

Menú de tecnologías validadas – Maíz en Oaxaca

Actualización agosto 2023

0. ¿Que es un menú tecnológico?

El menú tecnológico es un resumen de todos los resultados de los trabajos de investigación relevante, con el objetivo de hacer ampliamente accesible la información de la investigación agronómica. De manera resumido, el menú alista los resultados de los trabajos de investigación, organizado bajo diferentes temáticas de la agronomía. El menú busca ofrecer opciones a productores y técnicos de las practicas que en su zona pueden mejorar la producción, no se busca generar un paquete tecnológico o prescripción de prácticas que se deberían implementar. Los resultados alistados en el menú tecnológico provienen de los trabajos de CIMMYT y sus colaboradores en los hubs y se han generado en plataformas de investigación, módulos y otros experimentos.

1. Introducción

Oaxaca presenta una gran variedad de zonas agroecológicas definidas por la combinación de diferentes climas y tipos de suelo, los cuales determinan el nivel de expresión de la capacidad productiva de variedades nativas (locales e introducidas) y mejoradas de maíz en cada zona. La producción del maíz en Oaxaca se caracteriza por pequeñas superficies de siembra establecidas mayoritariamente en primavera-verano, bajos rendimientos, bajas utilidades netas agravadas por jornales cada vez más caros, una marcada predominancia de maíces nativos, y una labranza convencional que acelera la degradación del suelo y aumenta los riesgos de erosión. Plataformas de investigación fueron instaladas por colaboradores del hub Pacífico Sur para evaluar soluciones efectivas para los problemas en sus respectivas regiones. Estas son: la plataforma San Francisco Lachigoló en Valles Centrales, la plataforma Santo Domingo Yanhuitlán en la región de la Mixteca, la plataforma San Miguel Tlacamama en la Costa, la plataforma San Juan Cotzocón en Papaloapan, la plataforma de Santa María Teopoxco en la Cañada y la plataforma de Tamazulapam del Espíritu en la Sierra Norte, respectivamente. En el presente menú tecnológico, se presentan tecnologías desarrolladas o validadas en esas plataformas de investigación y en módulos y áreas de extensión del hub Pacífico Sur.

2. Manejo de residuos y labranza

Labranza mínima con retención de residuos

Plataforma Santo Domingo Yanhuitlán – región Mixteca, Oaxaca, ciclos PV 2013-2019

La retención de residuos en labranza mínima (roturación del suelo con subsuelo de tres ganchos a una profundidad de 40 cm) incrementó el rendimiento de maíz criollo en promedio con 208 kg/ha, comparado con labranza convencional (un barbecho a 30 cm de profundidad, un paso rastra a 10 cm) sin residuos (Fig. 1), lo cual indica que es una alternativa viable para la región de la Mixteca. El beneficio de esta labranza en mantener más humedad disponible para el cultivo se expresa más en sequía, como en 2019 en el que el rendimiento fue de 2.2 t/ha en labranza mínima contra 680 kg/ha en labranza convencional.

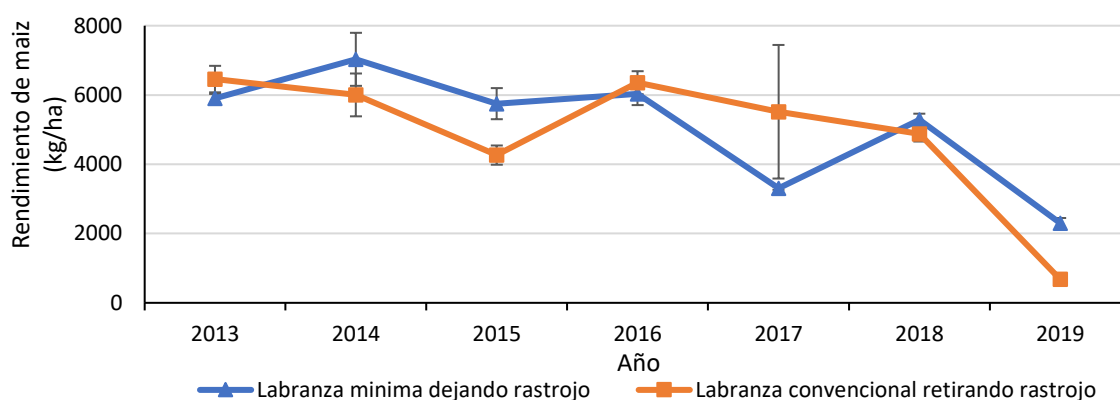


Figura 1. Rendimiento de maíz criollo labranza convencional con remoción de rastrojo y en labranza mínima dejando los residuos en campo entre 2013 y 2019 en la plataforma Santo Domingo Yanhuitlán, Oaxaca.

El costo de producción fue \$800 MXN/ha menor que el de la labranza convencional (2,000 MXN/ha) y una utilidad neta promedio de \$12,045 MXN/ha, contra \$10,846 MXN/ha de la labranza mínima (Fig. 2). La inclusión del rastrojo cuyo valor está estimado a \$3,500 MXN/ha en la región de la mixteca, incrementaría la utilidad neta promedio de la labranza convencional a \$14,346 MXN/ha.

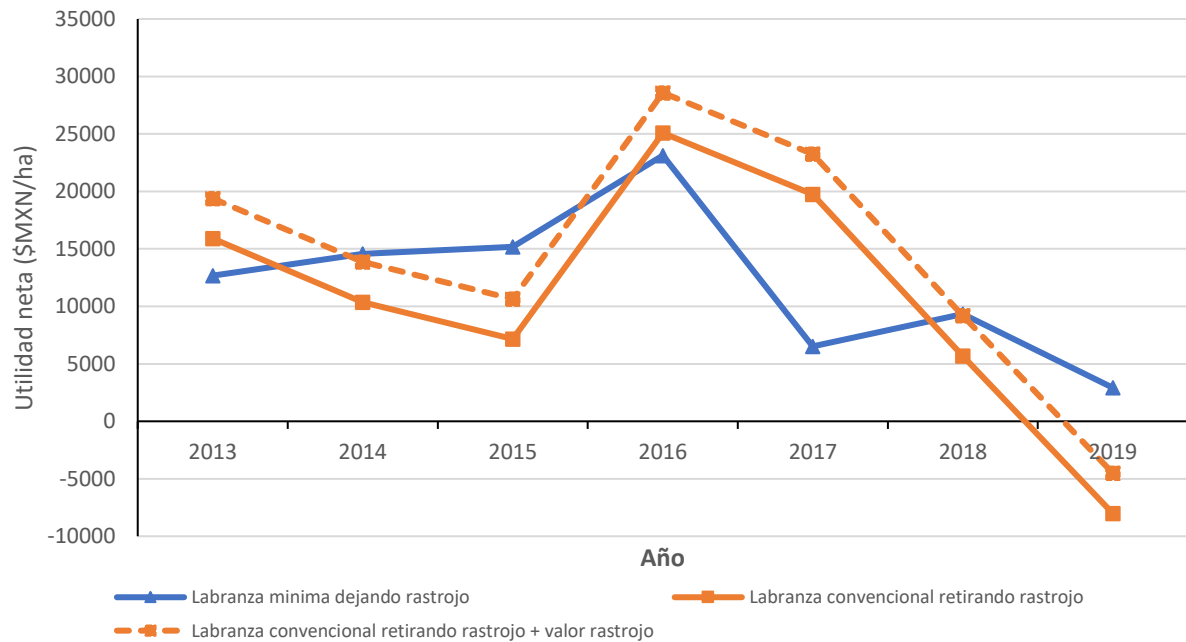


Figura 2. Utilidad neta de maíz criollo en monocultivo con labranza mínima o labranza convencional entre 2013 y 2019 en la plataforma de investigación Santo Domingo Yanhuitlán, Oaxaca.

MIAF combinado con agricultura de conservación.

Plataforma Santa María Teopoxco – región Cañada, Oaxaca, ciclos PV 2016-2020

La cero labranza con retención de 50 % de rastrojo presentó mayor rendimiento que la labranza convencional con remoción total de rastrojo (Fig. 3). En promedio, el rendimiento de maíz fue 1,611 kg/ha en labranza convencional y 1,985 kg/ha en labranza cero, una diferencia promedio de 374 kg/ha. La carga de trabajo para realizar la roturación fue de 8 jornadas/ha mientras que la raspadilla en cero labranza costo 5.5 jornadas/ha, un ahorro de 2.5 jornadas o \$300 MXN/ha.

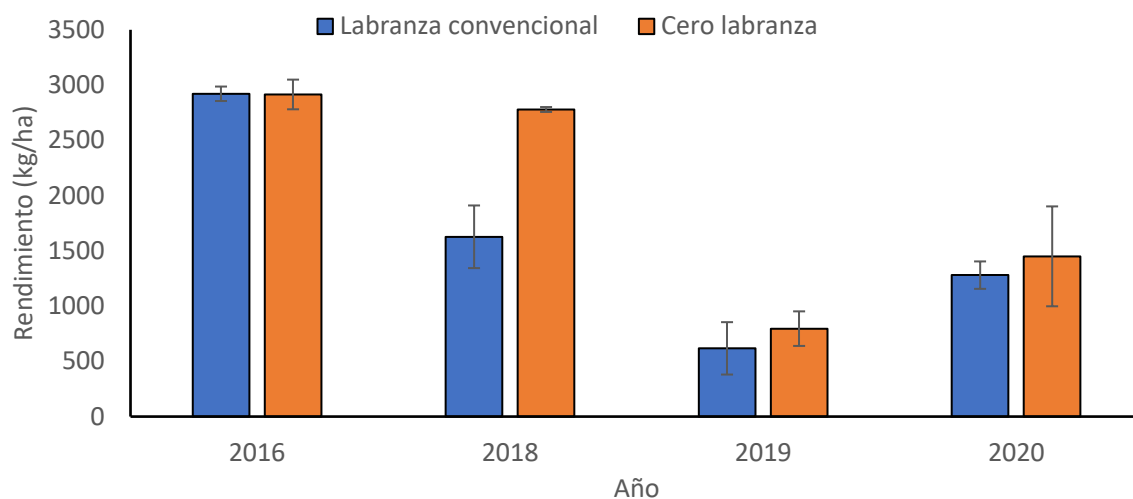


Figura 3. Rendimiento de maíz labranza convencional y remover todo el residuo en comparación con cero labranza dejando 50 % de los residuos. En 2017 los tratamientos estaban en descanso.

Manejo de residuos

Plataforma San Miguel Tlacamama - región Costa, Oaxaca, Ciclos PV 2017 – 2020

La retención del rastrojo generó un incremento en el rendimiento promedio de maíz de 140 kg/ha, lo cual estuvo condicionado por la asociación de cultivos. El monocultivo de maíz con retención del rastrojo rindió en promedio, 397 kg/ha menos que el monocultivo de maíz sin rastrojo (Fig. 4).

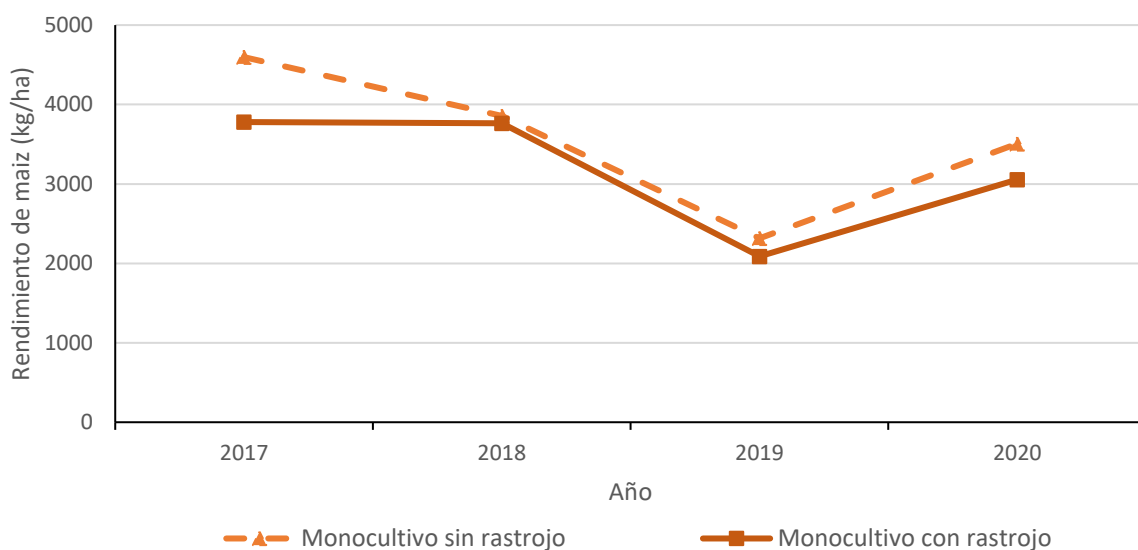


Figura 4. Rendimiento promedio de maíz en monocultivo con y sin rastrojo durante los ciclos 2017-2020 en la plataforma San Miguel Tlacamama, Oaxaca.

En maíz asociado con frijol, la retención de residuos incrementó el rendimiento promedio de maíz en 686 kg/ha (Fig. 5), con 319 kg/ha de frijol.

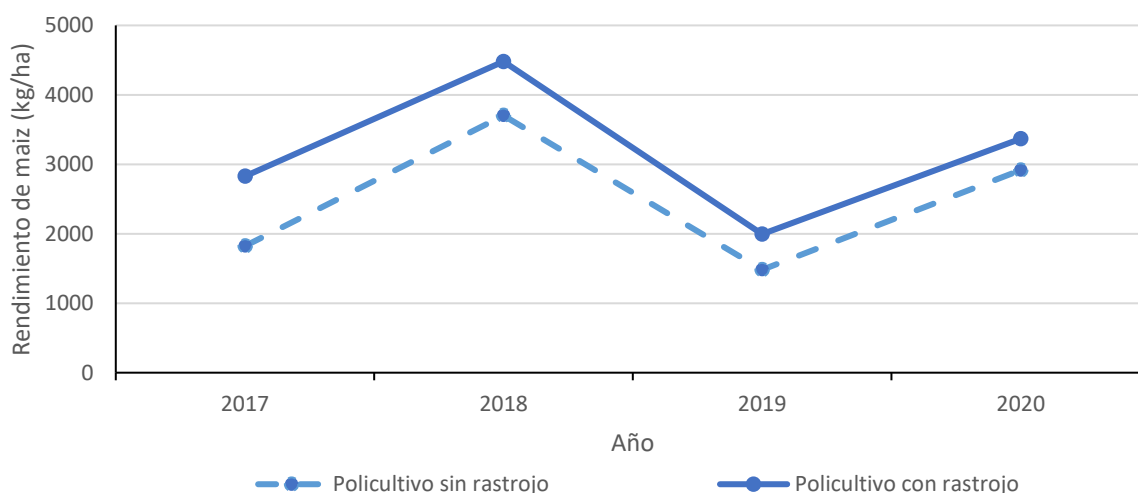


Figura 5. Rendimiento promedio de maíz en policultivo con y sin rastrojo durante los ciclos 2017-2020 en la plataforma San Miguel Tlacamama, Oaxaca. Promedio de tratamientos con o sin fertilización.

Dejar rastrojo en la asociación Maíz-Frijol permitió obtener mejores utilidades que los monocultivos, independientemente del manejo de rastrojo en esos últimos (Fig. 6).

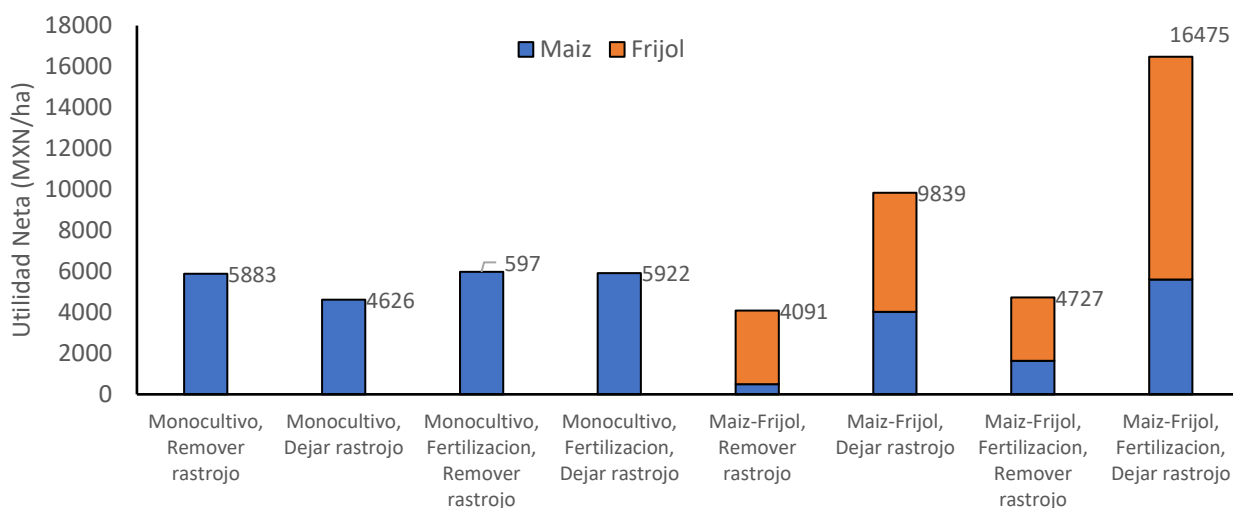


Figura 6. Utilidad promedio en el periodo 2018-2020 por tratamiento en la plataforma San Miguel Tlacamama, Oaxaca.

Plataforma San Juan Cotzocón – Región Papaloapan, Oaxaca, Ciclos PV 2014-2019

Cero labranza con rastrojo presentó mayores rendimientos que la cero labranza sin rastrojo en cuatro de los seis años de evaluación (Fig. 7). Sin embargo, este fue menos rentable que la labranza convencional (Fig. 8).

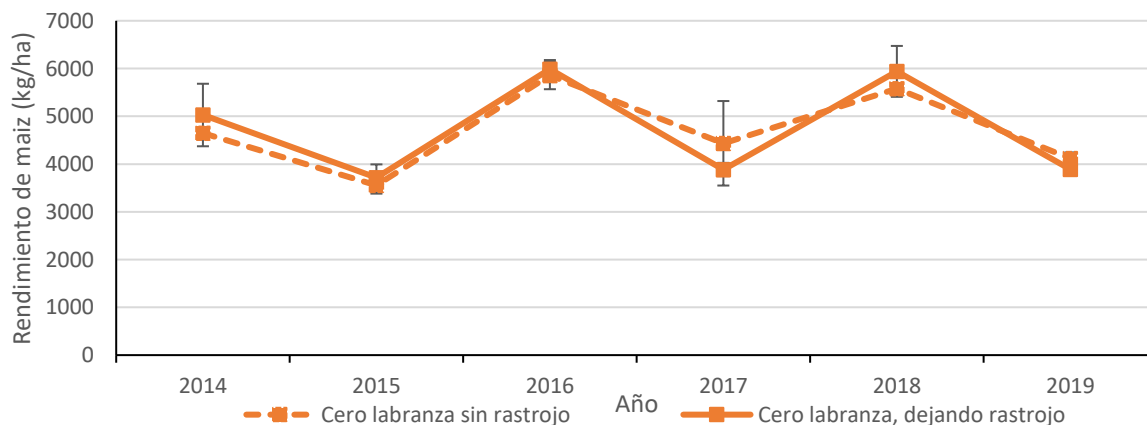


Figura 7. Rendimiento de maíz según tipo de labranza en la plataforma San Juan Cotzocón, entre 2014 y 2019.

El rendimiento promedio de maíz en camas permanentes fue de 5.4 t/ha, el cual fue mayor que los rendimientos promedios de la labranza convencional (5.1 t/ha) y la cero labranza (4.7 t/ha) (Fig. 8). La mayor diferencia en rendimiento se observó en 2017, cuando posterior a la siembra se presentaron fuertes precipitaciones afectando la germinación en labranza convencional.

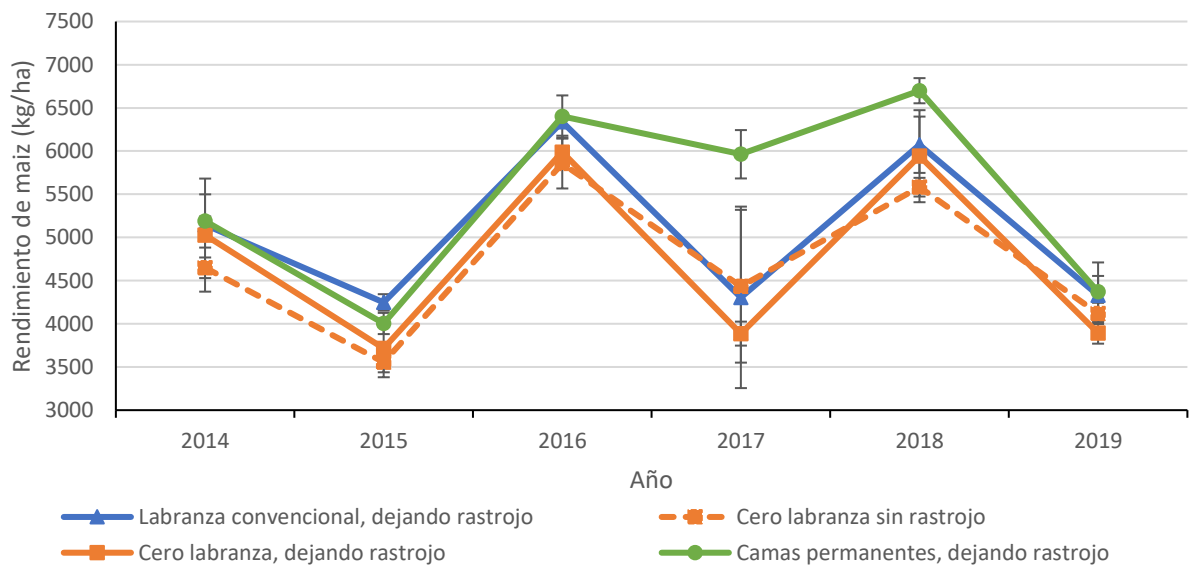


Figura 8. Rendimiento de maíz según tipo de labranza en la plataforma San Juan Cotzocón, entre 2014 y 2019.

Plataforma San Francisco Lachigolo – Región Valles Centrales, Oaxaca, Ciclos PV 2017-2020

Se evaluaron dos tipos de labranzas (camas permanentes y labranza vertical, ambos con retención de rastrojo) como alternativas a la labranza convencional con remoción de rastrojo. En promedio, la labranza vertical tuvo un rendimiento de maíz de 3.4 t/ha, superior a los de las camas permanentes y la labranza convencional que fueron 2.8 t/ha y 2 t/ha, respectivamente (Fig. 9).

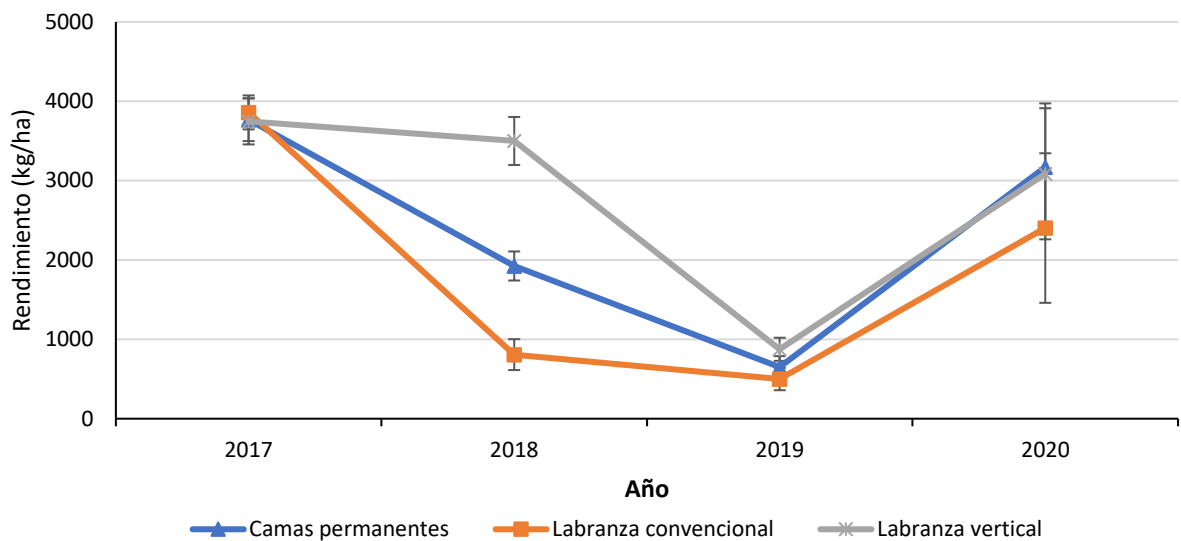


Figura 9. Rendimiento de maíz criollo en la plataforma San Francisco Lachigolo, Oaxaca en diferentes tipos de labranza.

Plataforma de Tamazulapam del Espíritu Santo – Región Sierra Norte, Oaxaca, ciclos PV 2015-2020

Se compararon la cero labranza (50% de residuos retenidos + 50% de residuos en el filtro) y la labranza convencional (preparación del suelo con azadón + remoción de todos los residuos para colocarlos en el filtro de escurrimiento entre la línea de árboles). En todos los años de evaluación, el rendimiento de maíz fue mayor en cero labranza, en promedio con 0.5 t/ha (Fig. 10). Además, los costos de producción fueron menores con cero labranza por la menor carga de trabajo para preparar el terreno, a pesar de un mayor tiempo requerido para la siembra por la complicación generada por la presencia del rastrojo.

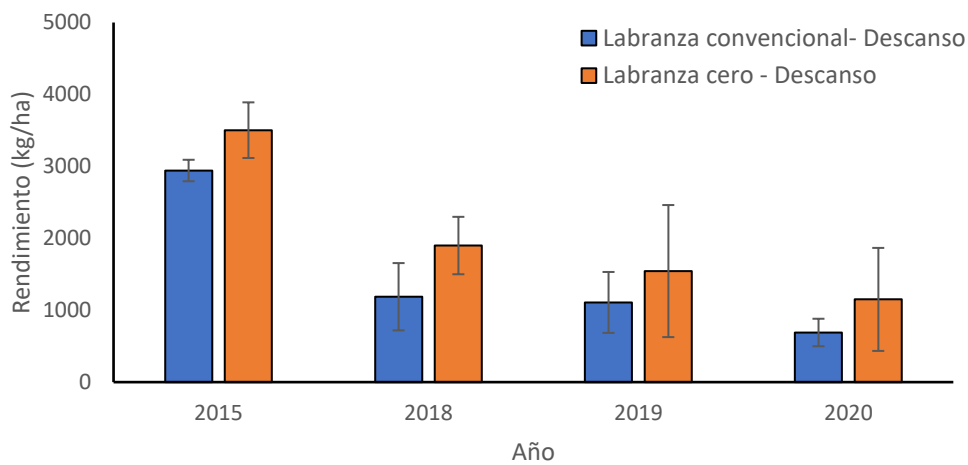


Figura 10: Rendimiento de maíz en labranza convencional y labranza cero en la plataforma Tamazulapam del Espíritu Santo, Oaxaca de 2015 a 2020.

3. Siembra: arreglo topológico y densidad

Plataforma Santa María Teopoxco – región Cañada, Oaxaca, ciclos PV 2016-2020

En esta región el arreglo topológico de maíz es de 1 m de distancia entre matas y 4 semillas en cada golpe (40,000 semillas/ha), se evaluó un nuevo arreglo topológico definida por una distancia de 0.5 m entre matas, 0.8 m entre hileras y 2 semillas por mata (50,000 semillas/ha). En 2016, el arreglo topológico mejorado obtuvo un rendimiento de 340 kg/ha mayor que el arreglo convencional (Fig. 11), aunque la siembra en el arreglo mejorado también requirió 9.6 jornadas/ha para la siembra en comparación con los 7.2 para el arreglo convencional, un costo adicional de alrededor de \$300 MXN/ha.

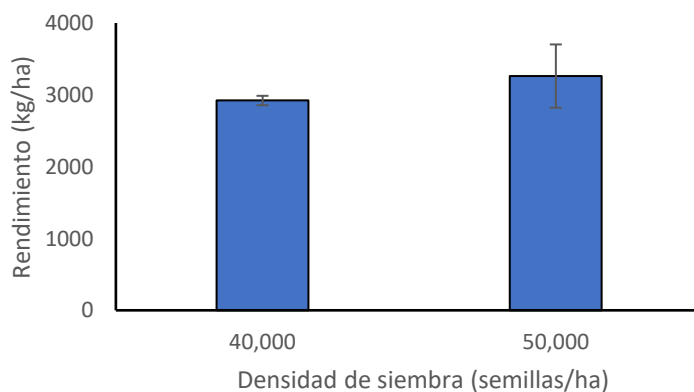


Figura 11. Rendimiento de maíz en diferentes arreglos topológicos en la plataforma Santa María Teopoxco, Oaxaca, PV 2016.

Plataforma Tamazulapam del Espíritu Santo – región Sierra Norte, Oaxaca, ciclo PV 2014

El arreglo topológico convencionalmente adoptada en esta región es la siembra de 4 semillas por mata con las matas a 1 m de distancia entre sí, sea 40,000 semillas/ha. En 2014 se evaluó un arreglo mejorado conformado por 40 cm entre mata, 80 cm entre hileras y dos semillas por golpe (62,500 semillas/ha). Esta resultó ser una densidad de población demasiado alta que fue menos productiva que el convencional (Fig. 12).

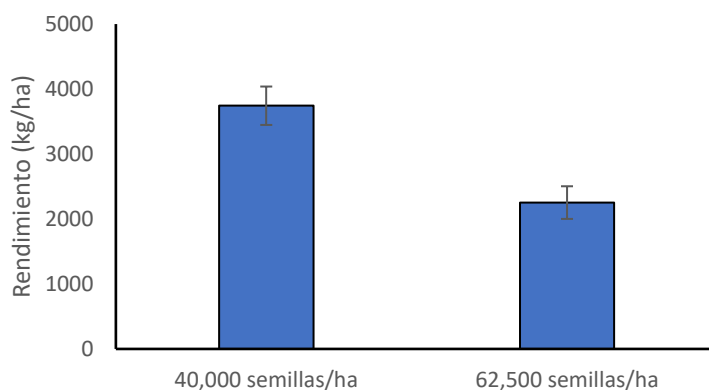


Figura 12. Rendimiento de maíz en labranza convencional, con arreglo convencional y arreglo mejorado, ciclo PV 2014, Tamazulapam del Espíritu Santo.

En 2015, basado en resultados de otras evaluaciones, se optó por la evaluación de una densidad de 50,000 semillas/ha determinada por un arreglo topológico de 50 cm entre matas y 80 cm entre hileras, con 2 semillas por mata. Este presentó un rendimiento de granos similar al del arreglo convencional (3 t/ha) (Fig. 13).

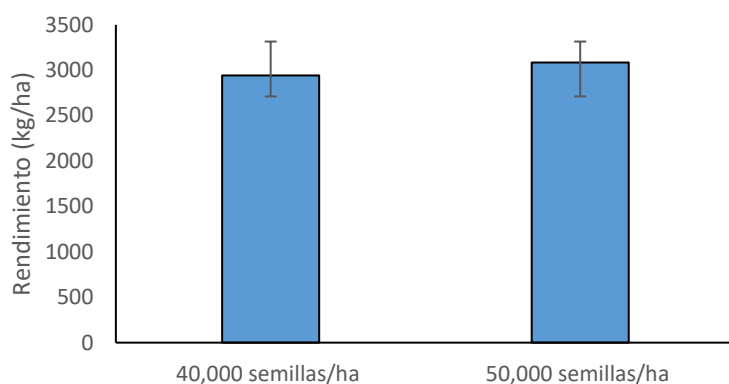


Figura 13. Rendimiento de maíz en labranza convencional, con arreglo convencional y arreglo mejorado, ciclo PV 2014, Tamazulapam del Espíritu Santo.

Plataforma San Miguel Tlacamama – Región Costa, Oaxaca, ciclo PV 2015-2016

Se evaluaron tres arreglos topológicos (el arreglo topológico de los productores de la zona: 1 m entre líneas y 1 m entre matas, 6 semillas por mata, 60,000 semilla/ha, **AT mejorado 1**: 0.8 m entre líneas y 0.6 m entre matas, 2 semillas por mata, 41,667 semilla/ha; **AT mejorado 2**: 1 m entre líneas y 0.5 m entre matas, 3 semillas por mata, 60,000 semilla/ha) bajo tres niveles de fertilización (SF: Sin fertilización, F1: 65-23-30 y F2: 130-46-60). En promedio, el mayor rendimiento se obtuvo con el arreglo topológico AT mejorado 2 con 6,633 kg/ha en promedio de los tres tipos de fertilización, y el menor rendimiento se observó en el arreglo mejorado 1 (Fig. 14).

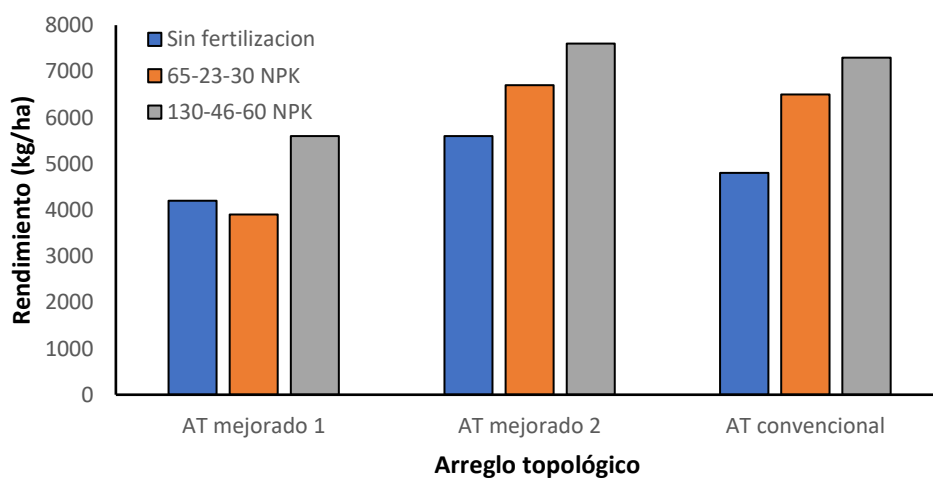


Figura 14. Rendimientos de maíz en diferentes arreglos topológicos en 2015 en la plataforma San Miguel Tlacamama, Oaxaca.

El arreglo topológico (1m*0.5m y 3 semillas) tuvo menor rendimiento (3835 kg/ha) que el arreglo convencional (4619 kg/ha), independientemente del nivel de fertilización (Fig. 15).

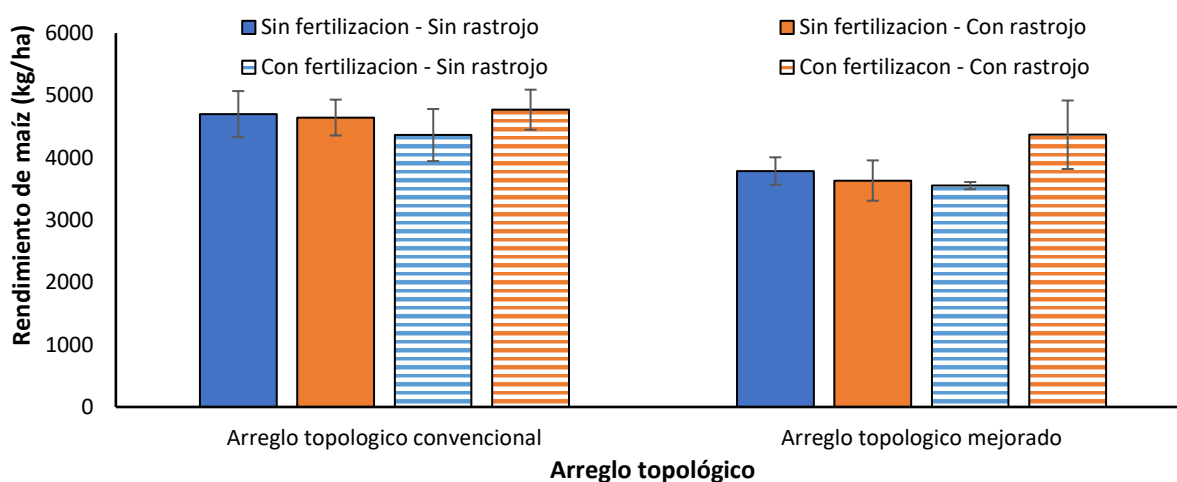


Figura 15. Evaluación de arreglo topológico, fertilización y manejo de rastrojo en 2016 en la plataforma San Miguel Tlacamama, Oaxaca.

4. Diversificación de cultivos

Plataforma Santa María Teopoxco – región Cañada, Oaxaca, ciclos PV 2016-2020

En labranza convencional, el maíz en rotación con frijol (2,015 kg/ha), además de producir 388 kg/ha de maíz más que el monocultivo de maíz después de descanso (PV2018), rindió 916 kg/ha de frijol, lo cual generó mejor la rentabilidad. En labranza cero, el rendimiento de maíz fue similar entre descanso o rotación con frijol (Fig. 16), pero los tratamientos con frijol rindieron 1,131 y 1,094 kg/ha en rotación mientras que los terrenos en descanso no rindieron nada.

Se evaluó el arvejón como cultivo de relevo en OI, con un rendimiento promedio de 2.2 t/ha (Fig. 16). Se evaluaron también cultivos como amaranto, obteniendo un rendimiento de 630 kg/ha y la calabaza con un rendimiento de 960 kg/ha. Dado el alto valor de \$20,000 MXN/t de la semilla de calabaza, intercalar maíz con calabaza es muy rentable para la región.

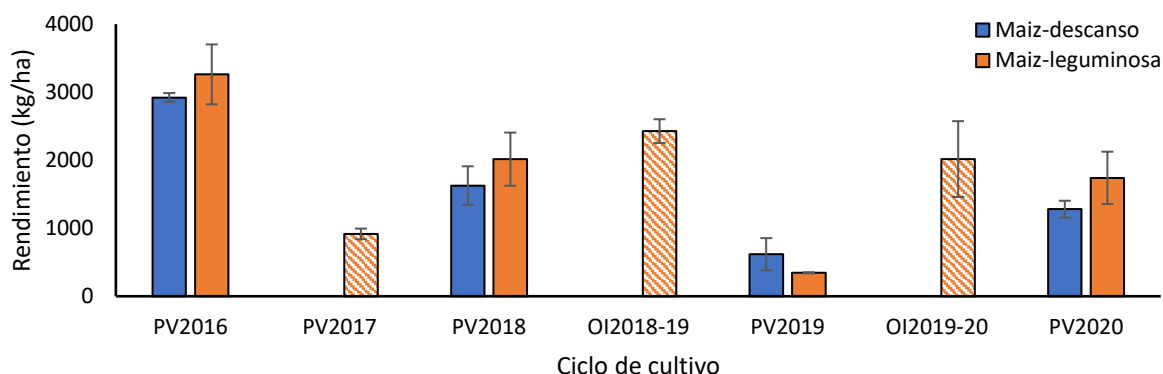


Figura 16. Rendimiento de cultivos de maíz, frijol y arvejo en labranza convencional en la plataforma Santa María Teopoxco, Oaxaca. En PV2016, 2018, 2019 y 2020 se sembró maíz. Las barras rayadas indican la siembra de leguminosas. En PV 2017 se sembró frijol ayocote o se dejó en descanso. En OI se sembró arvejo.

Plataforma de Tamazulapam del Espíritu Santo – Región Sierra Norte, Oaxaca, ciclos PV 2015-2020

En la región, se descansa la tierra para recuperar la fertilidad. Tanto en cero labranza como en convencional, los rendimientos de maíz en rotación con leguminosas (frijol ayocote y habas) fueron mayores, en comparación con maíz después del descanso. En labranza convencional, la rotación aumentó el rendimiento con 1.09 t/ha en promedio y con 0.65 t/ha en cero labranza. Con rotación, el rendimiento de maíz fue similar entre ambos tipos de labranza, con 2.6 t/ha en promedio (Fig. 17 y 18). El rendimiento de frijol ayocote fue de 0.9 t/ha.

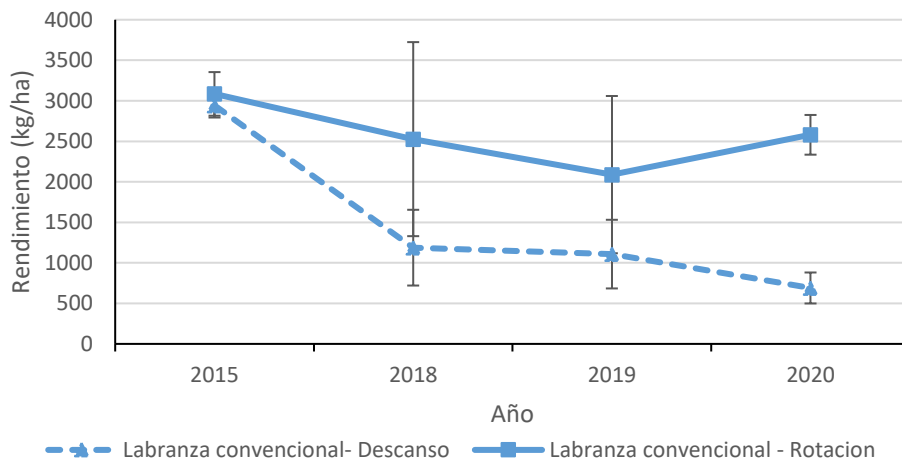


Figura 17. Rendimiento de maíz en labranza convencional con rotación de leguminosa

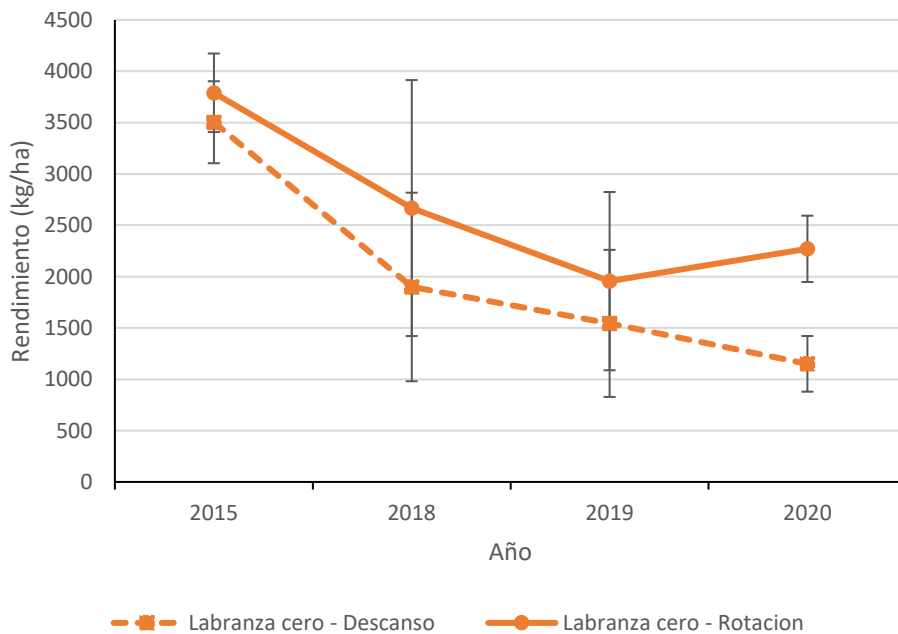


Figura 18. Rendimiento de maíz en cero labranza con rotación de leguminosa

Plataforma San Miguel Tlacamama – Región Costa, Oaxaca, ciclo PV 2015-2016

El maíz en asociación con el frijol caupí rinde igual que el maíz en monocultivo (Fig. 19). Es necesario hacer una poda del frijol para evitar que el frijol crezca demasiado frondoso y

compita con el maíz. El rendimiento de frijol fue en promedio 694 kg/ha. En promedio, el policultivo rindió 600 kg/ha más de grano (maíz y frijol) que el monocultivo.

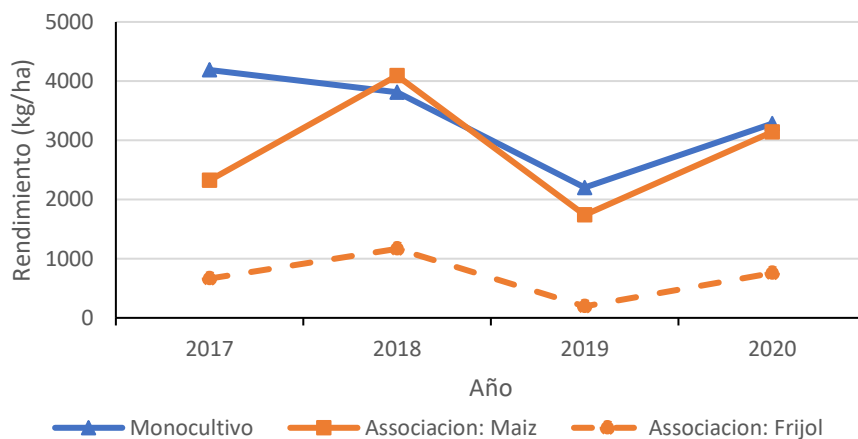


Figura 19. Rendimiento promedio de maíz en monocultivo (anaranjado) o en policultivo (azul) con o sin fertilización sintética durante los ciclos 2017-2020 en la plataforma San Miguel Tlacamama, Oaxaca.

Plataforma Santo Domingo Yanhuitlán – región Mixteca, Oaxaca, ciclos PV 2013-2019

Los rendimientos de maíz en monocultivos y rotaciones trigo-frijol-maíz en labranza mínima y maíz-frijol en camas permanentes fueron similares (Fig. 20). En rotaciones, el rendimiento de frijol varió de 0.9 a 3.1 t/ha y el de trigo de 2.8 a 7.8 t/ha. En general, la rotación trigo-frijol-maíz fue en promedio tan o más rentable que el monocultivo (Fig. 21). Tuvo en promedio, una utilidad neta de \$16,592 MXN/ha, contra \$12,045 MXN/ha en monocultivo.

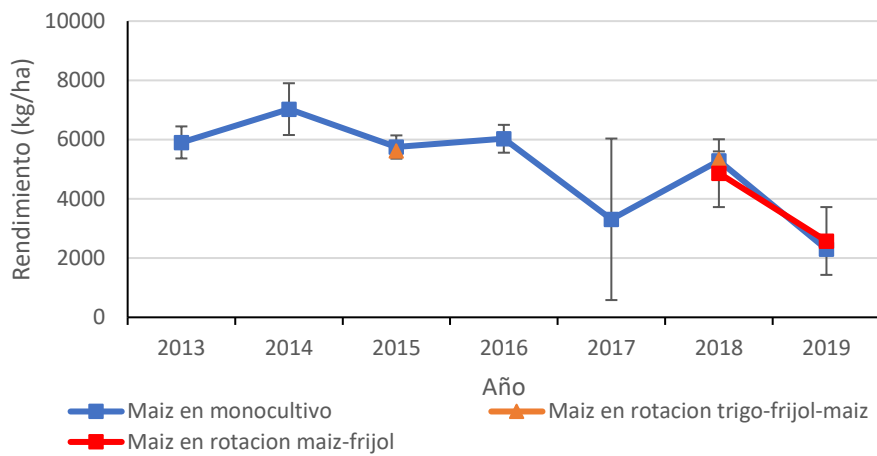


Figura 20. Rendimiento de maíz en monocultivo, rotación trigo-frijol-maíz o maíz-frijol, dejando el rastrojo de maíz y trigo en la parcela entre 2013 y 2019 en la plataforma de investigación Santo Domingo Yanhuitlán, Oaxaca.

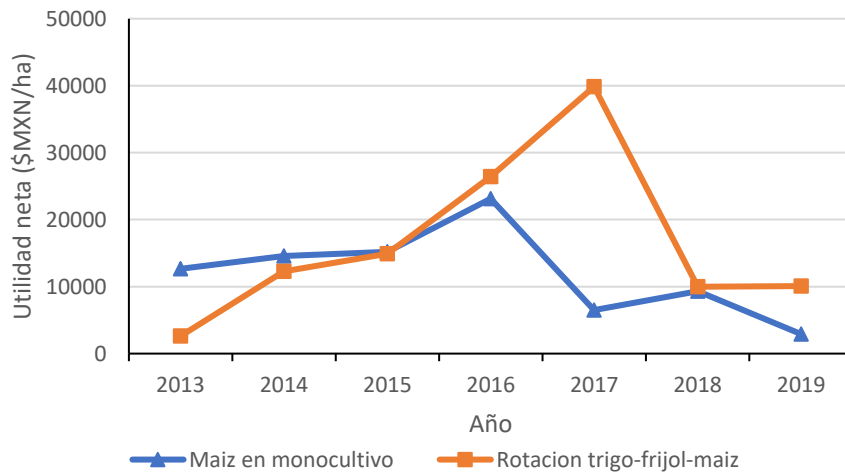


Figura 21. Utilidad neta de tratamiento de maíz en monocultivo y la rotación trigo-frijol-maíz, ambos en labranza mínima entre 2013 y 2019 en la plataforma de investigación Santo Domingo Yanhuitlán, Oaxaca.

5. Fertilización

Plataforma San Francisco Lachigoló – Región Valles Centrales, Oaxaca, Ciclo PV 2018

La fertilización química 110-60-60 NPK tuvo mayores rendimientos de maíz y frijol, comparado con la fertilización orgánica (2.6 t/ha de lombricomposta) y la fertilización química-orgánica (55-30-30 NPK + 1.3 t/ha de lombricomposta) (Fig. 22). La fertilización orgánica presentó mayor rendimiento de calabaza y por el mayor valor de este, es la más rentable de las tres fertilizaciones evaluadas.

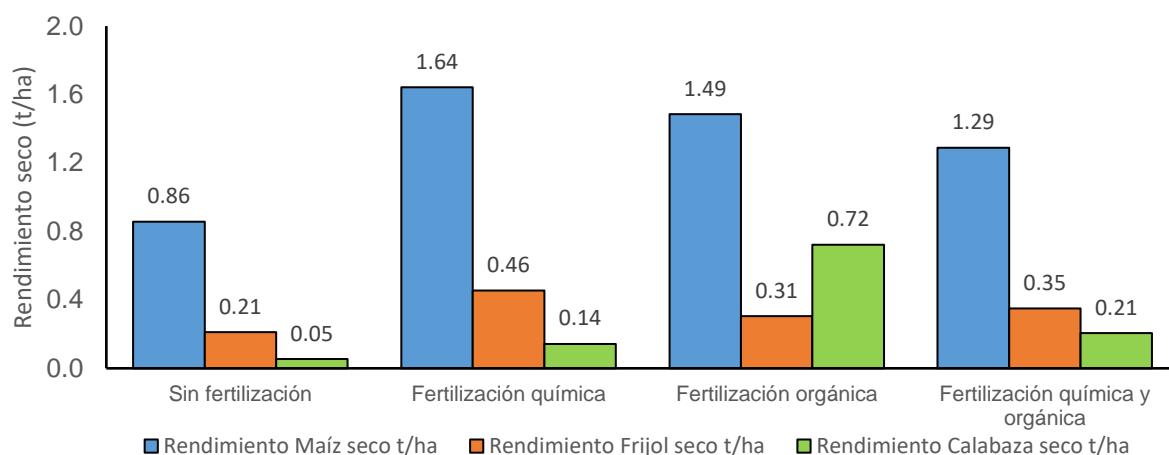


Figura 22. Rendimientos de maíz, frijol y calabaza con relación a la fertilización en la plataforma San Francisco Lachigolo, Oaxaca, PV2018.

Plataforma Santa María Teopoxco – región Cañada, Oaxaca, ciclos PV 2015-2020

La fertilización convencional (80-00-00 como sulfato amonio) fue comparada con fórmulas mejoradas (F2: fertilización basada en análisis de suelo y F3: fertilización basada en análisis de suelo + 2 t/ha de composta). En maíz y chícharo, la fertilización con composta tuvo mayor rendimiento en la mayoría de los ciclos (Fig. 23). En maíz, el rendimiento fue en promedio 326 kg/ha mayor y en chícharo 637 kg/ha.

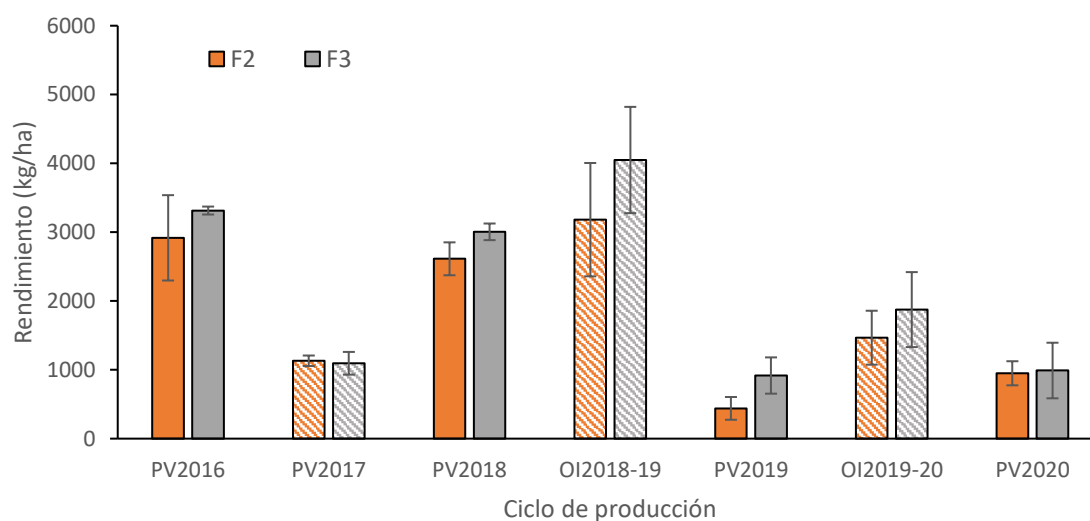


Figura 23. Rendimientos de dos tratamientos con cero labranza y rotación maíz - leguminosa, con fertilización contrastantes en la plataforma Santa María Teopoxco, Oaxaca.

Plataforma de Tamazulapam del Espíritu Santo – Región Sierra Norte, Oaxaca, ciclos PV 2014-2020

Se comparó la fertilización convencional (80-00-00 como sulfato amonio) con una fertilización mejorada basada en análisis de suelo. Ambos tipos de fertilización presentaron rendimientos similares, a pesar del mayor costo de la fertilización mejorada (Fig. 24).

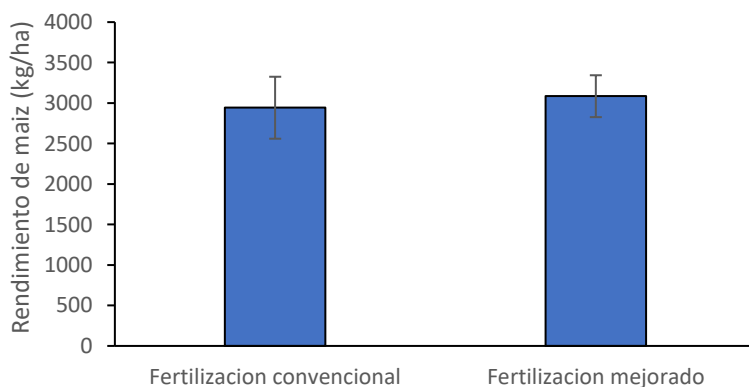


Figura 24. Rendimiento de maíz, en cero labranza, con fertilización convencional y fertilización mejorada en la plataforma de investigación de Tamazulapam del Espíritu Santo, Oaxaca, ciclo PV2015.

Plataforma San Miguel Tlacamama - región Costa, Oaxaca, Ciclos PV 2017 – 2020

La fertilización con la fórmula 51-12-15 NPK aumentó en promedio el rendimiento del maíz en 660 kg/ha (fig. 25). El efecto de la fertilización fue mayor para el maíz en policultivo, con un incremento promedio de 834 kg/ha de maíz, mientras que, en monocultivo de maíz, la fertilización aumentó el rendimiento de maíz en 485 kg/ha en promedio.

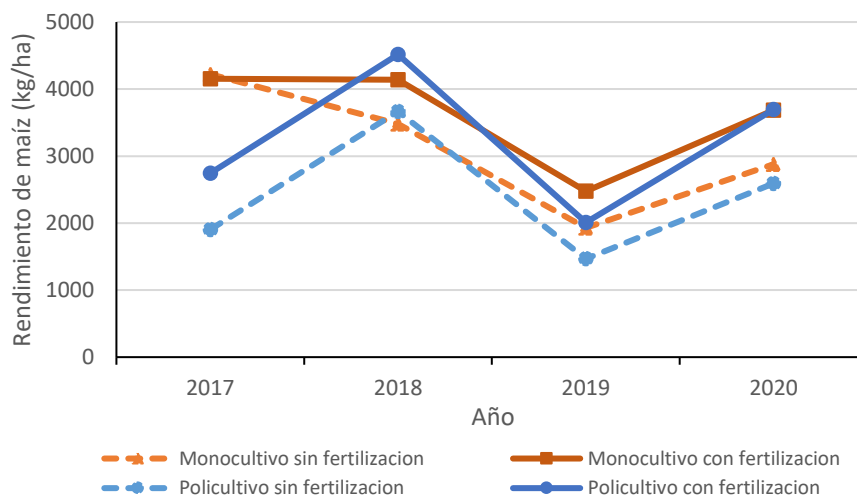


Figura 25. Rendimiento promedio de maíz en monocultivo (anaranjado) o en policultivo (azul) con o sin fertilización sintética durante los ciclos 2017-2020 en la plataforma San Miguel Tlacamama, Oaxaca.

Plataforma San Juan Cotzocón – Región Papaloapan, Oaxaca, Ciclos PV 2014-2019

Se comparó una fertilización convencional (80-60-00, aplicado con urea y DAP) con una fertilización basada en el análisis del suelo (146 N -70 P-80 K -6 Ca – 4 Mg 10 Zn – 1.4 B – 3.3 S) y una fertilización basada en el análisis del suelo con aplicación de cal (146 N -70 P-80 K -6 Ca – 4 Mg 10 Zn – 1.4 B – 3.3 S + Cal). La fertilización convencional y la fertilización basada en análisis del suelo + cal tuvieron un rendimiento promedio de 5.4 t/ha, contra 4.9 t/ha para la fertilización basada en análisis del suelo (Fig. 26). Se deduce que es la más recomendable la fertilización convencional basada en nitrógeno y fósforo, ya que proporciona mayor rendimiento y menor costo.

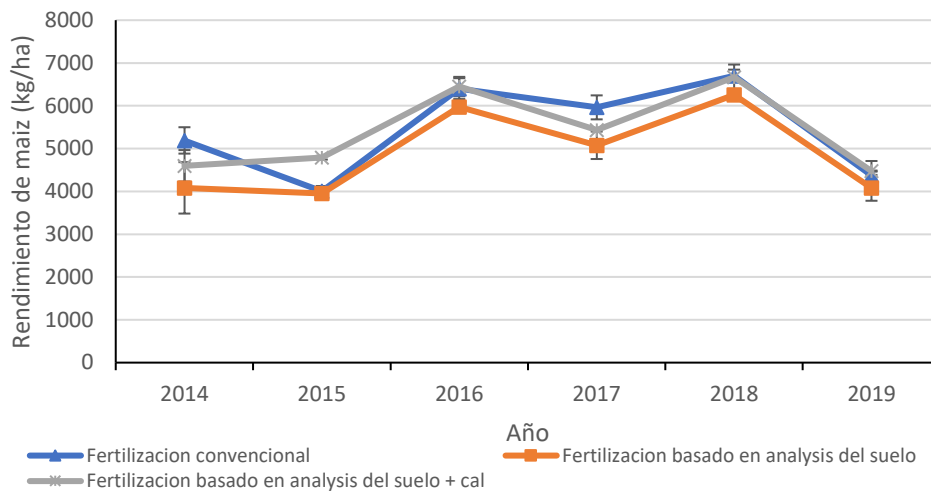


Figura 26. Rendimiento de maíz según tipo de fertilización en la plataforma San Juan Cotzocón, entre 2014 y 2019, evaluado en camas permanentes.

6. Selección de híbridos

Plataforma Santo Domingo Yanhuitlán – región Mixteca, Oaxaca, ciclos PV 2013-2019

En la región de la mixteca, se comparó el rendimiento del maíz híbrido H-161 al del maíz criollo local. En labranza mínima, el híbrido con un rendimiento promedio de 6.3 t/ha, rindió 700 kg/ha más que el criollo (Fig. 27). Sin embargo, por el mayor precio del híbrido, es más rentable seguir con el criollo.

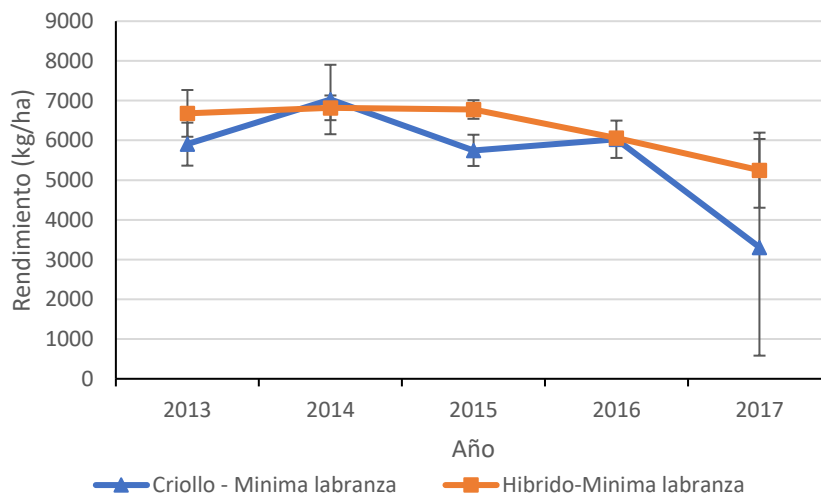


Figura 27. Rendimiento de maíz criollo e híbrido entre 2013 y 2017 en la plataforma Santo Domingo Yanhuitlán, Oaxaca.

En labranza cero, el híbrido tuvo un rendimiento promedio de 6.8 t/ha, 0.5 t/ha más que en labranza mínima (Fig. 28). Eso indica que el híbrido H-161 expresa mejor su potencial productivo en cero labranza.

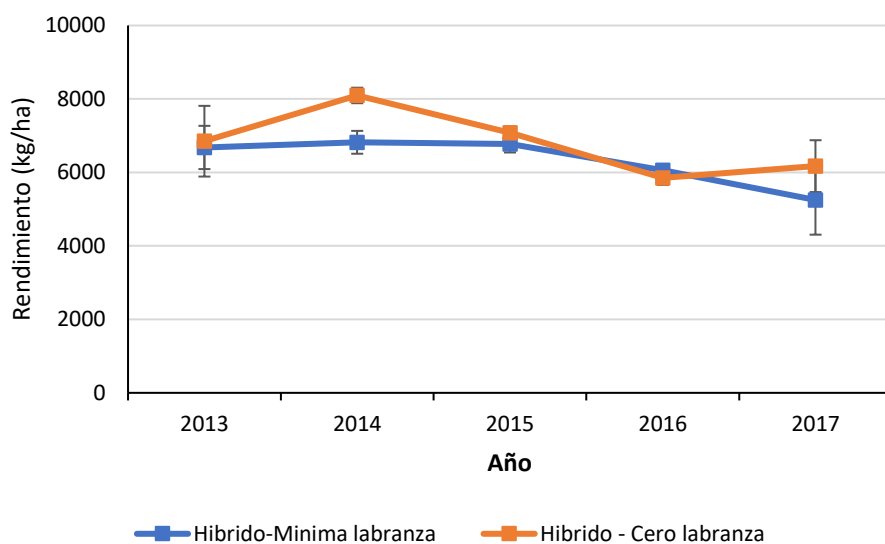


Figura 28. Rendimiento de maíz híbrido en labranza mínima y labranza cero entre 2013 y 2017 en la plataforma Santo Domingo Yanhuitlán, Oaxaca.

Plataforma San Francisco Lachigoló – Región Valles Centrales, Oaxaca, Ciclos PV 2018

En esta región, las variedades mejoradas por INIFAP (VC-42 y VC-152) no rindieron más que el maíz criollo local. Los rendimientos fueron en promedio 1.2 t/ha con diferencias mínimas entre variedades (Fig. 29).

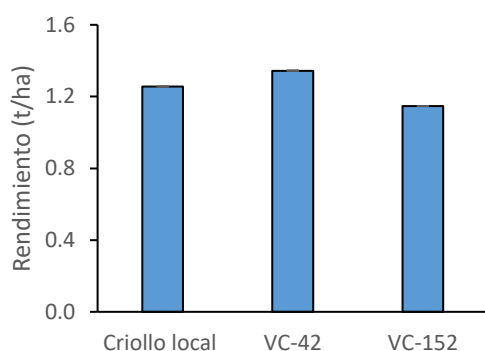


Figura 29. Rendimiento de variedades de maíz en la plataforma San Francisco Lachigoló, Oaxaca, PV2018.

Plataforma San Miguel Tlacamama - región Costa, Oaxaca, Ciclos PV 2017

Se evaluaron diez genotipos de maíz de la Costa y los más productivos fueron los híbridos SKW-500, SKW-502 y la variedad S-504, con rendimientos de 6.1, 6.0 y 5.7 ton/ha, respectivamente (Tabla 3). Los materiales criollos “Tuxpeño” y “San Pedro” tuvieron también rendimientos sobresalientes 4.5 ton/ha. El criollo “Veracruzano” y el híbrido H-565 fueron los menos productivos, con rendimientos de 3.2 ton/ha y 3.6 ton/ha, respectivamente.

Tabla 3. Rendimiento en grano de los genotipos de maíz evaluados en San Miguel Tlacamama, PV 2017

Genotipo	Tipo de maíz	Rendimiento (ton/ha)
Olotillo	Criollo	-
Tuxpeño	Criollo	4.4
San Pedro	Criollo	4.6
Veracruzano	Criollo	3.2
S-504	Variedad	5.7
SKW-500	Híbrido	6.1
SKW-501	Híbrido	4.9
SKW-502	Híbrido	6.0
SKW-505	Híbrido	5.6
H-565	Híbrido	3.6

7. Manejo de arvenses

Se evaluaron 4 tipos de manejo de malezas (postemergentes, preemergentes, preemergentes+postemergentes y manual) bajo tres tipos de labranza (labranza convencional, mínima y cero) en tres regiones de Oaxaca (Mixteca, Valles Centrales y Papaloapan) y los resultados sugieren:

- En la Mixteca, el control postemergente (Dicamba + atrazine o control manual) en los tres tipos de labranza (Fig. 30)

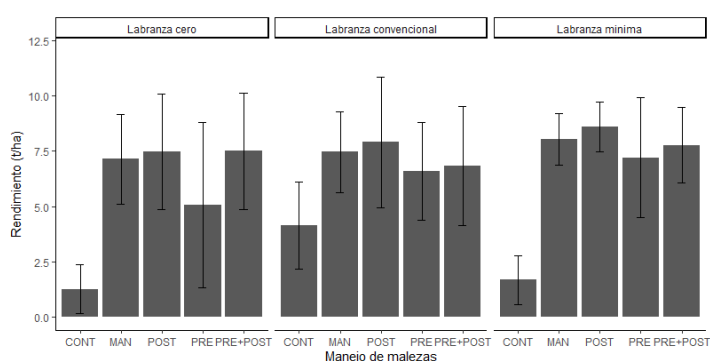


Figura 30. Rendimiento de maíz en el ensayo en la Mixteca, según tipo de labranza, método de control de malezas y año. Abreviaciones: CONT: Control sin manejo de malezas, MAN: Manejo manual, POST: Aplicación de postemergentes, PRE: Aplicación de preemergentes, PRE+POST: Aplicación de pre y postemergentes.

- En la región de Papaloapan, el uso de preemergentes o la combinación de pre y postemergentes (Fig. 31)

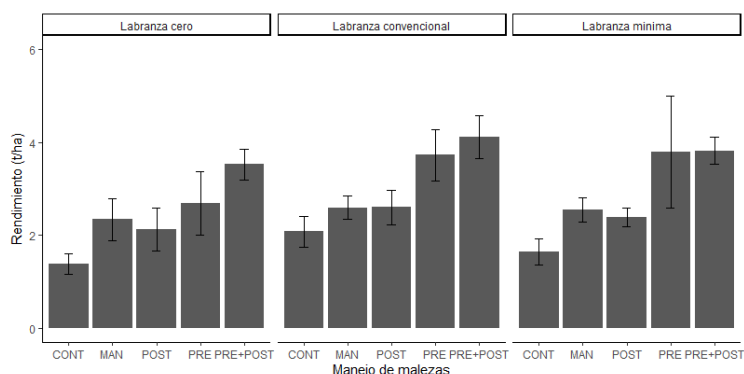


Figura 31. Rendimiento de maíz en el ensayo en Papaloapan, según tipo de labranza, método de control de malezas y año. Abreviaciones: CONT: Control sin manejo de malezas, MAN: Manejo manual, POST: Aplicación de postemergentes, PRE: Aplicación de preemergentes, PRE+POST: Aplicación de pre y postemergentes.

- En Valles Centrales, no se observó un beneficio del manejo de malezas, comparado con la agricultura convencional, es necesario primero mejorar otros aspectos de la producción (Fig. 32).

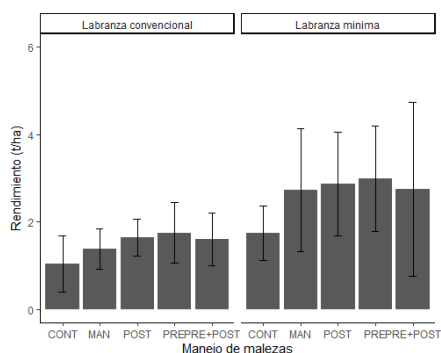


Figura 32. Rendimiento de maíz en el ensayo en Valles Centrales, según tipo de labranza, método de control de malezas y año. Abreviaciones: CONT: Control sin manejo de malezas, MAN: Manejo manual, POST: Aplicación de postemergentes, PRE: Aplicación de preemergentes, PRE+POST: Aplicación de pre y postemergentes.

8. Opciones para diversificación de cultivos en las condiciones agroecológicas de Oaxaca

Se evaluaron, en diferentes ensayos y vitrinas, 16 cultivos y los resultados permiten clasificarlos, de acuerdo con su adaptabilidad, en los mega-ambientes de Valles Altos, Subtrópico y Trópico del estado de Oaxaca (Tabla 4). Los diversos usos de esos cultivos se encuentran resumidos en la Fig. 33.

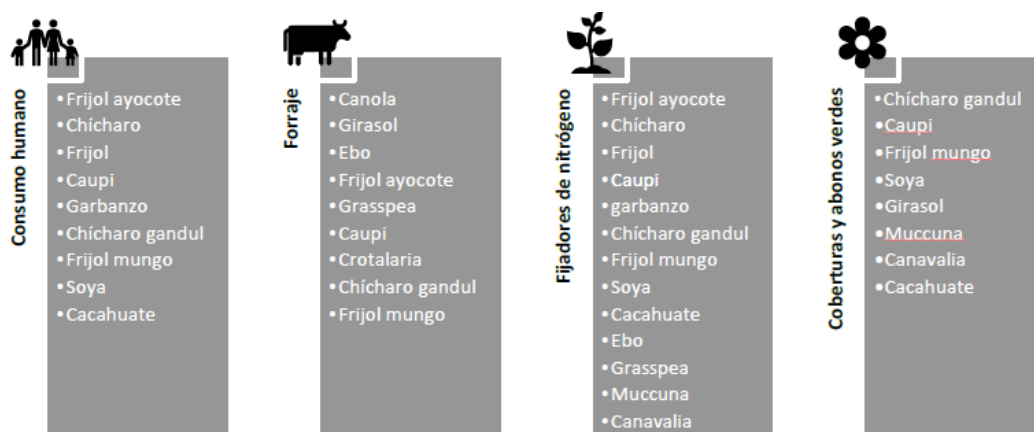
Tabla 4. Cultivos adaptados en base a la agroecología.

Trópico (0-1500 msnm)	Subtrópico (1500-2000 msnm)	Valles Altos (2000-2500 msnm)
•Chícharo gandul	•Frijol	•Canola
•Caupi	•Girasol	•Girasol
•Frijol mungo	•Frijol ayocote	•Ebo
•Soya	•Caupi	•Frijol Ayocote
•Girasol	•Crotalaria	•Grasspea
•Mucuna	•Chícharo	•Chícharo

•Canavalia

•Garbanzo

•Cacahuete



Fuente. CIMMYT Red de ensayos de cultivos alternativos y vitrinas establecidas.

Figura 33. Cultivos por sistema y acción específica.

9. Estudio de georreferenciación de propiedades físicas, químicas y materia orgánica en Región Mixteca

Se realizó un estudio de suelo y georreferenciación de la condición de fertilidad de suelos en la región Mixteca de Oaxaca. Los suelos agrícolas de la región Mixteca se caracterizan por tener una reacción alcalina a extremadamente alcalino en su mayoría, alta concentración de carbonatos totales, nivel bajo de materia orgánica y deficientes en microelementos.

En función a la concentración de nutrientes en el municipio y la meta de rendimiento, se sugiere aplicar la dosis adecuada en siembra. Debido a la baja concentración de microelementos y asociado con la reacción química (alcalina) y alta concentración de carbonatos totales, se recomienda elaborar un plan de fertilización foliar durante el ciclo. Es importante en la medida de lo posible, agregar materia orgánica a través de abonos orgánicos, lombricomposta o estiércoles.

Los mapas de fertilidad y resultados de estudio se encuentran en línea. En forma general, se indica el nivel nutrimental y de materia orgánica del municipio.

Tabla 5. Nivel de materia orgánica y nutrimental de la Región mixteca

Parámetro	Clasificación
MO	68%, Bajo a Mod. Bajo
NO ₃	65 %, Bajo a Mod. Bajo
P	73 %, Moderadamente alto a Muy alto
K	58 % Moderadamente alto a Muy alto
Ca	100 % Moderadamente alto a Muy alto
Mg	85 %. Medio a Muy alto
S	67 %, Moderadamente alto a Alto
Fe	100 %, Muy bajo a Moderadamente bajo
Zn	96 %, Muy bajo a Bajo
B	87 %, Bajo a Mod. Bajo
Cu	63 %, Bajo a Mod. Bajo
Mn	100 %, Muy bajo a Moderadamente bajo