

Menú de tecnologías validadas – Maíz de riego en Sinaloa

Actualización septiembre 2023

1. Introducción

El estado de Sinaloa es el estado donde se produce más maíz en el país. La producción de maíz se hace principalmente durante el ciclo otoño-invierno usando riego rodado con agua de presas. Es un sistema de altos rendimientos que depende de alto uso de insumos. En el estado los colaboradores del hub Pacífico Norte han instalado 4 plataformas de investigación: Ahome con AARSF, Guasave con AARSP y Culiacán con Universidad Autónoma de Sinaloa y Navolato con AARC). Este menú de tecnologías validadas resume los resultados de la investigación en las plataformas de investigación de Sinaloa.

Tecnologías que no están incluido en el menú tecnológico no han sido evaluado de manera científica o practica en el hub Pacifico Norte.

2. Preparación del terreno

Labranza reducida

Plataforma Guasave, Sinaloa, OI2011-12 a 2020-21.

El rendimiento fue similar entre camas permanentes (14.1 t/ha) y labranza convencional (13.6 t/ha) durante todo el periodo (Fig. 1). Había una reducción en costos de \$4,000 MXN/ha por reducir el número de pasos de maquinaria.

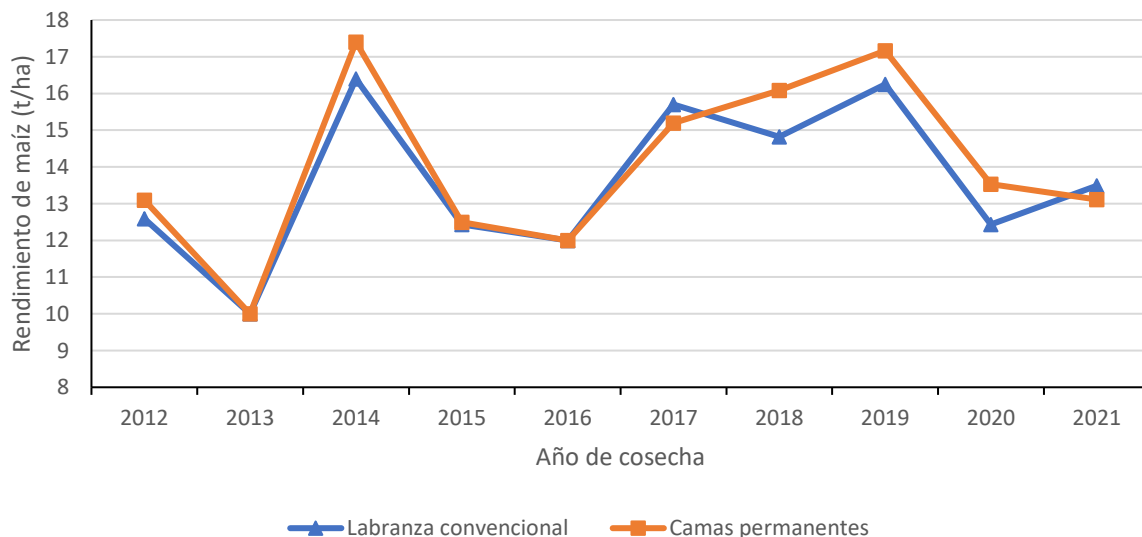


Figura 1: Rendimiento de maíz en monocultivo, en camas con labranza convencional y en camas permanentes, cultivado entre el ciclo otoño-invierno 2011/12 y otoño-invierno 2020/21, en la plataforma Guasave, Sinaloa. La escala del eje Y inicia en 8 t/ha para visualizar mejor las diferencias.

Plataforma Ahome, Sinaloa, OI2013-14 a 2018-19.

El rendimiento fue similar entre camas permanentes y labranza convencional durante todo el periodo, con excepción de 2015 cuando había una falla en el riego con camas permanentes (Fig. 2).

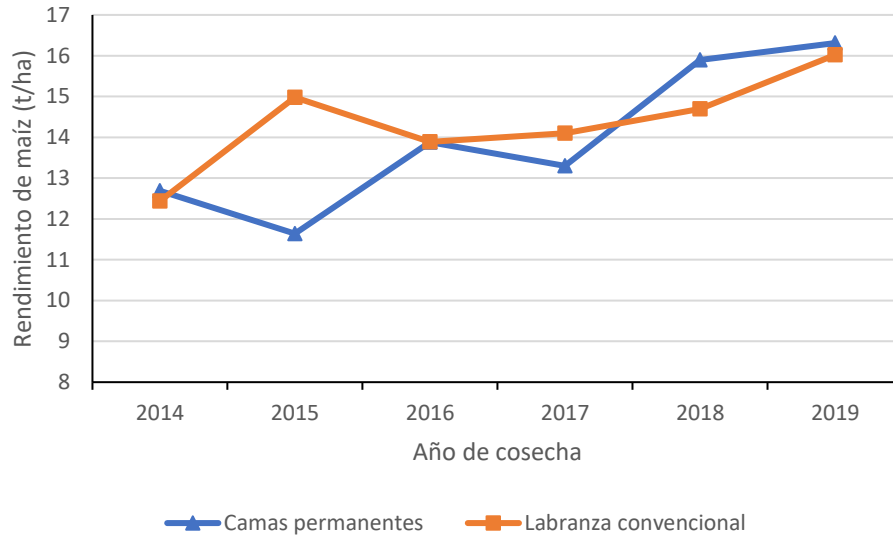


Figura 2: Rendimiento de maíz con labranza convencional y camas permanentes entre ciclos otoño-invierno 2013/14 y 2018/19 en la plataforma de Ahome, Sinaloa. La escala del eje Y inicia en 8 t/ha para visualizar mejor las diferencias.

Tipos de labranza reducida

Plataforma Ahome, Sinaloa, OI2013-14 a 2018-19.

Se evaluaron diferentes métodos de labranza:

- 1) labranza convencional: rastreo + marca + fertilización en presiembra + riego de asiento, tumba de canales + siembra + fertilización al cierre de cultivo;
- 2) labranza vertical con subsolador, lo cual no invierte el suelo;
- 3) labranza en franjas (*strip-till*) donde la cama no se mueve, pero se hace labranza en una franja en la cama, lo cual facilita la siembra;
- 4) camas permanentes, donde solamente se reforman las camas y se hace siembra directa.

El mayor rendimiento se obtuvo con labranza en franjas, seguido por las camas permanentes, y la labranza con subsolador no tuvo mayor rendimiento que la labranza convencional (Fig. 3). Los costos en otoño-invierno 20/21 fueron \$3,389 por hectárea para el uso del *strip-till* y/o subsolador, \$2,564 por hectárea para las camas permanentes, y \$5,672 por hectárea para labranza convencional.

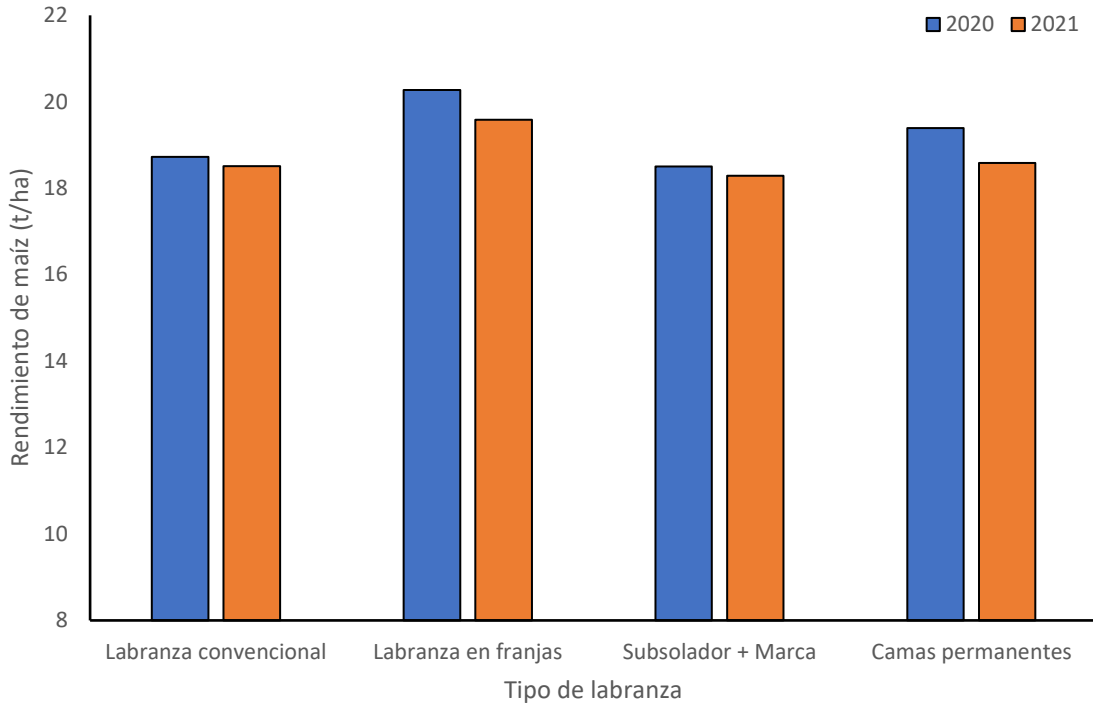


Figura 3: Rendimientos de maíz con relación al tipo de labranza en los ciclos otoño-invierno 2019/2020 y otoño-invierno 2020/21 en la plataforma Ahome, Sinaloa. La escala del eje Y inicia en 8 t/ha para visualizar mejor las diferencias.

3. Siembra

Densidad de siembra

Plataforma Guasave, Sinaloa, OI2016-17 a 2018-19.

No había diferencia entre la siembra con 80,000 semillas/ha o la siembra con 100,000 semillas/ha (Fig. 4).

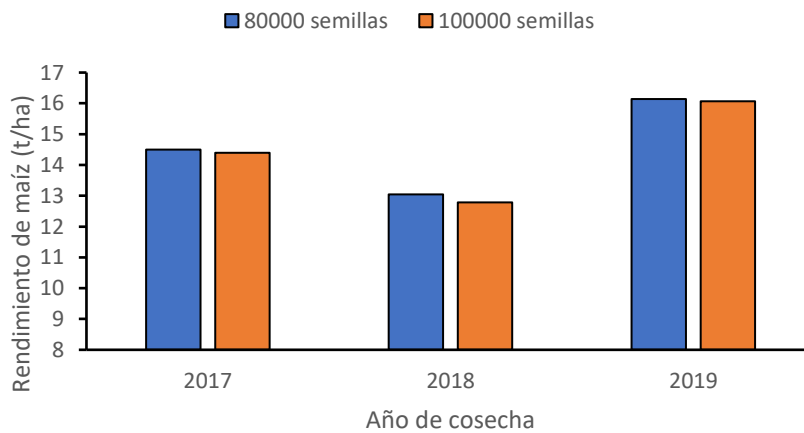


Figura 4: Rendimiento de maíz con dos densidades de siembra en los ciclos otoño-invierno 2016/17 a 2018/19 en la plataforma Guasave, Sinaloa.

Plataforma Culiacán, Sinaloa, OI2019-20.

El mayor rendimiento se obtuvo con 7 semillas/m o 93,100 semillas/ha, con 9.1 t/ha, mientras que el menor rendimiento fue el de 9 semillas/m con 8.6 t/ha (Tabla 1).

Tabla 1: Costo de semilla híbrida de maíz amarillo y rendimiento de grano con tres diferentes densidades de siembra en la plataforma Culiacán, Sinaloa.

Densidad de siembra (semillas/ha)	Semillas por metro lineal (camas de 0.75 m)	Rendimiento (t/ha)	Costo de semilla/ha (\$ MXN/ha)
93,100	7	9.09	\$6,200
106,400	8	8.93	\$7,080
119,400	9	8.64	\$7,960

Plataforma Ahome, Sinaloa, OI2019-20 a 2020-21.

Con 106,400 semillas/ha la que obtuvo los mayores rendimientos en los ciclos otoño-invierno 2019/20 y 2020/21 (Fig. 5).

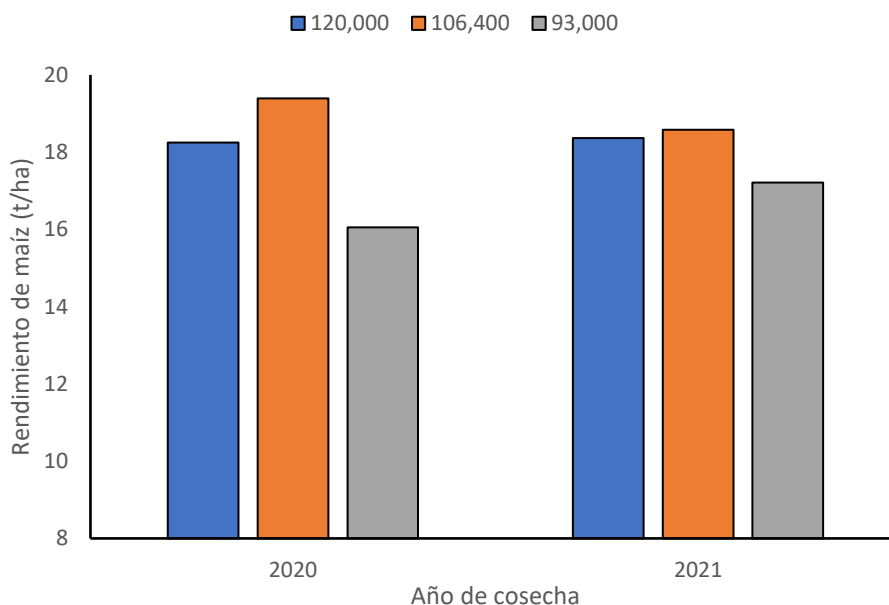


Figura 5: Rendimientos de maíz con relación a la densidad de siembra en los ciclos otoño-invierno 2019/20 y 2020/21 en la plataforma Ahome, Sinaloa.

Plataforma Navolato – OI 2020-21 y 2021-22

Los mejores rendimientos se obtuvieron con 8 o 9 semillas por m.

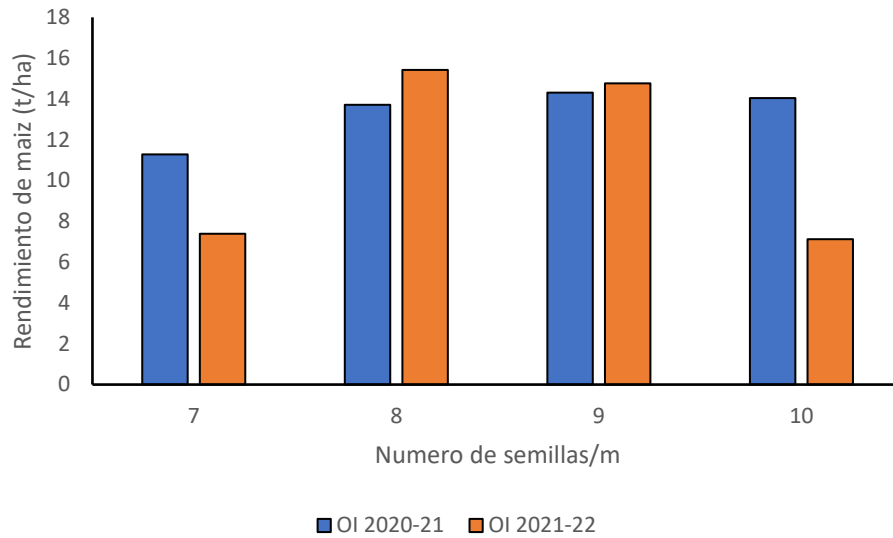


Figura 6: Rendimientos de maíz con relación a la densidad de siembra en los ciclos otoño-invierno 2020-21 y 2021-22 en la plataforma Navolato, Sinaloa.

Selección de híbridos: Maíz blanco

En los módulos y áreas de extensión reportados en e-Agrology, se sembraron 30 diferentes híbridos en los ciclos de otoño-invierno 2020-21 y 2021-22. Los rendimientos variaron entre 10.0 y 16.8 t/ha, con los híbridos DK-1050, DK-4055 y P3201 obteniendo los mayores rendimientos en promedio y DK-4050 e Hipopótamo los más sembrados. En general, la diferencia en rendimiento reportado entre los híbridos más comunes fue poco (Fig. 7).

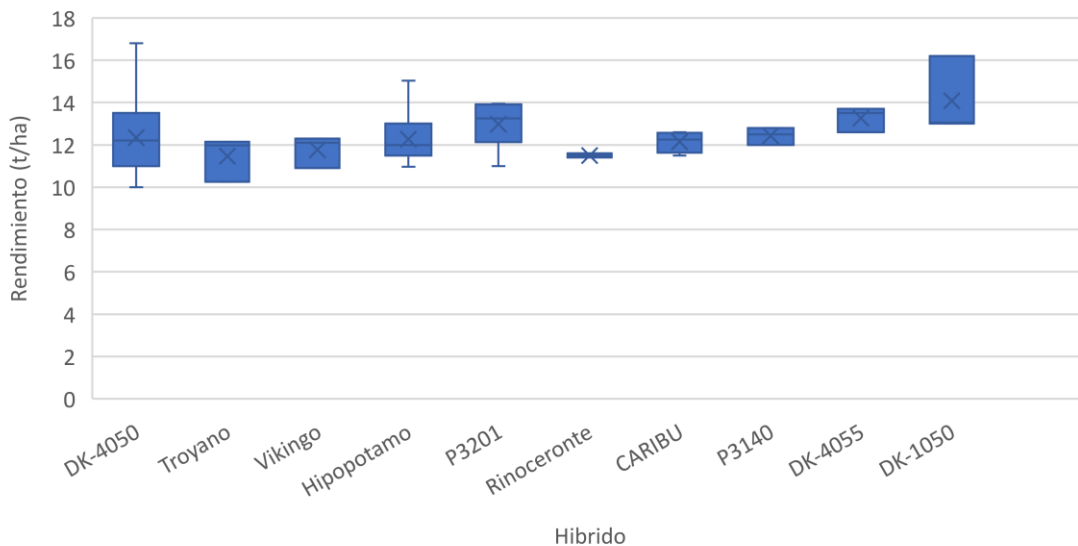


Figura 7: Rango de rendimientos de los 10 híbridos más comunes en OI2020-21 y OI2021-22 reportados en e-Agrology.

Selección de híbridos: Maíz amarillo

Plataforma Guasave, Sinaloa y Culiacán, Sinaloa - OI2017-18 a 2018-19.

Se evaluaron diferentes híbridos de maíz amarillo de compañías semilleras nacionales. Los mejores híbridos rindieron a la par con híbridos blancos.

Selección de híbrido: Maíz azul

Desde 2018 CIMMYT y los colaboradores del hub Pacifico Norte han trabajado en el desarrollo de híbridos de maíz azul. Híbridos con buen potencial de rendimiento han sido desarrollados.

4. Fertilización

Uso de herramientas de diagnóstico: GreenSeeker

Plataforma Guasave, Sinaloa, OI2016-17 a 2020-21.

En la evaluación de la fertilización según la recomendación basado en el GreenSeeker, se obtuvo un rendimiento similar con ahorro de 153 kg/ha de N en comparación con fertilización convencional (Fig. 8).

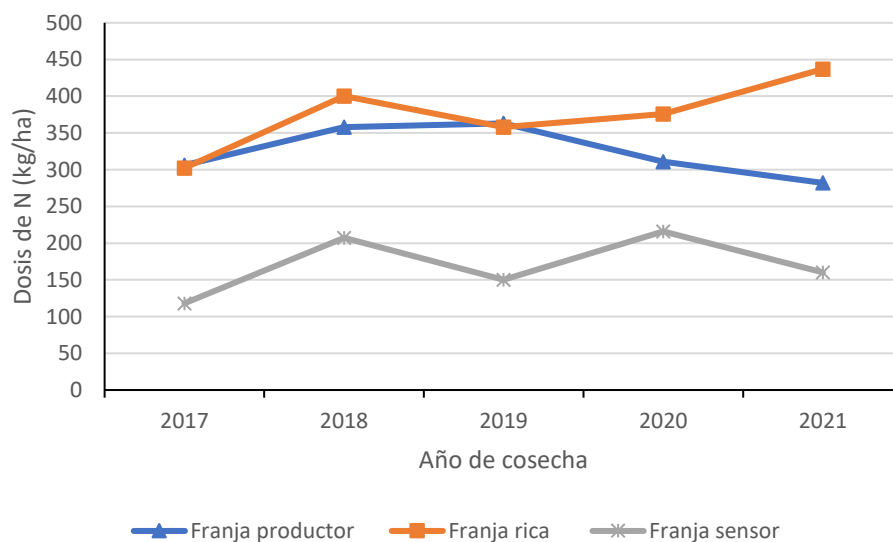


Figura 8: Fertilización nitrogenada por hectárea aplicada al cultivo de maíz en tres diferentes tratamientos.

Fuentes de fertilización

Plataforma Ahome, Sinaloa, OI2019-20 a 2020-21.

Se evaluaron 7 propuestas de fertilización (Tabla 2). No hubo mucha diferencia en rendimiento entre los diferentes tipos de fertilización. Los tratamientos con mayor rendimiento fueron fertilización convencional y fertilización con base en la recomendación basado en el sensor GreenSeeker®, con 18.9 y 19.0 t/ha, respectivamente (Fig. 9). El tratamiento con el menor rendimiento fue el tratamiento con UAN32 con 16.6 t/ha en promedio.

Tabla 2: Descripción de los tratamientos de fertilización evaluados en los ciclos otoño-invierno 2019/2020 y 2020/21 en la plataforma Ahome, Sinaloa.

Tipo de fertilización	Fertilización presiembra	Fertilización reabone	Nitrógeno (N)	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)	Costo MXN/ha
Fertilización convencional	400 kg/ha de mezcla física (30-10-12)	400 kg/ha de urea	304	40	48	\$6,650
Análisis de suelo	400 kg/ha de mezcla física (15.5-10.5-25)	400 kg/ha de urea	246	42	100	\$6,950
Sensor GreenSeeker®	400 kg/ha de mezcla física (30-10-12)	115 kg/ha de urea	173	40	48	\$4,513
Fertilización con urea	400 kg/ha de urea	400 kg/ha de urea	368	0	0	\$6,150
Fertilización con UAN32	440 L/ha de UAN32	440 L/ha de UAN32	282	0	0	\$8,510
Franja rica	800 kg/ha de mezcla física (30-10-12)	400 kg/ha de urea	424	80	96	\$10,150

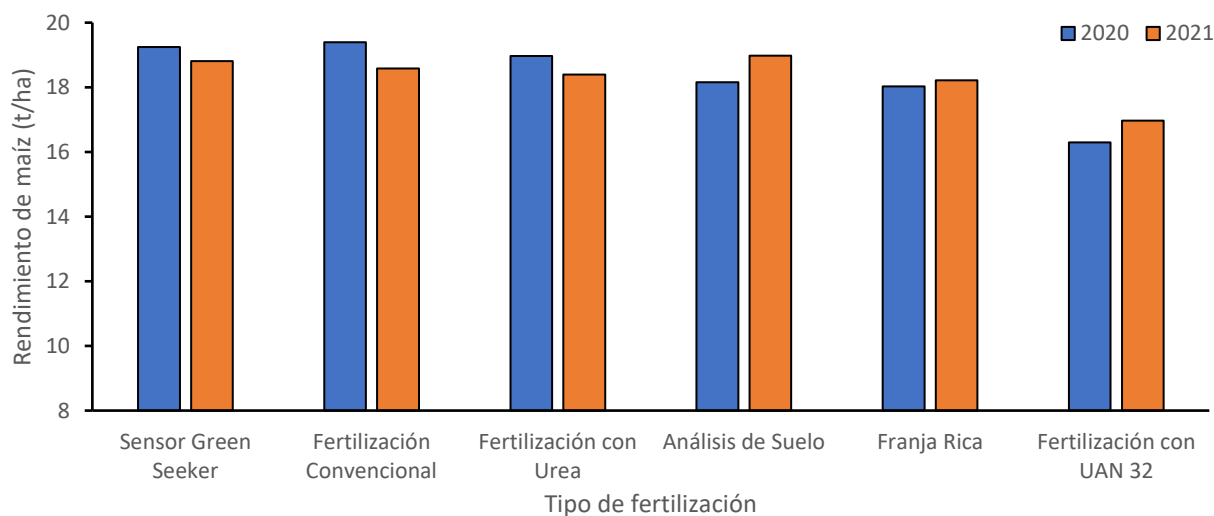


Figura 9: Rendimientos de maíz con relación al tipo de fertilización en los ciclos otoño-invierno 2019/20 y 2020/21 en la plataforma Ahome, Sinaloa. La escala del eje Y inicia en 8 t/ha para visualizar mejor las diferencias.

Ensayo de dosis crecientes de nitrógeno como amoníaco

Plataforma Culiacán, Sinaloa – OI 2017-2018.

Se estableció un ensayo de dosis crecientes de nitrógeno, con 150, 220, 290, 360, 430 y 500 kg de nitrógeno como amoníaco por hectárea (Fig. 10). Con la dosis de 430 kg N/ha se alcanzó el rendimiento y utilidad máxima. En todos los tratamientos la dosis de nitrógeno necesario para producir una tonelada era mayor a los 40 kg de nitrógeno, una eficiencia muy baja.

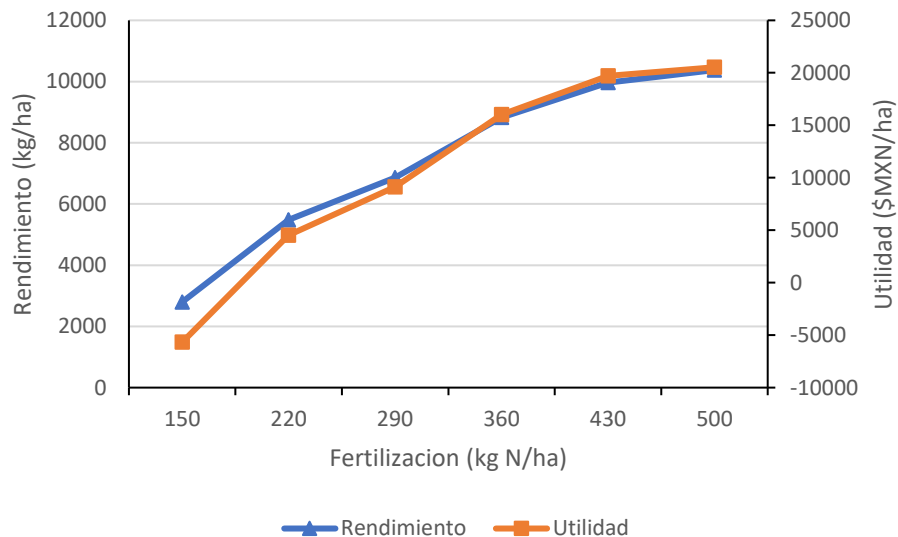


Figura 10: Rendimiento de grano expresado en toneladas por hectárea (azul) y utilidad neta (naranja) con relación a la fertilización nitrogenada aplicada como amoníaco en el agua de riego en el ciclo otoño-invierno 2017/18 en la plataforma de Culiacán, Sinaloa.

5. Manejo de malezas

Uso de cultivos de cobertura

Plataformas Guasave, Ahome y Culiacán. Desde PV2020.

Se ha evaluado el uso de cultivos de cobertura para generar cobertura durante el ciclo de descanso (primavera-verano). Se ha tenido éxito con sesbania (*Sesbania sesban*), sembrado antes de las lluvias impide que las malezas prosperen. Otras leguminosas que se desarrollan bien en Sinaloa son dolichos, frijol mungo y crotalaria. Falta más investigación y validación sobre el tema.



Imagen 1: Cultivo de sesbania en pie (izquierda) y al momento del corte en el verano 2020 (derecha), mostrando la supresión de malezas y la cobertura del suelo generado en la plataforma Guasave, Sinaloa.

6. Manejo de plagas

Manejo Integrado de Plagas

Plataforma Ahome, Sinaloa

Para reducir el uso de insecticidas, en la plataforma se hizo manejo de plagas con base en la liberación de insectos benéficos —*Trichogramma pretiosum*, *Coleomegilla maculata* y *Chrysoperla carnea*—, monitoreo de plagas e insectos benéficos, y aplicaciones de insecticida de origen químico. Las liberaciones de insectos benéficos se hicieron cada 14 días durante todo el ciclo vegetativo y reproductivo del maíz, las aplicaciones de insecticida de origen químico se redujeron a solo una —piretroide Fenvalerato—, mientras que en la región se hacen dos aplicaciones de insecticidas de alto impacto durante el ciclo de maíz, y en algunas ocasiones hasta cinco.

7. Manejo de enfermedades

Hasta la fecha el hub no ha llevado a cabo investigación sobre enfermedades de maíz en Sinaloa.

8. Uso eficiente de agua

Módulos Kellogg's – ciclo otoño-invierno 2022-23

el uso eficiente de agua en maíz en Sinaloa.

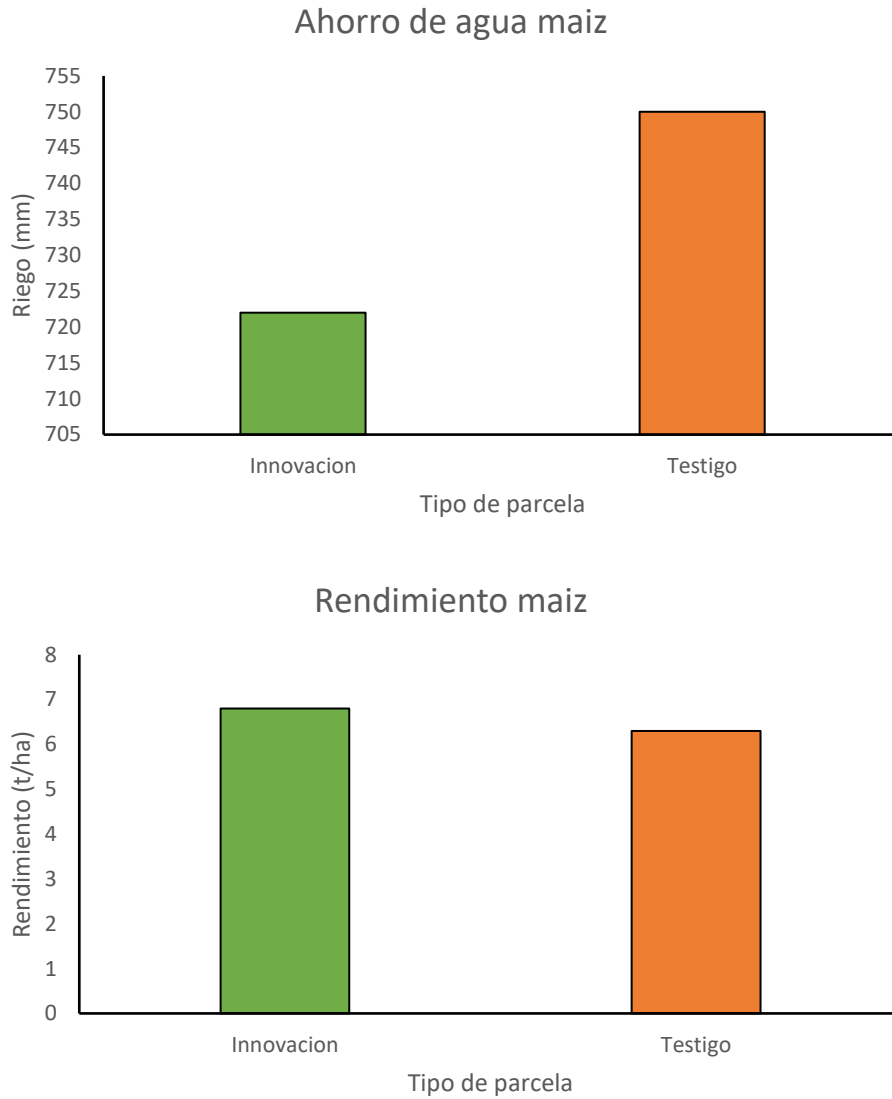


Fig. 11: Rendimiento y uso de agua en módulos de proyecto (Kellog's)

9. Cosecha y poscosecha

Hasta la fecha el hub no ha llevado a cabo investigación sobre mejorar la cosecha o poscosecha en maíz en Sinaloa.