

Resumen ejecutivo

NOMBRE DEL PROYECTO

Tecnología de agricultura de precisión orientada a la reducción del uso de agroquímicos en unidades de producción mayores a 5 ha para una transición a manejo agroecológico

OBJETIVO GENERAL

Validar y adaptar tecnología de agricultura de precisión apropiada para medianos y grandes productores (mayores a 5 ha) con la finalidad de optimizar las labores (que incluye control de arvenses), incrementar la productividad y producción mediante la aplicación racional y oportuna de insumos para contribuir a la disminución del riesgo a la salud y degradación ambiental por irracional uso de agroquímicos.

PRINCIPALES RESULTADOS

Mapas de rendimiento

A partir del análisis de mapas de índice normalizado de vegetación (NDVI) obtenidos en el predio bajo estudio con imágenes multiespectrales, se definieron zonas de rango diferenciado de NDVI para toma de muestras de rendimiento. Con los rendimientos obtenidos para cada muestra se elaboró un mapa de rendimientos estimados para todo el predio. La información anterior definió zonas de diferente rendimiento (heterogeneidad en el predio) en las que por medio de muestreo en campo se podrá conocer las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo que inciden en los valores del rendimiento actual en cada sitio específico del predio y poder proponer las recomendaciones de mejora.

Mapas de diagnóstico de las propiedades del suelo

Debido a la heterogeneidad intrínseca del suelo, cada muestra de suelo tiene resultados diferentes en sus propiedades físicas, químicas y biológicas; con los resultados de laboratorio y dado que fueron georreferenciadas en el predio bajo estudio, bajo un proceso de interpolación se puede estimar las propiedades del suelo en todo el terreno a partir del resultado de muestras puntuales, de esta manera se forman polígonos /superficie delimitados considerando los valores en intervalos ya establecidos para la concentración por ejemplo de nutrientes (bajo , medio, alto). De esta forma se obtienen mapas que nos dan el diagnóstico en todo el predio de la variabilidad de las propiedades del suelo.

Mapas de Prescripción de aplicación de insumos

A partir de los resultados de las muestras de suelo, expertos en fertilidad de suelos y nutrición de cultivos (en este caso maíz forrajero) y considerando una meta de rendimiento (en este caso 70 ton / ha en forraje verde) recomiendan las dosis de nutrientes y mejoradores de suelo por cada sitio de muestreo que esta georreferenciado. Bajo un proceso de interpolación se puede estimar y delimitar áreas con requerimientos iguales y formar polígonos/superficies de manejo variable. Se crearon archivos vectoriales a partir de los polígonos formados y se calcularon las áreas de cada superficie. Los archivos vectoriales indican a la maquinaria la dosis a aplicar en cada sitio.

El operar los mapas de prescripción resulta en ahorro importante de insumos. En el predio bajo estudio y tomando como referencia las dosis generales recomendadas de fertilizantes a aplicar en las 21 ha del predio, con las prescripciones de tasa variable se puede ahorrar 57% de N, 100% de P, 76.4% de K. En relación a la aplicación de los micronutrientes considerando la misma referencia se puede ahorrar 69.6% de Zn, 39.7% de Mg y los micronutrientes que no se aplicaron como Fe, B, Cu y Mn deben aplicarse en las zonas de prescripción en las dosis recomendadas para alcanzar la meta de 70 ton de forraje en verde.

Evaluación de sistemas de control de arvenses

Se evaluó la efectividad de cuatro métodos de control mecanizado de arvenses (Control Químico, Químico + Mecánico, Mecánico con Azadón Rotativo y Mecánico con Cultivadora) en el cultivo de maíz forrajero bajo riego. No obstante, en porcentaje de efectividad el mejor método de control de malezas fue la cultivadora, con una eficacia del 31.6% para el surco y 55.0% para el entresurco. El método que resultó menos eficaz fue el azadón rotativo que tuvo un control de 2.2% en surcos y nulo en entresurcos. Para el método de control Químico + cultivadora, se aprecia que obtuvo más eficacia en entresurcos, con un valor de 52.8%, y solamente 5.1% en surcos, mientras que el tratamiento Químico tuvo un control de 25% en surcos y de 38.6% en entresurcos.

Los resultados de efectividad promedio para los cuatro tratamientos a los 40 días después de la siembra tampoco resultaron en diferencias estadísticas significativas de efectividad no obstante en esta etapa el control Químico + cultivadora fue el que presentó mejor porcentaje de control de arvenses, con eficacias de 22.4% y 11.9% para el surco y el entresurco, respectivamente, mientras que el método menos eficaz fue el de cultivadora, con eficacias de 0.5% para el surco, y de 6.0% para el entresurco.

Los rendimientos promedio en materia verde de los tratamientos tampoco tuvieron diferencias estadísticas significativas. Los valores fueron de 39.3 ton/ha para el control químico, de 43.2 ton/ha para el control Químico + cultivadora, de 48.3 ton/ha para el control de azadón rotativo, y de 49.0 para el control por cultivadora.

APORTACIONES CIENTIFICAS; TECNOLOGICAS O DE INCIDENCIA

Los resultados de la metodología de diagnóstico y manejo de sitio específico aportan a un manejo más sustentable de los sistemas de producción agrícola. Se ha cuantificado el ahorro de insumos (fertilizantes) cuando se hace un diagnóstico de la variabilidad de los sitios y una prescripción de tasa variable de acuerdo a la variabilidad del terreno. Lo anterior no solo incidirá en un menor uso de insumos y mejor beneficio costo del sistema de producción, sino también en disminuir el riesgo de contaminación y degradación de recursos naturales como suelo y agua y riesgos a la salud humana por el uso excesivo e irracional de agroquímicos. Desde el punto de vista tecnológico aporta a métodos y herramientas que contribuyen a hacer más sostenible la producción por uso eficiente de insumos y conservación del recurso suelo.

Los resultados de este ciclo de evaluación de sistemas de control de arvenses aportan a que si se hace una labor eficiente y oportuna de control mecánico de arvenses con cultivadora se pueden obtener resultados similares o mejores al control químico lo cual se refleja en el buen rendimiento del cultivo. Cada vez en más países se restringe el uso de agroquímicos por su

efecto negativo en el medio ambiente y la salud humana por lo que volver al uso de prácticas mecánicas de control de arvenses bajo premisas de realizarlas con oportunidad e implementos calibrados y/o ajustados correctamente nos darán los resultados de efectividad requeridos.

FORTALEZAS DEL GRUPO DE TRABAJO

Las fortalezas del grupo de trabajo son:

La alta capacitación de cada uno de sus miembros en la disciplina requerida para integrar el equipo de trabajo en el área de Agricultura de Precisión o manejo de sitio específico como lo son Ingeniería de Suelo y Agua, Mecanización Agrícola, Automatización, Parasitología Agrícola y Control de Arvenses, Uso de Sistemas de información Geográfica.

Disponibilidad, facilidad para trabajo en equipo

Potencial y capacidad para desarrollar tecnología apropiada en agricultura de precisión para los distintos sistemas de producción agrícola regionales en México

VÍAS DE APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO GENERADO

El desarrollo y la validación de la metodología y equipos se está realizando con productores cooperantes, esto asegura que los resultados son completamente aplicables y la apropiación de los mismos por los productores. Aun y cuando el proyecto se realizó en su primera etapa (metodología de diagnóstico y prescripción) se llevó a cabo demostraciones en el campo (predio bajo estudio) para productores, técnicos y autoridades del sector agropecuario. Algunos productores solicitaron asesoría para implementar el diagnóstico de sus predios en el siguiente ciclo. Se requiere convenir un proyecto de extensión sobre estos procedimientos y tecnologías con autoridades locales y estatales para una mejor y mayor difusión.