó y se reportó resultados en el segundo informe. Las muestras de suelo antes y después del cultivo se reportan los resultados en informe final.
Informe de 2 eventos demostrativos	Actividad concluida y reportada en SIGI con No. 010206147700209618 y 01020343700211265
Determinar la dosis de composta de gallinaza equivalente a dosis de gallinaza cruda.	Se reportó en el segundo informe.
Informe de avances	Al corriente
Informe final (Técnico y financiero)	Se envía el presente documento para revisión.

5. Resumen de los eventos y/o capacitaciones (alimentar con fotografías)

Días demostrativos

1) Se participó en el DDA-2024 con el tema: fertilización química y orgánica en trigo (Figura 1). Se presentaron resultados de investigación en agricultura orgánica en el Día del Agricultor 2023, realizado los días 20 y 21 de marzo de 2023 en las instalaciones del Campo Experimental Norman E. Borlaug (Figura 1). Se capacitó a un total de 581 productores, 268 técnicos, 103 académico/investigador, 827 estudiantes, 184 comercializador/industrializador, según consta en lista de asistencia extendida por el CENEB-INIFAP.

ATO



Figura 1. Documentos de soporte de evento demostrativo “participación en eventos institucionales masivos de transferencia de tecnología”, con No. SIGI 010206147700209618.

2) Se llevó a cabo la de cosecha: “Demostración de métodos y épocas de fertilización nitrogenada” (Figura 2). La demostración se realizó el 27 de abril del 2024 y contó con la asistencia de 3 productores, 3 técnicos y 4 académico/investigadores.



Figura 2. Documentos de soporte de evento demostrativo “parcela demostrativa dentro del campo experimental”, con No. SIGI 01020343700211265.



2) Se llevó a cabo un taller para técnicos y/o productores, el cual se realizó en la sala de juntas de la Asociación “Productores Rurales de Bacobampo, Sonora, SA de CV”. Dicho taller se realizó el 3 de julio del 2024 y contó con la asistencia de 16 productores, 2 académico/investigadores y 1 representante de financiera.



Figura 3. Documentos de soporte de taller “manejo sostenible de suelos y fertilizantes”, con No. SIGI 01020143700213623.

En la exposición de campo del DDA, así como en el taller se abordó el tema de la incorporación de abonos orgánicos y/o el manejo orgánico del cultivo como estrategia para mejoramiento de suelos, además del uso de fertilizantes orgánicos. En la demostración de campo se abordó la época, dosis y fuentes de fertilizantes nitrogenados en agricultura convencional como estrategia para prevenir afectaciones en el suelo por el uso indiscriminado de fertilizantes químicos.

6. Descripción de los resultados (alimentar con fotografías)

Actividad 1. Determinar la dosis de composta de gallinaza equivalente a dosis de gallinaza cruda.

El Laboratorio de Suelos y nutrición vegetal reportó un contenido de nitrógeno y fósforo total en la muestra de gallinaza de 1.85 y 2.25 % respectivamente.

En el desarrollo de esta actividad, no se encontraron diferencias significativas entre los mejoradores evaluados. Por lo tanto, bajo las condiciones del primer año de esta evaluación, que se realizó en un terreno con manejo orgánico durante los últimos 10 años, se concluyó que la dosis de composta de gallinaza equivale a la misma dosis de gallinaza cruda. Los rendimientos obtenidos en la evaluación con gallinaza cruda fueron superiores a los obtenidos con la composta de gallinaza, sin embargo, el análisis estadístico no reportó diferencias significativas.

Actividad 2: Determinar el efecto de composta de gallinaza y gallinaza cruda en el suelo y el rendimiento de trigo.

La preparación del terreno, consistió en tres rastreos, tablonero y surcado a 80 cm de separación. El 01 de noviembre de 2023 se delimitaron los experimentos de composta de gallinaza peletizada y gallinaza cruda, los cuales se fertilizaron con 0, 7.5 y 15 t ha⁻¹ respectivamente (Figuras 4 y 5).



Figura 4. Aspecto del terreno al 28 de septiembre de 2023, después de tres rastreos y paso de tablón.



Figura 5. Izquierda, terreno surcado y estacado para fertilización con composta de gallinaza; derecha: costales con dosis correspondiente, según croquis de campo.

La aplicación de la composta de gallinaza y gallinaza cruda, se realizó de forma manual (Figura 6). En la Figura 7, se observa la composta de gallinaza y gallinaza cruda en la superficie del suelo. El riego de presiembra se llevó a cabo el 8 de noviembre de 2023 (Figura 8). La siembra se realizó el 29 de noviembre de 2023, en terrenos con certificación orgánica desde junio de 2017. Se estableció la variedad Noroeste C2021 con una densidad de semilla de 65 kg ha^{-1} . Se llevaron a cabo 3 riegos de auxilio en los tratamientos con gallinaza cruda y 4 riegos de auxilio para los tratamientos con composta de gallinaza. En ambos experimentos se llevó a cabo una aplicación contra pulgón, una cultivada con tractor y dos deshierbes manuales. El diseño experimental fue de bloques al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de 8 surcos de ocho metros de largo y 80 centímetros de separación y la parcela útil de dos surcos de tres metros de largo con una separación entre surcos de 80 centímetros. Se evaluó el efecto de 0, 7.5 y 10 t ha^{-1} de gallinaza y composta de gallinaza en el rendimiento de grano de trigo.



Figura 6. Aplicación de gallinaza y composta de gallinaza.



Figura 7. Izquierda, gallinaza cruda; derecha, composta de gallinaza.



Arto



Figura 8. Riego de presiembra

Los resultados de esta actividad se reportan en los Cuadros 1 y 2 respectivamente. La composta de gallinaza reportó diferencias significativas en el rendimiento de trigo, en la dosis de 0 y 15 t ha⁻¹ (Cuadro 1). La gallinaza cruda no reportó diferencias estadísticas en las dosis utilizadas (Cuadro 2).

Cuadro 1. Aplicación de composta de gallinaza y el rendimiento de grano de trigo. CENEB-INIFAP, Ciclo O-I 2023/2024.

Dosis t ha ⁻¹	Rendimiento 12 % humedad t ha ⁻¹
0	6.318 a
7.5	6.755 ab
15.0	7.055 b

C.V. 4.4%; DMS (0.05) = 0.510

Cuadro 2. Aplicación de gallinaza cruda y el rendimiento de grano de trigo. CENEB-INIFAP. Ciclo O-I 2023/2024.

Dosis t ha ⁻¹	Rendimiento 12 % humedad t ha ⁻¹
0	6.462 a
7.5	6.771 a
15.0	7.237 a

C.V. 8.9%





Figura 9. Aspecto de trigo fertilizado con gallinaza cruda (izquierda) y con composta de gallinaza (derecha), etapa de llenado de grano. CENEB-INIFAP. Ciclo 2023/2024.

El efecto de la dosis de gallinaza y composta de gallinaza en el suelo se reporta en los Cuadros 3 y 4. Se realizó un análisis de suelo antes del establecimiento del cultivo en las parcelas donde se estableció el estudio de composta de gallinaza y gallinaza cruda, las muestras se recolectaron en octubre de 2023, a 0-30 cm de profundidad, las variables analizadas fueron nitrógeno nítrico (N-NO_3 en kg ha^{-1}), fósforo asimilable (Pasimilable en ppm), materia orgánica (MO en %), conductividad hidráulica (CH en cm hr^{-1}), conductividad eléctrica (CE en dS m^{-1}) y pH. Los resultados promedio de las muestras analizadas fueron: 89 kg ha^{-1} de N-NO_3 , 62.9 ppm de P, 1.41% de MO, la CH reportó un valor de 1.26 cm hr^{-1} , la CE fue de 2.65 dS m^{-1} y el valor de pH de 8.23. Las muestras de suelo después de cultivo se recolectaron en julio de 2024 a 0-30 cm de profundidad. El resultado de análisis de suelo después del cultivo se reporta en los Cuadros 3 y 4.

La aplicación de composta de gallinaza reportó diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre dosis de fertilización en las variables de nitrógeno nítrico y fósforo asimilable, a mayor dosis de composta fue mayor el contenido de estos elementos en el suelo. El resto de las variables no reportó diferencias estadísticas (Cuadro 3). En cuanto a la aplicación de 0, 7.5 y 15.0 t ha^{-1} de gallinaza cruda, los valores de N-NO_3 , Pasimilable, MO y CH tendieron a aumentar conforme aumentó la dosis de fertilización y los valores de CE y pH a disminuir, sin embargo, ninguna variable reportó diferencias significativas (Cuadro 4).

Cuadro 3. Aplicación de dosis de composta de gallinaza y variables de suelo después de su aplicación. CENEB-INIFAP, Ciclo O-I 2023/2024.

Composta t ha^{-1}	N-NO_3 kg ha^{-1}	P asimilable ppm	MO %	CH cm hr^{-1}	CE dS m^{-1}	pH en agua
0	24 b	37 b	1.28 a*	1.82 a	3.20 a	8.62 a
7.5	34 ab	41 ab	1.25 a	1.80 a	3.67 a	8.57 a
15	50 a	48 a	1.28 a	1.53 a	4.22 a	8.50 a

DMS 0.05 $\text{N-NO}_3 = 21.346$; Pasimilable=8.730; *=letras iguales significa que no hubo diferencias significativas.

ATO



Cuadro 4. Aplicación de dosis de gallinaza cruda y variables de suelo después de su aplicación. CENEB-INIFAP, Ciclo O-I 2023/2024.

Gallinaza t ha ⁻¹	N-NO ₃ kg ha ⁻¹	P asimilable ppm	MO %	CH cm hr ⁻¹	CE dS m ⁻¹	pH en agua
0	46 a*	60 a	1.42 a	3.83 a	3.71 a	8.43 a
7.5	47 a	67 a	1.45 a	3.69 a	3.42 a	8.46 a
15	64 a	71 a	1.52 a	3.95 a	3.24 a	8.39 a

*=letras iguales significa que no hubo diferencias significativas.

Actividad 3. Determinar el efecto de ácidos húmicos y fúlvicos en el rendimiento de trigo.

En el CENEB-INIFAP, después del riego de presembrado y antes de revestir para la siembra, se aplicó al suelo una dosis de 280 L ha⁻¹ del producto KALAN de la empresa Novedades Agrícolas DASA, el cual contiene 16% de ácido húmico y 19% de ácido fúlvico con un pH de 12.0, según consta en ficha técnica del producto, solo se realizó una aplicación del producto. Además, cuanta con hongos y bacterias benéficas descritas en el Cuadro 5. La aplicación del producto se llevó a cabo en un terreno previamente fertilizado con 150 kg ha⁻¹ de composta compost plus de la misma empresa. La aplicación se realizó con aspersora agrícola de 12 boquillas halada por un tractor. En este terreno se estableció trigo, la variedad Noroeste C2008 el 30 de noviembre de 2023, con una densidad de semilla de 67 kilos por hectárea, se aplicaron 4 riegos de auxilio. Se llevó a cabo una cultivada con tractor y dos deshierbes manuales. La parcela experimental estuvo compuesta por 12 surcos de 110 metros de largos y 80 cm de separación. La parcela útil fueron 2 surcos de 3 metros de largos y 80 cm de separación con 4 repeticiones. Se evaluaron dos tratamientos T₁: Testigo y T₂: Aplicado. La variable a evaluar fue rendimiento de grano de trigo al 12 por ciento de humedad. Los resultados de la evaluación se reportan en el Cuadro 6. La diferencia numérica entre el testigo sin aplicar y el tratamiento con KALAN fue de 258 kg ha⁻¹ a favor de KALAN. Surgen a la vista los rendimientos bajos obtenidos en este estudio, esto se atribuye a que el terreno provenía de maíz como cultivo antecesor y, estudios previos han reportado la más baja disponibilidad de nitrógeno residual en el suelo después de maíz; por lo tanto, una baja disponibilidad de nitrógeno residual y baja fertilización nitrogenada (150 kg ha⁻¹) ocasionó los rendimientos tan bajos de esta evaluación.

Cuadro 5. Microorganismos contenidos en el producto kalan

Hongos	UFC/ton
Trichoderma sp	3.8x10 ⁸
Aspergillus sp	6.3x10 ⁵
Penicillium sp	1.5x10 ⁵
Bacterias	UFC/ton
Pseudomonas fluorescens	8.4x10 ⁵
Bacillus thuringenses	5.7x10 ⁹
Bacillus subtilis	6.4x10 ⁹
Azobacter sp	3.7x10 ⁹

(Handwritten signature)

AT



Figura 10. Izquierda: Aplicación de Kalan con aspersora agrícola; derecha: Aspecto del trigo con Kalan, etapa llenado de grano.

Cuadro 6. Aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos (KALAN) y el rendimiento de grano de trigo. CENEB-INIFAP. Ciclo O-I 2023/2024.

Tratamiento	Rendimiento 12 % humedad t ha ⁻¹
Testigo	2.516 a
Aplicado	2.774 a

C.V. 8.61%

Estudios previos al suelo muestreado en octubre de 2023 indicaron lo siguiente: 89 kg ha⁻¹ de N-NO₃, 62.9 ppm de P, 1.41% de MO, 1.26 cm hr⁻¹ de CH, 2.65 dS m⁻¹ de CE y valor de pH de 8.23. Las muestras de suelo después de cultivo se recolectaron en julio de 2024 a 0-30 cm de profundidad. El resultado de análisis de suelo después del cultivo se reporta en el Cuadro 7. No se observan diferencias significativas ($p > 0.05$) en ninguna de las variables analizadas, sin embargo, hay un ligero aumento numérico en el contenido de nitrógeno y fósforo en el tratamiento con el producto, el valor de materia orgánica, conductividad eléctrica y pH se mantienen relativamente igual y la CH reporta un ligero aumento en su valor.

Cuadro 7. Aplicación de KALAN (ácidos húmicos y fúlvicos) y variables de suelo después de su aplicación. CENEB-INIFAP, Ciclo O-I 2023/2024.

Tratamiento	N-NO ₃ kg ha ⁻¹	P asimilable ppm	MO %	CH cm hr ⁻¹	CE dS m ⁻¹	pH en agua
Testigo	49.1 a*	39.5 a	1.61 a	1.22 a	3.00 a	8.49 a
Aplicado	61.4 a	41.6 a	1.51 a	2.33 a	2.97 a	8.46 a

*=letras iguales significa que no hubo diferencias significativas.

Actividad 4. Determinar el efecto del lixiviado de lombriz natural y enriquecido en el rendimiento de trigo.

En el CENEB-INIFAP, el 28 de noviembre de 2023 antes de revestir para la siembra se llevó a cabo la aplicación de lixiviado de humus de lombriz y lixiviado de humus de lombriz enriquecido en dosis de 335 y 370 L ha⁻¹ solo se realizó una aplicación de los productos. El lixiviado de lombriz y lixiviado de lombriz enriquecidos, pertenecen a la empresa Orgánicos Sonchi S.C. de R.L. de C.V. El primero es lixiviado de lombriz roja californiana; el segundo es el lixiviado de lombriz roja californiana enriquecido con guano, harina de roca fosfórica, leonardita (ácidos húmicos y fúlvicos), micorrizas y bacterias benéficas, harina de jaiba y proteína vegetal, según consta en díptico de la empresa. Este lixiviado contiene un porcentaje de materia orgánica de 5.88; carbono 3.53%; relación C/N 4.53; nitrógeno nítrico N-NO₃⁻ 18,816 ppm (4.32%); nitrógeno amoniacal N-NH₄⁺ 5,250 ppm (4.2%); nitrógeno ureico N-NH₂ 49,050 ppm (3.51%); nitrógeno total 12.03% y P₂O₅ 31,4737 ppm entre sus principales componentes, analizado por Phytomonitor con folio de servicio No. 17120354.

La siembra se realizó el 29 de noviembre, se estableció la variedad Noroeste C2021 con una densidad de semilla de 65 kg ha⁻¹. Se aplicó el riego de germinación y cuatro riegos de auxilio. Se llevó a cabo una aplicación contra pulgón, una cultivada con tractor y dos deshierbes manuales. La parcela experimental estuvo compuesta por 12 surcos de 110 metros de largos y 80 cm de separación. La parcela útil fueron 2 surcos de 3 metros de largos y 80 cm de separación con 4 repeticiones. Se evaluaron dos tratamientos T₁: Testigo y T₂: Aplicado. La variable a evaluar fue rendimiento de grano de trigo al 12% de humedad. Los resultados de la evaluación se reportan en los Cuadros 8 y 9.



Figura 11. Aplicación de mejoradores de suelo antes de revestir para la siembra.





Figura 12. Izquierda, revistiendo para la siembra; derecha, siembra de trigo.



Figura 13. Aspecto de trigo con lixiviado de lombriz natural (izquierda) y lixiviado de lombriz enriquecido (derecha), etapa de llenado de grano. CENEB-INIFAP. Ciclo 2023/2024.



Figura 14. Izquierda, desarrollo del cultivo; derecha, primer riego de auxilio en experimentos.



Cuadro 8. Aplicación de humus de lombriz natural y el rendimiento de grano de trigo. CENEB-INIFAP. Ciclo O-I 2023/2024.

Tratamiento	Rendimiento 12 % humedad t ha ⁻¹
Testigo	7.010 a
Aplicado	7.375 a
C.V. 7.91%	

Cuadro 9. Aplicación de humus de lombriz enriquecido y el rendimiento de grano de trigo. CENEB-INIFAP. Ciclo O-I 2023/2024.

Tratamiento	Rendimiento 12 % humedad t ha ⁻¹
Testigo	6.321 a
Aplicado	7.145 b
C.V. 3.58%; DMS (0.05) = 0.542	

Se realizó un análisis de suelo antes del establecimiento del cultivo en las parcelas donde se estableció el estudio con lixiviado de humus de lombriz natural y lixiviado de humus de lombriz enriquecido, la muestra se recolectó en octubre de 2023, a 0-30 cm de profundidad, las variables analizadas fueron nitrógeno nítrico (N-NO₃ en kg ha⁻¹), fósforo asimilable (Pasimilable en ppm), materia orgánica (MO en %), conductividad hidráulica (CH en cm hr⁻¹), conductividad eléctrica (CE en dS m⁻¹) y pH. Los resultados promedio de las muestras analizadas fueron: 137 kg ha⁻¹ de N-NO₃, 45 ppm de P, 1.48% de MO, la CH reportó un valor menor a 0.04 cm hr⁻¹, la CE fue de 2.41 dS m⁻¹ y el valor de pH de 8.35. Las muestras de suelo después de cultivo se recolectaron en julio de 2024 a 0-30 cm de profundidad. El resultado de análisis de suelo después del cultivo se reporta en los Cuadro 10 y 11. Las variables de nitrógeno nítrico, fósforo asimilable, materia orgánica y conductividad eléctrica reportan valor más alto en el tratamiento aplicado con el producto, sin embargo, el análisis estadístico no reportó diferencias significativas (p>0.05). El valor de CH y pH reportaron diferencias significativas (Cuadro 10). El análisis de suelo con humus de lombriz enriquecido no reportó diferencias significativas respecto al testigo (Cuadro 11)

Cuadro 10. Aplicación de lixiviado de humus de lombriz natural y variables de suelo después de su aplicación. CENEB-INIFAP, Ciclo O-I 2023/2024.

Tratamiento	N-NO ₃ kg ha ⁻¹	P asimilable ppm	MO %	CH cm hr ⁻¹	CE dS m ⁻¹	pH en agua
Testigo	33.2 a	31.1 a	1.51 a	1.52 a	2.56 b	8.61 a

Art

Aplicado 66.2 a 32.4 a 1.61 a 1.53 a 3.82 a 8.47 b

DMS 0.05 CE=0.734; pH=0.118; *=letras iguales significa que no hubo diferencias significativas.

Cuadro 11. Aplicación de lixiviado de humus de lombriz enriquecido y variables de suelo después de su aplicación. CENEB-INIFAP, Ciclo O-I 2023/2024.

Tratamiento	N-NO ₃ kg ha ⁻¹	P asimilable ppm	MO %	CH cm hr ⁻¹	CE dS m ⁻¹	pH en agua
Testigo	47.1 a*	33.6 a	1.44 a	0.99 a	3.51 a	8.56 a
Aplicado	49.7 a	34.0 a	1.44 a	0.87 a	3.34 a	8.55 a

*=letras iguales significa que no hubo diferencias significativas.

La trilla de esquilmos se realizó con trilladora comercial, los mismos fueron entregados a la fuente financiera.



Figura 15. Trilla de esquilmos de trigo orgánico en CENEB-INIFAP.
10 de junio de 2024.



Las conclusiones de varios trabajos de investigación indicaron que, entre los métodos más conocidos de manejo de estiércoles, el mejor y más racional es añadirlo al suelo para su aprovechamiento agrícola como fertilizante, en base a sus propiedades orgánico-minerales. En base a lo anterior, se asumió que en el Valle del Yaqui el aprovechamiento agrícola de los estiércoles fue el destino más adecuado para estos productos, por lo cual se obtuvo información agronómica para su uso de manera sostenible en las condiciones de suelo, clima y manejo de los cultivos en la región. Desde las primeras aplicaciones de abonos orgánicos en el Valle del Yaqui, Sonora, se observó un marcado incremento en macro y micro elementos, sin embargo, la misma tendencia se observó en el caso del por ciento de sodio intercambiable y de la conductividad eléctrica, lo cual debe tomarse en cuenta para decidir el momento de suspender el uso de estos abonos. Respecto a metales pesados, no se analizan de forma cotidiana como el resto de los elementos, sin embargo, estudios



antecedentes indican su presencia tanto en abonos orgánicos como en fertilizantes químicos. Uno de los principios de agricultura orgánica es el “principio de precaución”, un análisis de metales pesados es muy costoso, y la salinización de los suelos no reversible a corto plazo, por lo cual se recomienda la aplicación de abonos orgánicos al suelo por uno o dos ciclos, suspender su uso por un ciclo y al siguiente analizar el suelo para convenir o no su uso.

En el sur de Sonora, la utilidad de los estiércoles como mejorador de suelo y fertilizante orgánico es muy conocida por los agricultores, los cuales adoptaron rápidamente esta tecnología, al grado de aprovechar la totalidad del recurso disponible, tanto en forma directa desde las granjas o establos, como en forma de composta con registro OMRI y COFEPRIS. Otra alternativa presente para los agricultores de la región, se tiene registro de la existencia de 27 lombricultores apoyados por FIRA en el estado de Sonora, en los cuales se obtienen como subproductos el humus de lombriz y el lixiviado de humus de lombriz. El uso de estiércoles en la agricultura, incrementa el rendimiento de los cultivos debido a que aportan todos los elementos esenciales que requieren los cultivos; tienen un efecto residual mayor que los fertilizantes químicos, liberan nutrientes en forma gradual, lo cual favorece su disponibilidad durante el desarrollo del cultivo; mejoran la estructura del suelo, porosidad, aireación y capacidad para la retención de agua; forman complejos orgánicos con los nutrientes manteniendo a éstos disponibles para las plantas. Los estiércoles permiten que el suelo sea más productivo, conserve su fertilidad y tenga un uso sostenible a través del tiempo.

Los resultados obtenidos en esta evaluación presentaron en forma general respuesta favorable para el uso de abonos orgánicos y mejoradores de suelo evaluados, sin embargo, se recomienda monitorear las variables de salinidad de suelo y repetir experimento con otros abonos y mejoradores, así como evaluar el efecto residual de los mejoradores aplicados.

7. Conclusión general del proyecto:

Para efectos de esta evaluación se concluye lo siguiente:

- ✓ La dosis de composta de gallinaza equivale a la misma dosis de gallinaza cruda.
- ✓ Se logró capacitar en conservación y mejoramiento de suelos a 600 productores, 271 técnicos, 109 académico/investigador, 827 estudiantes, 185 comercializador/industrializadores.

En cuanto al rendimiento de trigo:

- ✓ Los rendimientos obtenidos en la evaluación con gallinaza cruda fueron superiores a los obtenidos con composta de gallinaza.
- ✓ Se observó respuesta favorable a la aplicación de los mejoradores de suelo KALAN, lixiviado de humus de lombriz natural y lixiviado de humus de lombriz enriquecido, en todos los casos el tratamiento aplicado resultó más alto que el testigo.

Respecto al suelo:

- ✓ La disponibilidad de nitrógeno nítrico y fósforo asimilable resultaron más altas en los tratamientos aplicados o con dosis más alta de fertilización.



AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

PIEAES

INSTRUMENTO PARA LA INVESTIGACIÓN Y EXPERIMENTACIÓN
AGRICOLA DEL ESTADO DE SONORA A.C.

- ✓ En promedio, la materia orgánica y conductividad hidráulica fueron más alta en los tratamientos aplicados o con dosis más alta de fertilización.
- ✓ La conductividad eléctrica del suelo en promedio en los tratamientos evaluados, no presentó diferencias significativas en su valor con respecto al testigo.
- ✓ Por su valor de pH, no se observó diferencias significativas en los suelos.

Firmas

M.C. Alma Angélica Ortiz Avalos
Investigador Responsable del Proyecto

Dr. Alberto Borbón Gracia
Jefe del Campo Experimental Norman E. Borlaug