INFORME FINAL
Al 20 DE SEPTIEMBRE DE 2025

Nombre del proyecto: Uso de fertilizantes orgánicos para la conservación y mejoramiento de suelos.
Fecha del inicio del proyecto: 29 de noviembre de 2024
Fecha de terminación del proyecto: 31 de octubre de 2025
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	* Diagnóstico de suelo inicial y final * Un evento demostrativo * Establecimiento del cultivo * Seguimiento del cultivo

2. Introducción

En la época de la revolución verde, los científicos lograron obtener altas tasas de productividad agrícola, a base de producción extensiva de gran escala, haciendo uso masivo de fertilizantes químicos, pesticidas, herbicidas y maquinaria pesada, además esta revolución se implantó en todo el planeta, transformando los agroecosistemas diversos en monocultivos dependientes de agroquímicos de síntesis. Si bien, en esta época se logró el aumento de la producción de cultivos, el éxito obtenido tuvo efectos adversos en lo social y lo económico, y sobre el medio ambiente y la salud humana. Referente al medio ambiente, la fertilización excesiva provocó en el suelo: salinidad, acumulación de metales pesados, eutrofización del agua y acumulación de nitratos; en el aire: contaminación atmosférica al liberarse gases que contienen nitrógeno y azufre, ocasionando con esto gases de efecto de invernadero, que contribuyen en gran medida al calentamiento global y al cambio climático. En base a lo anterior, existe la necesidad de una práctica agrícola alternativa para conservar nuestro medio ambiente y al mismo tiempo sostener los recursos naturales, como el suelo.

La agricultura orgánica es una práctica de agricultura sostenible, ya que es un sistema de producción que mantiene y mejora la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas. Se basa fundamentalmente en los procesos ecológicos, la biodiversidad y los ciclos adaptados a las condiciones locales, sin usar insumos que tengan efectos adversos. La agricultura orgánica combina tradición innovación y ciencia para favorecer el medio ambiente que compartimos y promueve relaciones justas y una buena calidad de vida para todos los que participan en ella. La agricultura orgánica, fue practicada por nuestros ancestros y mantenida por los pequeños productores, logrando un equilibrio con su medio a través del uso sostenible de los recursos. Con el pasar de los años, ocurre la explosión demográfica en el mundo, se hace necesario aumentar la producción de alimentos y aumentar la superficie cultivada. Hoy la tendencia es volver hacia un uso sostenible de los recursos y la aplicación de abonos orgánicos se considera como una alternativa para lograrlo.

En el Valle del Yaqui, Sonora, se tiene disponibilidad de abonos orgánicos o enmiendas orgánicas de gallinas, cerdo y bovino, conociéndose a esas enmiendas como gallinaza, cerdaza y estiércol, las cuales han sido utilizadas por los agricultores de la región, logrando con esto reducir e incluso eliminar la fertilización química en cultivos como trigo, garbanzo, cártamo, maíz, frijol, girasol, canola, entre otros. Las prácticas agrícolas ecológicas 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. Es importante evaluar el efecto residual de cualquier fertilizante orgánico aplicado, de igual manera, en el caso de trigo, es importante evaluar las variedades disponibles en la región, ya que, la liberación de las mismas se realiza en manejo convencional, sin embargo, investigaciones recientes indican que el rendimiento de los cultivos en la agricultura orgánica está limitado en parte por el uso de variedades inapropiadas. La agricultura orgánica agrega más dificultades a la tarea por tres razones; las variedades se comportan de manera diferente si se cultivan de manera convencional u orgánica. Con un uso mínimo o nulo de insumos externos como herbicidas, fertilizantes minerales e insecticidas, los cultivos orgánicos tienden a diferir entre sí más que los convencionales. Además, las observaciones de parcelas experimentales pueden ser menos fiables en la agricultura orgánica que en la convencional para predecir el rendimiento de un cultivo a escala comercial. Las líneas de trigo mejoradas para adaptarse a la agricultura orgánica no solo podrían ayudar a respaldar otros sistemas de producción de bajos insumos, sino que su genética podría potencialmente

transferirse a la agricultura convencional. Derivado de lo anterior, se plantea la necesidad de evaluar el efecto residual de fertilizantes orgánicos aplicados al suelo, así como las nuevas variedades de trigo disponibles en la región y nuevos fertilizantes orgánicos.

En terrenos del PIEAES, AC., se cuenta con dos hectáreas con manejo orgánico, las cuales se encuentran dentro del CENEB-INIFAP. En 3,990.4 m^2 de esta área se evaluó el efecto residual de abonos orgánicos aplicados en el ciclo 2023/2024, además las variedades Chanate Oro C2023 y Sahuaro Oro C2023 liberadas por PIEAES, AC., y se compararon los resultados con las variedades comerciales Quetchehueca Oro C2013 y Noroeste C2021 ambas liberadas por INIFAP. Todas las variedades se establecieron con la misma dosis de fertilizante orgánico y se evaluó la pertinencia del uso de las mismas en agricultura orgánica, además se evaluó un fertilizante orgánico foliar a base de aminoácidos. Los resultados obtenidos, se pueden implementar en agricultura convencional sin ningún problema. En agricultura orgánica, el uso de agroquímicos está prohibido, no obstante, todos los insumos orgánicos se pueden usar en agricultura convencional.

La variable evaluada en planta fue el rendimiento de trigo al 12% de humedad, para todos los tratamientos. Las variables medidas en el suelo fueron el contenido de nitrógeno nítrico (N- NO_3 kg ha^{-1}), fósforo (P ppm), materia orgánica (MO%), conductividad hidráulica (CH cm hr^{-1}), y conductividad eléctrica (CE 2:1 dS m^{-1}) y pH.

3. Objetivos

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

Específicos:

1. Determinar el efecto residual de abonos orgánicos en el cultivo de trigo.
2. Valorar el efecto del lixiviado de humus de lombriz enriquecido sobre el rendimiento de trigo.
3. Valorar variedades de trigo en producción orgánica.
4. Valorar el efecto de fertilizante orgánico foliar sobre el rendimiento de trigo.

Objetivo Planteado	Comentarios
Determinar el efecto residual de abonos orgánicos en el cultivo de trigo.	Reportado en el presente informe.
Valorar el efecto del lixiviado de humus de lombriz enriquecido sobre el rendimiento de trigo.	Reportado en el presente informe.
Valorar variedades de trigo en producción orgánica.	Reportado en el presente informe.
Valorar el efecto de fertilizante orgánico foliar sobre el rendimiento de trigo.	Reportado en el presente informe.

4. Productos-Entregables (alimentar con fotografías)

Producto /Entregable	Comentarios
Informe de 2 eventos demostrativos o seminarios o talleres.	Reportados en SIGI con los siguientes registros: 01020614770022755 4 y 01020643700227546
2 publicaciones en congreso	Reportados en SIGI con los siguientes registros: 01010514770023180 3, 01010543700231804, 01010514770023312 8, 01010543700233130 y 01010543700233131.
Informe de avance de resultados	Se entregó un avance de resultados en abril de 2025
Informe final (Técnico y financiero)	En tiempo

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

Días demostrativos

Reunión / Evento	Fecha	Número de productores	Número de otros actores
Recorrido del Agricultor-2025 "Trigo: Nutrición"	20 de marzo de 2025	229	732
Recorrido del Agricultor-2025 "Trigo: Producción Orgánica"			

PARTICIPACIÓN EN EVENTOS INSTITUCIONALES MASIVOS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA.

Se participó en la exposición del Recorrido del Agricultor 2025 con los siguientes temas:

1) Trigo: Producción Orgánica, se asignó número SIGI 010206147700227554 (Figura 1).

Figura 1. Documentos de soporte del entregable 010206147700227554.

2) Trigo: Nutrición, se asignó número SIGI 01020643700227546 (Figura 2).

Figura 2. Documentos de soporte del entregable 01020643700227546.

TRABAJOS IN EXTENSO Y RESÚMENES PUBLICADOS EN MEMORIAS DE SIMPOSIO, REUNIONES O CONGRESOS CIENTÍFICOS

Se participó en el 4to Congreso Interamericano de Agua, Suelo y Agrobiodiversidad con los siguientes trabajos:

1) Evaluación de dosis de composta de gallinaza y gallinaza cruda en trigo orgánico en el Valle del Yaqui, Sonora, se asignó número SIGI 010105147700231803 (Figura 3).

Figura 3. Documentos de soporte de entregable 010105147700231803.

2) Capacidad de amacollar de trigo harinero (*Triticum aestivum L*) y trigo cristalino (Triticum durum) en el Valle del Yaqui, Sonora, se asignó número SIGI 01010543700231804 (Figura 4).

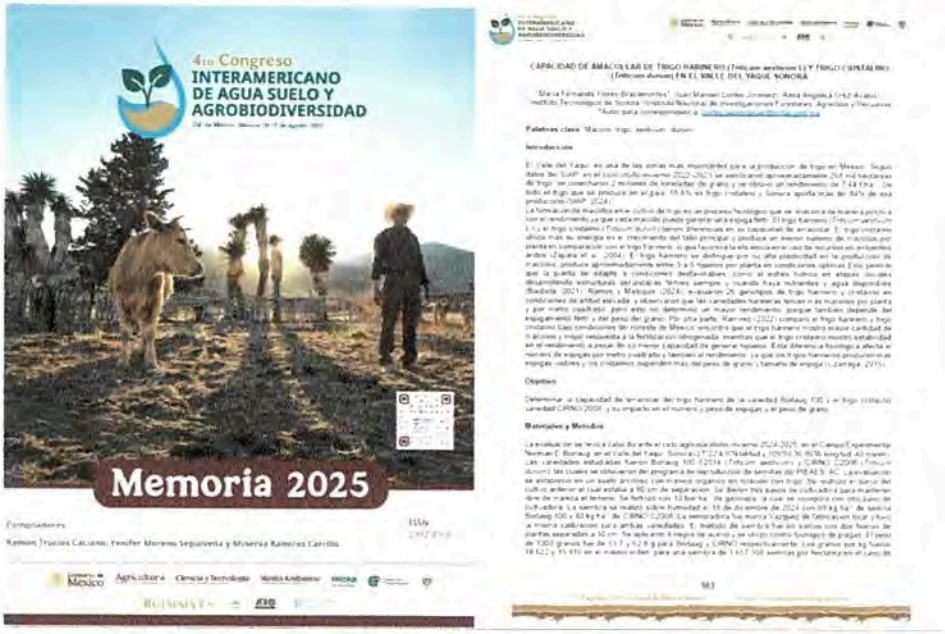

Figura 4. Documentos de soporte de entregable 01010543700231804.

Se participó en la XXXVII Semana Internacional de Agronomía con los siguientes trabajos:

1) Evaluación de variedades de trigo duro Quetchehueca ORO C2013 y PD Chanate ORO, en producción orgánica, se asignó número SIGI 01010514770023312 8 (Figura 5).

Figura 5. Documentos de soporte de entregable 01010514770023312 8.

2) Dosis de nitrógeno e inhibidores de la ureasa en trigo. Valle del Yaqui, Sonora, se asignó número SIGI 01010543700233130 (Figura 6).

DOSIS DE NITRÓGENO E INHIBIDORES DE LA UREASA EN TRIGO, VALLE DEL YAQUI, SONORA.

Cortés-Jiménez, Juan Manuel[1]; Ortiz-Ávalos, Alma Angélica[1]; Félix-Fuentes, José Luis[1]; Rosas-Jáuregui, Ivón Alejandra[1]; Barrales-Gómez, Benjamín[1]

[1]Campo Experimental Norman E. Borlaug. Norman E. Borlaug km 12, C.P. 85000, Cd. Obregón, Sonora, México. Tel. (55) 38718700 Ext. 81210.

Autor de correspondencia: cortes.juanmanuel@inifap.gob.mx

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la dosis de nitrógeno e inhibidores de la ureasa sobre el rendimiento y la calidad de trigo, durante el ciclo otoño-invierno 2023-24 en un suelo arcilloso del Campo Experimental Norman E. Borlaug. Se sembró el 25 de noviembre de 2023, con 100 kg ha^{-1} de semilla variedad CIRNO C2008. Se aplicó un riego de presiembra y 4 riegos de auxilio. Antes del segundo riego de auxilio el cual se aplicó a los 59 días después de la siembra, se aplicaron al voleo 0, 200, 400 y 600 kg ha^{-1} de urea normal y nitro perfecto, que es urea con los inhibidores de la ureasa NBPT y Duromide (ANVOL®). Ambos fertilizantes contienen 46% de nitrógeno y se incorporaron con el agua de riego 5 días después de la aplicación. La unidad experimental fue de 44.8 m^2. Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas y cuatro repeticiones. Se observaron diferencias significativas entre urea normal y con inhibidores de la ureasa, entre dosis de fertilizante e interacción entre ambos factores. El rendimiento promedio para urea y nitroperfecto fue de 7 988 y 7 527 t ha^{-1}, mientras que el contenido de proteína fue de 11.26 y 11.43% respectivamente. Se concluyó que no se existe efecto positivo de la aplicación de inhibidores de la ureasa antes del segundo riego de auxilio en el rendimiento de trigo.

Palabras clave: urea, nbpt, duromide

ABSTRACT

The evaluation of urease inhibitors on wheat yield and quality was carried out during the autumn-winter 2023-24 agricultural season in a clay soil at the Norman E. Borlaug Experimental Station. The sowing date was November 25, 2023, with 100 kg ha^{-1} of CIRNO C2008 variety seed. Unit experimental was 44.8 m^2. A pre-sowing irrigation and 4 complementary irrigations were applied. Before the second complementary irrigation, which was applied 59 days after sowing, 0, 200, 400 and 600 kg ha^{-1} of normal urea and Nitroperfect, which is urea with urease inhibitors NBPT and Duromide, were broadcast applied and incorporated with irrigation water five days after. A randomized block design was used with 4 × 2 factorial arrangement. Significant differences were observed between normal urea and urease inhibitors, between fertilizer doses, and interaction between the two factors. Average yields for urea and Nitroperfect were 7 988 and 7 527 t ha^{-1}, while protein content was 11.26 and 11.43%, respectively. It was concluded that there was no positive effect of applying urease inhibitors before the second supplemental irrigation on wheat yield.

Key words: urea, nbpt, duromide

INTRODUCCION

Figura 6. Documentos de soporte de entregable 01010543700233130.

3) Efecto del tamaño de grano sobre la densidad de siembra en cinco variedades de trigo duro. Valle del Yaqui, Sonora, se asignó número SIGI 01010543700233131 (Figura 7).

EFECTO DEL TAMAÑO DE GRANO SOBRE LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN CINCO VARIEDADES DE TRIGO DURO, VALLE DEL YAQUI, SONORA.

Cortés-Jiménez Juan Manuel[1]; Ortiz-Ávalos Alma Angélica[1]; Félix-Fuentes José Luis[1]; Rosas-Jáuregui Ivón Alejandra[1]; Barrales-Gómez Benjamín[1]

[1]Campo Experimental Norman E. Borlaug. Calle Norman E. Borlaug km 12, C.P. 85000, Cd. Obregón, Sonora, México. Tel. (55) 38718700 Ext. 81210.

Correo: cortes.juanmanuel@inifap.gob.mx

RESUMEN

Durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2024-25 en el Campo Experimental Norman E. Borlaug, en el Valle del Yaqui, Sonora, se evaluó el peso de 1000 granos de las variedades CIRNO C2008, QUETCHEHUECA ORO C2013, NOROESTE C2021, PD SAHUARO ORO C2023 y PD CHANATE C2023. La semilla de las variedades procede del programa de producción de semilla registrada del Patronato para la Investigación y Experimentación del Estado de Sonora. Se determinó además el número de granos por kilogramo de cada variedad. Se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones por variedad. Se determinaron las semillas que se sembrarían con 100, 150 y 200 kg ha^{-1} de cada variedad y la diferencia con respecto a CIRNO C2008 que es el testigo regional. Se observaron diferencias significativas entre variedades, en el peso de 1000 granos. La variedad CIRNO C2008 que es el testigo regional superó estadísticamente al resto de las variedades. Las variedades QUETQUEHUECA ORO C2013, NOROESTE C2021 y PD CHANATE C2023 fueron iguales entre sí y superiores a PD SAHUARO ORO C2023. El peso de 1000 granos fue 62.83, 49.67, 50.50, 50.90 y 42.47 gramos respectivamente. Se encontraron grandes diferencias entre las nuevas variedades y el testigo CIRNO C2008 en cualquier densidad de siembra. Se concluyó que dichas diferencias se deben determinar para comparar las variedades con una misma cantidad de semillas por hectárea. De otra manera, las comparaciones tienen un sesgo a favor o en contra de las variedades evaluadas.

Palabras clave: peso de 1000 granos, densidad de siembra, trigo duro.

ABSTRACT

During the fall-winter 2024-25 cycle at the Norman E. Borlaug Experimental Station, in the Yaqui Valley, Sonora, the weight of 1000 grains of the varieties CIRNO C2008, QUETCHEHUECA ORO C2013, NOROESTE C2021, PD SAHUARO ORO C2023 and PD CHANATE C2023 was evaluated. The seed of the varieties comes from the registered seed production program of the Board for Research and Experimentation of the State of Sonora. The number of grains per kilogram of each variety is also processed. A completely randomized design with three replications per variety was used. The seeds to be sown with 100, 150 and 200 kg ha-1 of each variety and the difference with respect to CIRNO C2008, which is the regional control, were determined. The CIRNO C2008 variety, the regional control, statistically outperformed the rest of the varieties. The QUETQUEHUECA ORO C2013, NOROESTE C2021, and PD CHANATE C2023 varieties were equal to each other and bigger than PD SAHUARO ORO C2023. The 1,000-seed weights were 62.83, 49.67, 50.50, 50.90, and 42.47 grams, respectively. Large differences were found between the new varieties and the CIRNO C2008 control at any planting density. It was concluded that these differences must be determined to

Figura 7. Documentos de soporte de entregable 01010543700233131.

6. Descripción de los resultados:

Objetivo específico 1. Determinar el efecto residual de abonos orgánicos en el cultivo de trigo.

Para lograr este objetivo, se evalúo el efecto residual de 0, 7.5 y 15 t ha^{-1} de gallinaza cruda y composta de gallinaza aplicados en el ciclo 2023/2024 para el cultivo de trigo. Después de la cosecha se dejó toda la paja de trigo, se incorporó con dos pasadas de triple barra y de igual manera sirvió para incorporar la maleza del verano. Se aplicó un riego de presiembra y se realizaron cuatro riegos de auxilio a lo largo del ciclo del cultivo. La siembra se efectuó el 18 de diciembre de 2014, utilizando 77 kg ha^{-1} de semilla de la variedad Noroeste C2021. En el manejo fitosanitario del cultivo, se realizó una aplicación contra pulgón antes del primer riego de auxilio, utilizando un consorcio de microorganismos entomopatógenos a una dosis de 2.5 g L^{-1} de agua. Para el control de maleza, se efectuó una cultivada con tractor y tres deshierbes manuales. El diseño experimental fue de bloques al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de ocho surcos de ocho metros de largo y 80 centímetros de separación y la parcela útil de dos surcos de dos metros de largo con una separación entre surcos de 80 centímetros. Los resultados de esta actividad se reportan en los Cuadros 1 y 2 respectivamente. Se encontraron diferencias significativas en el efecto residual donde hubo aplicación de gallinaza, se observó respuesta a las dosis aplicadas en el ciclo anterior, a mayor dosis de gallinaza fue mayor el rendimiento de trigo (Cuadro 1). Respecto a la respuesta a composta residual se observó el mismo efecto que con la gallinaza, sin embargo, la dosis de 0 y 7.5 t ha^{-1} no presentaron diferencias estadísticas solo la de 15 t ha^{-1} fue significativamente mayor que las dos primeras dosis (Cuadro 2). En promedio se observó un aumento en el rendimiento del 17.3% de 0 a 7.5 t ha^{-1} y del 26.8% de la dosis de 0 a 15 t ha^{-1} al evaluar el efecto residual de la aplicación de gallinaza cruda y composta de gallinaza.

Cuadro 1. Efecto residual de gallinaza cruda y el rendimiento de grano de trigo. CENEB-INIFAP. Ciclo O-I 2024/2025.

Dosis (t ha^{-1})	Rendimiento 12 % humedad (t ha^{-1})
0	4.182 a
7.5	4.781 b
15.0	5.318 c

DMS 0.05=0.528

Cuadro 2. Efecto residual de composta de gallinaza y el rendimiento de grano de trigo. CENEB-INIFAP, Ciclo O-I 2024/2025.

Dosis (t ha^{-1})	Rendimiento 12 % humedad (t ha^{-1})
0	3.615 a
7.5	4.347 a
15.0	4.572 b

DMS 0.05=0.457

Respecto al análisis de suelo, las muestras fueron tomadas a una profundidad de 0-30 cm al finalizar las cosechas de 2024 y 2025. La preparación y análisis de las muestras se realizó en el Laboratorio de Suelos y Nutrición Vegetal del CENEB-INIFAP. Se evaluaron los contenidos de nitrógeno nítrico (N-NO_3, kg ha^{-1}) y fósforo (P, ppm) con el fin de determinar el efecto residual de la aplicación de gallinaza y composta en el suelo. En promedio, el contenido de nitrógeno nítrico en el suelo fue de 35, 41 y 57 kg ha^{-1} para las dosis de 0, 7.5 y 15 t ha^{-1}, respectivamente. En cuanto al fósforo, la disponibilidad promedio del elemento para las mismas dosis de gallinaza y composta fue de 48, 54 y 59 ppm, respectivamente. Cabe señalar que estos elementos no fueron analizados al final de la cosecha de 2025, ya que no se dará seguimiento a los experimentos para futuras recomendaciones de fertilización. En los Cuadros 3 y 4 se presentan los resultados del análisis del resto de las variables evaluadas después de la cosecha de 2024 y 2025.

Según los resultados mostrados en 2024 se puede observar que ninguna variable reportó diferencias significativas (Cuadro 3). En los resultados de suelo del 2025 se reportaron diferencias significativas en el contenido de materia orgánica, la dosis de 7.5 y 15 t ha^{-1} de gallinaza resultaron ser estadísticamente diferentes al testigo, sin embargo, similares entre sí. El resto de las variables no reportó diferencias estadísticas, no obstante, se puede observar un incremento en la CH y CE conforme aumenta la dosis residual del fertilizante orgánico aplicado (Cuadro 4).

Cuadro 3. Respuesta a la aplicación de dosis de gallinaza cruda y composta de gallinaza en las variables de suelo después de cosecha 2024. CENEB-INIFAP, julio de 2024.

Fertilizante orgánico t ha^{-1}	MO %	CH cm hr^{-1}	CE (2:1) dS m^{-1}	pH en agua
0	1.358 a	2.822 a	3.454 a	8.52 a
7.5	1.382 a	2.742 a	3.544 a	8.52 a
15	1.365 a	2.742 a	3.727 a	8.45 a

Cuadro 4. Respuesta al efecto residual de gallinaza cruda y composta de gallinaza en las variables de suelo después de cosecha 2025. CENEB-INIFAP, julio de 2025.

Gallinaza t ha^{-1}	MO %	CH cm hr^{-1}	CE (2:1) dS m^{-1}	pH en agua
0	0.956 b	2.204 a	5.884 a	8.35 a
7.5	1.241 ab	2.372 a	5.886 a	8.30 a
15	1.358 a	2.513 a	6.358 a	8.32 a

DMS (0.05): MO=0.160

Otras variables evaluadas fueron punta negra (PN) y panza blanca (PB). No se observó presencia de PN en las muestras de gallinaza; en composta se reportó 0.25% en la dosis de 0 t ha^{-1}. En cuanto a la

PB el valor reportado en composta residual fue de 99, 98.5 y 98% para la dosis de 0, 7.5 y 15 t ha^{-1} respectivamente; para la misma dosis en gallinaza residual el contenido de panza blanca fue de 88.8, 80.8 y 73.3% respectivamente.

Figura 8. Aspecto de trigo fertilizado con gallinaza cruda (izquierda) y con composta de gallinaza (derecha), etapa de llenado de grano. CENEB-INIFAP. Ciclo 2024/2025.

Objetivo específico 2. Valorar el efecto del lixiviado de humus de lombriz enriquecido sobre el rendimiento de trigo.

La evaluación se realizó en lote convencional, se preparó el terreno con 2 rastreos y un tabloneo, se fertilizó con 226 kg de urea al zanjear más 120 kg de urea en banda antes del primer riego de auxilio, no se aplicó fósforo. Se realizó el riego de presiembra el 20 y 21 de noviembre de 2024. La aplicación del lixiviado de humus de lombriz se llevó a cabo el 4 de diciembre de 2024 antes de revestir para la siembra. La siembra de realizó con la variedad Noroeste C2021 el 5 de diciembre de 2024 y 77 kg ha^{-1} de semilla. La aplicación foliar tuvo lugar un día antes del primer riego de auxilio. Se llevó a cabo el riego de presiembra y dos riegos de auxilio. El diseño experimental fue de bloques al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de 12 surcos de 110 metros de largo y 80 centímetros de separación y la parcela útil de dos surcos de dos metros de largo con una separación entre surcos de 80 centímetros. Los resultados de esta actividad se reportan en el Cuadro 5. No se observó diferencias significativas entre el testigo y el aplicado. El bajo rendimiento se debe a que solo se aplicaron dos riegos de auxilio y no se aplicó fósforo. En cuanto a punta negra (PN) ambos tratamientos presentaron un 0.25% de punta negra y 0% de panza blanca (PB). Respecto al análisis de suelo, no se tienen análisis antes del cultivo, ya que se cambió el área destinada para este estudio. En el Cuadro 6 se reportan las variables analizadas en el suelo después de cosecha de 2025 en los tratamientos testigo y aplicado con lixiviado. No se encontraron diferencias significativas entre el testigo y el tratamiento aplicado en ninguna de las variables de suelo evaluadas (Cuadro 6).

Cuadro 5. Aplicación de humus de lombriz enriquecido al suelo y foliar y el rendimiento de grano de trigo. CENEB-INIFAP, Ciclo O-I 2024/2025.

Dosis L ha^{-1}	Rendimiento 12 % humedad t ha^{-1}
Testigo	4.208 a
Aplicado	4.412 a

Figura 9. Aspecto del testigo al 06 de marzo de 2025.
CENEB-INIFAP. Ciclo 2024/2025.

Cuadro 6. Variables analizadas en suelo después del cultivo y la aplicación con lixiviado al suelo más foliar. CENEB-INIFAP.

Muestreo	N-NO_3 kg ha^{-1}	P asimilable ppm	MO %	CH cm hr^{-1}	CE (2:1) dS m^{-1}	pH en agua
Testigo	231 a	34 a	1.342 a	5.220 a	4.649 a	8.14 a
Aplicado	253 a	46 a	1.442 a	5.732 a	4.755 a	8.10 a

Objetivo específico 3. Valorar variedades de trigo en producción orgánica.

En lote con manejo orgánico se comparó la variedad de trigo Quetchehueca Oro C2013 con PD Chanate Oro y la variedad Noroeste C2021 con PD Sahuaro Oro; la densidad de siembra fue de 71, 74, 77 y 72 kg ha^{-1} respectivamente. Se cambió la variedad CIRNO C2008 por Quetchehueca Oro C2013, ya que CIRNO C2008 presentó problemas en la emergencia. La preparación del terreno consistió en aprovechar la totalidad de la paja del cultivo anterior, que también fue trigo. Para ello, se realizaron dos pasadas con una triple barra, mediante la cual se incorporaron tanto la paja residual como la maleza generada durante el verano. La fertilización se realizó mediante la aplicación al voleo de 10

toneladas por hectárea de gallinaza cruda, utilizando un esparcidor de estiércol. Al día siguiente, el fertilizante fue incorporado al suelo mediante una tercera pasada con la triple barra. Se aplicó un riego de presiembra y se realizaron cuatro riegos de auxilio a lo largo del ciclo del cultivo. La siembra se efectuó el 18 de diciembre de 2024. En el manejo fitosanitario del cultivo, se realizó una aplicación dirigida al control de pulgón antes del primer riego de auxilio, utilizando un consorcio de microorganismos entomopatógenos a una dosis de 2.5 g L^{-1} de agua. Este consorcio estuvo compuesto por *Metarhizium anisopliae*, *Isaria fumosorosea*, *Isaria sinclairii*, *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis*, *Serratia entomophila* y *Streptomyces* sp. Para el control de maleza, se efectuó una cultivada con tractor y tres deshierbes manuales. Las variedades se compararon en un diseño de parcelas apareadas, con la finalidad de eliminar la variabilidad espacial que existen en el terreno, se seleccionaron cuatro repeticiones de cada variedad. La unidad experimental consistió en ocho surcos de 110 metros de longitud, con una separación entre surcos de 80 centímetros. La parcela útil correspondió a dos surcos de dos metros de largo, también con 80 centímetros de separación. La cosecha se llevó a cabo de forma manual, utilizando hoz. Las muestras recolectadas en la parcela útil fueron trilladas en una trilladora estacionaria tipo Pullman y, posteriormente, el grano fue limpiado manualmente para eliminar residuos de paja y glumas. Se evaluaron el rendimiento de grano de trigo ajustado al 12 % de humedad. La variedad Quetchehueca Oro y Pd Chanate Oro no presentaron diferencias significativas en el rendimiento (Cuadro 7). El rendimiento de trigo de la variedad Noroeste C2021 fue significativamente mayor al reportado por Pd Sahuaro Oro (Cuadro 8).

Cuadro 7. Variedades de trigo y el rendimiento de grano. CENEB-INIFAP, Ciclo O-I 2024/2025.

Variedad	Rendimiento 12 % humedad t ha^{-1}
Quetchehueca Oro C2013	6.215 a
Pd Chanate Oro	6.264 a

Cuadro 8. Variedades de trigo y el rendimiento de grano. CENEB-INIFAP, Ciclo O-I 2024/2025.

Variedad	Rendimiento 12 % humedad t ha^{-1}
Pd Sahuaro Oro	4.668 b
Noroeste C2021	5.720 a

DMS 0.05=0.353

Respecto a punta negra (PN) la variedad Quetchehueca Oro C2013, Pd Chanate Oro, Noroeste C2021 y Pd Sahuaro Oro reportaron 0.25, 0.50, 0 y 0% respectivamente; en el mismo orden el valor de panza blanca que reportaron las mismas variedades fue de 83, 78, 93 y 89% respectivamente.

Figura 10. Aspecto de las variedades evaluadas en etapa de llenado de grano. CENEB-INIFAP. Ciclo 2024/2025.

El análisis del suelo realizado en estos experimentos se muestra en los Cuadros 9 y 10. En general, no se encontraron diferencias significativas entre las variables analizadas. Sin embargo, excepto en el caso del nitrógeno, se observaron valores ligeramente más altos en las demás variables en el muestreo de julio de 2025. Este muestreo se llevó a cabo después de la cosecha y de la aplicación de 10 toneladas de gallinaza cruda en noviembre de 2024.

Cuadro 9. Variables analizadas en suelo antes y después de cultivo. Experimento Quetchehueca Oro C2013 y Chanate Oro. CENEB-INIFAP.

Muestreo	N-NO3	P asimilable	MO	CH	CE (2:1)	pH
	kg ha^{-1}	ppm	%	cm hr^{-1}	dS m^{-1}	en agua
Octubre 2024	91 a	34 a	1.275 a	2.346 a	2.977 a	8.25 a
Julio 2025	63 a	54 a	1.543 a	3.263 a	3.117 a	8.46 a

Cuadro 10. Variables analizadas en suelo antes y después de cultivo. Experimento Noroeste C2021 y Sahuaro Oro. CENEB-INIFAP.

Muestreo	N-NO3	P asimilable	MO	CH	CE (2:1)	pH
	kg ha^{-1}	ppm	%	cm hr^{-1}	dS m^{-1}	en agua
Octubre 2024	83 a	41 a	1.174 a	2.698 a	2.583 a	8.26 a
Julio 2025	60 a	61 a	1.308 a	2.698 a	3.613 a	8.33 a

Objetivo específico 4. Valorar el efecto de fertilizante orgánico foliar sobre el rendimiento de trigo. Se evalúo el efecto que causa en el rendimiento de trigo un fertilizante orgánico foliar compuesto por 84.8 % de aminoácidos totales, 16.5 % de aminoácidos libres, 79 % de materia orgánica, 13.9 % de nitrógeno total, 12.5 % de nitrógeno orgánico, 1 % de nitrógeno amoniacal y 0.73% de fósforo en forma de P_2O_5. Se aplicó en dosis de 250 y 500 gramos por hectárea, en fecha de siembra de 12 y 18 de diciembre en la variedad Noroeste C2021. La preparación del terreno consistió en aprovechar la totalidad de la paja del cultivo anterior, que también fue trigo. Para ello, se realizaron dos pasadas con una triple barra, mediante la cual se incorporaron tanto la paja residual como la maleza generada durante el verano. La fertilización se realizó mediante la aplicación al voleo de 10 toneladas por hectárea de gallinaza cruda, utilizando un esparcidor de estiércol. Al día siguiente, el fertilizante fue incorporado al suelo mediante una tercera pasada con la triple barra. Se aplicó un riego de presiembra y se realizaron cuatro riegos de auxilio a lo largo del ciclo del cultivo. En el manejo fitosanitario del cultivo, se realizó una aplicación dirigida al control de pulgón antes del primer riego de auxilio, utilizando un consorcio de microorganismos entomopatógenos a una dosis de 2.5 g L^{-1} de agua. Para el control de maleza, se efectuó una cultivada con tractor y tres deshierbes manuales. El experimento se estableció bajo un diseño factorial con cuatro repeticiones. El factor uno fue fecha de siembra, 12 y 18 de diciembre de 2025; factor 2 fue el tratamiento, testigo y aplicado y el factor 3 la dosis del fertilizante foliar, 250 y 500 g ha^{-1}. La unidad experimental consistió en ocho surcos de 110 metros de longitud, con una separación entre surcos de 80 centímetros. La parcela útil correspondió a dos surcos de dos metros de largo, también con 80 centímetros de separación. La cosecha se llevó a cabo de forma manual, utilizando hoz. Las muestras recolectadas en la parcela útil fueron trilladas en una trilladora estacionaria tipo Pullman y, posteriormente, el grano fue limpiado manualmente para eliminar residuos de paja y glumas. Se evaluaron el rendimiento de grano de trigo ajustado al 12 % de humedad. Se observaron diferencias significativas en la dosis de fertilizante foliar utilizado. La dosis de 250 g ha^{-1} reportó un aumento de 0.52% respecto al testigo y la dosis de 500 g ha^{-1} un aumento de 7.91% más rendimiento respecto al testigo. Respecto a punta negra (PN), no se presentó presencia de esta condición. En cuanto a panza blanca (PB) en promedio el testigo reportó un valor de 90.4% y el aplicado con el fertilizante foliar de 82.7%. No se realizó análisis de suelo.

Cuadro 11. Aplicación de fertilizante foliar orgánico y el rendimiento de grano de trigo. CENEB-INIFAP, Ciclo O-I 2024/2025.

Tratamiento	Primera Fecha		Segunda Fecha		Media
	250 g ha^{-1}	500 g ha^{-1}	250 g ha^{-1}	500 g ha^{-1}	
Testigo	6.178	5.056	6.166	6.280	5.920
Aplicado	6.258	6.188	6.151	6.188	6.196

La trilla de esquilmos se realizó el 23 de junio del 2025 con trilladora comercial (Figura 11). Se logró trillar un total de 10,006 kilos de esquilmos, los cuales se entregaron a la fuente financiera según consta en Figura 12.

Figura 11. Trilla y pesado de trigo orgánico en CENEB-INIFAP.
23 de junio de 2025.

Agricultura

RECIBO

Recibí del CENEB 10,000 kilos de esquilmos de trigo, correspondientes a convenio "USO DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS PARA LA CONSERVACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUELOS", CICLO O-I, 2024-2025, el cual fue financiado por PIEAES, AC.

Nombre Ángel Ramírez Bravo

Firma

2025 Año de La Mujer Indígena

Figura 12. Recibo de entrega de esquilmos a la fuente financiera. 23 de junio de 2025.

7. Conclusión general del proyecto:

Para efectos de esta evaluación se concluye lo siguiente:

- ✓ Se logró capacitar en el tema de "uso de fertilizantes orgánicos para conservación y mejoramiento de suelos" a 229 productores y 732 registrados como otros.

En cuanto al rendimiento de trigo:

- ✓ A un año de fertilización con 0, 7.5 y 10 t ha^{-1} de gallinaza cruda y composta de gallinaza, se observó respuesta en el rendimiento del cultivo de trigo, a mayor dosis de fertilizante residual fue mayor el rendimiento.
- ✓ El rendimiento de trigo en gallinaza residual fue más alto que el obtenido en composta residual.
- ✓ No se observó respuesta a la aplicación de lixiviado de humus de lombriz al suelo más foliar.
- ✓ Se observó respuesta a la fertilización foliar con un fertilizante a base de aminoácidos.
- ✓ Las variedades de trigo Quetchehueca Oro C2013, Pd Chanate Oro, Noroeste C2021 y Pd Sahuaro Oro resultaron aptas para la siembra en agricultura orgánica.

En cuanto al suelo:

- ✓ Al evaluar el efecto residual de fertilizantes orgánicos a un año de su aplicación, se observó que la materia orgánica, la conductividad eléctrica y la conductividad hidráulica presentan valores más altos en los tratamientos con mayor dosis de fertilización residual. Sin embargo, solo la materia orgánica presentó diferencias significativas.
- ✓ Por su valor de pH, no se observó diferencias significativas en los suelos con fertilización residual.
- ✓ En el suelo aplicado con lixiviado de humus de lombriz se observó un valor más alto de todas las variables evaluadas, sin embargo, no se reportan diferencias significativas entre los tratamientos.
- ✓ La aplicación de 10 toneladas por hectárea de gallinaza, logra aumentar numéricamente los valores de nitrógeno nítrico (N- NO_3 kg ha^{-1}), fósforo (P ppm), materia orgánica (MO%), conductividad hidráulica (CH cm hr^{-1}), conductividad eléctrica (CE 2:1 mmhos cm^{-1}) y pH en el suelo. Sin embargo, el aumento no resultó significativo.

Firmas

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

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