

## NOTA TECNICA

# EVALUACION DE SISTEMAS DE MECANIZACION, EN EL CULTIVO DE SOYA DE TEMPORAL, EN EL CENTRO DE VERACRUZ <sup>1</sup>

*Santos Campos <sup>2</sup>, Jesús Uresti <sup>2</sup>, Martín Cadena <sup>2</sup>, Sergio Jácome <sup>2</sup>, Ernesto López <sup>2</sup>*

### RESUMEN

**Evaluación de sistemas de mecanización, en el cultivo de soya de temporal, en el Centro de Veracruz.** El objetivo de este trabajo fueron la evaluación de un sistema de siembra directa mecanizada para disminuir los costos de labranza en soya sin afectar su rendimiento, además de evaluar económicamente el sistema propuesto contra el sistema tradicional para determinar su factibilidad económica. Para esto se evaluaron tres diferentes tipos de abresurcos bajo el sistema de cero labranza destacando el cincel alado con un porcentaje de establecimiento de plantas de cerca del 85%, en comparación con el doble disco y el del cincel con punta de cerámica. Durante este trabajo fueron evaluados los efectos de la densidad y profundidad de siembra. Se obtuvieron diferencias significativas en los niveles evaluados, determinándose que es necesario incrementar en un 15% la densidad de semillas bajo el sistema de cero labranza en comparación con el sistema tradicional así como calibrar a una profundidad de siembra de entre 3 y 4 cm para evitar que el porcentaje de establecimiento se vea reducido drásticamente. Los rendimientos bajo los dos sistemas evaluados no mostraron diferencia significativa. El análisis económico indica una mayor tasa marginal de retorno del sistema de cero labranza con 127% en comparación con 105% de la labranza tradicional.

### ABSTRACT

**Evaluation of no-till system in the cultivation of soybean in Veracruz.** The objective of the work was the evaluation of the soybean no-till system as a mean of reducing production cost without affecting the crop yield also to perform an economical analysis comparing this system with the traditional one. There was evaluated the performance of three different furrow opener under no-till system; the results showed that the better crop response was obtained with the chisel type furrow opener compared with the double disc. Also was tested the effect of planting depth and seed density over the effect of final established plant, these results showed that it is necessary to increase by 15% the seed density compared with the traditional system and the better planting depth response was obtained between three to four centimeters. The economical analysis showed that with the no-till system was possible to obtain a higher marginal return rate of investment in the order of 127% compared with 105% of the traditional system.

---

### INTRODUCCION

En la zona Centro del Estado de Veracruz, México el área potencial para la producción de soya es de más de 800 000 ha. Sin embargo actualmente el cultivo de soya es de reciente introducción en el centro y sur de Veracruz. El Programa de Leguminosas Comestibles del Campo Experimental Cotaxtla, evalúa e investiga los componentes tecnológicos de la producción de este cultivo en esta zona, con el fin de tener las recomendaciones adecuadas para el establecimiento de siembras comerciales.

En otras zonas productoras de soya como el sur de Tamaulipas y la Costa de Chiapas, el bajo precio de garantía y la duplicación de los costos de producción, provocaron la disminución de casi un 50% de la superficie entre 1989 y 1991. Considerando lo anterior en la generación de recomendaciones para la producción de soya en la zona central de Veracruz se deben buscar alternativas que reduzcan los costos de producción del cultivo. Actualmente, el pago de maquila para las labores de preparación del terreno, siembra y fertilización representan alrededor del 33% de los costos de

---

<sup>1</sup> Presentado en la XLI Reunión Anual del PCCMCA en Honduras, América Central. 26 de marzo - 1 de abril, 1995.

<sup>2</sup> Campo Experimental Cotaxtla-INIFAP. Apartado Postal 429, Veracruz, Ver. México. Tel. (29) 348343.

producción; una opción de minimizar este costo es la siembra del cultivo bajo los sistemas de mínima y/o cero labranza. En este trabajo se propone la evaluación de un sistema de siembra directa mecanizada para disminuir los costos de labranza en soya sin afectar su rendimiento; así como determinar el mejor arreglo de maquina para la siembra-fertilización en mínima y cero labranza que permita una alta emergencia (90-100%), además de evaluar económicamente el sistema propuesto para determinar su factibilidad económica.

## MATERIALES Y METODOS

Durante el período junio-diciembre de 1992 se desarrolló un prototipo para la siembra y fertilización que permitió el establecimiento del cultivo de soya bajo las condiciones de cero y/o mínima labranza. El equipo desarrollado realiza las siguientes labores (Campos, 1993):

- a. Corta el residuo del cultivo anterior.
- b. Prepara el surco de tal manera que permita el flujo libre de semilla.
- c. Deposita la semilla a la profundidad ajustada lo que permite una emergencia uniforme.
- d. Deposita el fertilizante a la distancia y profundidad ajustadas.
- e. Cubre el surco.

Para evaluar el comportamiento técnico del sistema de siembra directa en campo se llevaron a cabo tres experimentos durante el ciclo primavera-verano (P-V) 1992. El primer experimento fue la evaluación de tres diferentes abresurcos (Cinzel alado, cerámica y doble disco) bajo el sistema de mínima labranza con un diseño de bloques al azar; el segundo experimento fue de profundidades de siembra de 2, 3, 4 y 5 cm con un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones y el tercer experimento correspondió a cuatro diferentes densidades de siembra de 300 000, 350 000, 400 000 y 450 000 semillas/ha.

El tamaño de cada parcela fue de 8 metros de ancho por 25 metros de largo. La variedad empleada en los diferentes experimentos fue la UFV-1 a una distancia entre hileras de 80 cm. La fertilización con fósforo se hizo al momento de la siembra con 40 kg/ha y se inoculó la semilla con la cepa *Bradyrhizobium Japonicum* Tal-110 recomendadas por el programa de leguminosas comestibles. El control de maleza se hizo químicamente inmediatamente después de la siembra para esto se aplicó Paraquat a razón de 0,75 l/ha. En postemergencia se aplicaron la mezcla de Fluzifop Butil +

Fomesafén en dosis de 0,125 + 0,25 litros por hectárea. Para el caso de coquillo (*Cyperus rotundus*) se aplicó Bentazon a razón de 0,96 l/ha. Las aplicaciones se hicieron con aspersora de mochila.

Los datos tomados para esta primera fase del trabajo fueron: porcentaje de emergencia, Distribución de plantas, regularidad de profundidad de siembra.

Para la comparación de los sistemas de labranza cero y labranza convencional se estableció un experimento durante el ciclo PV 1993. El tamaño de la parcela fue de 20 metros de ancho por 50 metros de largo con tres repeticiones. En el sistema de cero labranza se empleó la mejor combinación de máquina obtenida de los anteriores experimentos así como la mejor profundidad y densidad de siembra. El control de malezas y fertilización fue el mismo indicado con anterioridad.

El sistema tradicional consistió de un barbecho con arado de discos y dos pasos de rastra. La siembra fue con sembradora de plato horizontal con abresurcos tipo patín y el control de malezas fue con cultivadora mecánica a los 15 y 30 días después de emergido el cultivo. Los datos registrados fueron rendimiento de granos al 14% de humedad y costos de producción.

Todos los tratamientos se establecieron en un suelo fluvisol de textura media, localizados en terrenos del campo Experimental Cotaxtla del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, México.

### Evaluación económica

Se hizo un análisis de costo entre el sistema propuesto comparado con el sistema tradicional para determinar la factibilidad económica. Se evaluó el paquete tecnológico propuesto para determinar:

- a. Costo total de producción (N \$/ha)
- b. Tasa de retorno del paquete propuesto (%)
- c. Punto de equilibrio del paquete versus sistema tradicional
- d. Superficie mínima requerida donde se justifique la inversión (ha, m<sup>2</sup>, etc.)
- e. Superficie de recuperación de capital (ha, m<sup>2</sup>, etc.).

Para lo anterior se utilizó la metodología de evaluación económica de maquinaria y equipos agrícolas desarrollada y adaptada por la Unidad de Ingeniería y Mecanización Agrícola (Jacome y Campos, 1989).

## RESULTADOS Y DISCUSION

El efecto del abresurcos sobre el porcentaje de plantas establecidas se encuentra en el Cuadro 1; en donde se muestra que el mejor abresurco es el de tipo cincel, con porcentajes de plantas establecidas superiores al 80% en comparación al 66% del sistema de abresurcos de doble disco. Esto indica que el grado de labranza en el microsurco producido por el cincel propicia un mejor contacto entre el suelo y la semilla produciendo con esto un mayor porcentaje de plantas emergidas. El efecto de la profundidad de siembra sobre el por ciento de emergencia de plantas se indica en el Cuadro 2, hubo diferencia significativa cuando se sembró a dos y cinco centímetros, se redujo a estas profundidades el porcentaje de establecimiento de plantas entre 52% y 70%, en comparación con las profundidades de siembra de 3 y 4 cm, con un porcentaje de establecimiento de 82% y 85% respectivamente; similar respuesta fue obtenida por Morrison y Gerik (1985) en la evaluación de la respuesta de profundidades de siembra y su efecto sobre el porcentaje de plantas establecidas con diferentes cultivos. El factor profundidad de siembra confirma ser un factor crítico para el sistema de cero labranza por tal motivo es necesario contar con equipos de siembra que cuenten con sistemas altamente sensibles a las variaciones del terreno para que la profundidad de siembra no se vea afectado y por ende el porcentaje de plantas emergidas. Para la evaluación de la densidad de siembra fue empleado el abresurcos tipo cincel alado a una profundidad de

**Cuadro 1.** Promedio de plántulas emergidas por metro lineal por efecto del abresurco a los 20 días después de la siembra. *Ciclo PV 1992.* México.

Abresurcos	Número de <sup>1</sup> plantas por metro	Porcentaje de <sup>2</sup> plantas emergidas (%)
Cincel alado	27	84,5 a
Cincel con punta de cerámica	25	80,0 a
Doble disco	21	66,0 b
Promedio	26,3	
CV (%)		9,02

<sup>1</sup> Número de semillas por ha. ajustada al 100% de germinación: 400,000. [(textura de suelo: franco; humedad: 17,9% (db); densidad aparente: 1,85 mg/m<sup>3</sup>; densidad de residuo: 3,4 mg/ha 80% Mc (wb))]

<sup>2</sup> Prueba de Duncan P ≤ 0,05.

**Cuadro 2.** Promedio de plántulas emergidas por metro lineal como efecto de la profundidad de siembra. *Ciclo PV 1992.* México.

Profundidad de <sup>1</sup> siembra (cm)	Número de <sup>2</sup> plantas por metro lineal	Porcentaje de <sup>3</sup> plantas emergidas (%)
4	27	85 a
3	26	82 a
5	22	52 c
2	17	70 b
Promedio	23	
CV (%)		9,5

<sup>1</sup> Abresurcos empleado: cincel alado.

<sup>2</sup> Número de semillas por ha. ajustada al 100% de germinación: 400,000. [(textura de suelo: franco; humedad: 17,9% (db); densidad aparente: 1,85 mg/m<sup>3</sup>; densidad de residuo: 3,4 mg/ha 80% Mc (wb))]

<sup>3</sup> Prueba de Duncan P ≤ 0,05.

cuatro cm. Encontrándose que para obtener la densidad de siembra deseada (25 plantas por metro lineal a surcos espaciados a 0,80m) bajo el sistema de labranza reducida es necesario incrementar en un 15% como mínimo la densidad de semilla a dosificar en comparación con el sistema tradicional, como en el Cuadro 3, a 2 cm de profundidad la semilla quedo muy superficial.

**Cuadro 3.** Promedio y porcentaje de plantas emergidas 20 días después de la siembra como efecto de la densidad de siembra. *Ciclo PV 92-93.* México.

Densidad de Siembra <sup>1</sup>	Número de plantas por metro lineal	Porcentaje de <sup>2</sup> plantas emergidas (%)
300 000	18	75 b
350 000	24	86 a
400 000	27	85 a
450 000	31	86 a
Promedio		83
CV (%)		9,25

<sup>1</sup> Densidad de siembra ajustada al 100% de germinación. Profundidad de siembra: 40mm.

<sup>2</sup> Prueba de Duncan P ≤ 0,05.

Los rendimientos obtenidos durante el ciclo P-V 93-93 fueron de 2,8 t/ha, con el sistema de labranza reducida, el cual no mostró diferencia significativa con los rendimientos del sistema tradicional, con 2,3 t/ha (Cuadro 4). Estos resultados son similares a los indicados por López (1993).

**Cuadro 4.** Rendimiento del cultivo bajo dos sistemas de labranza. *Ciclo PV 1993*. México.

Sistema de labranza <sup>1</sup>	Promedio de plantas cosechadas (1000/ha)	Rendimiento promedio (kg/ha)
Cero labranza	234	2812
Labranza Tradicional	214	2295
Promedio	219	2573
CV (%)	11,74	15,34

<sup>1</sup> Densidad de siembra 350 000 semillas ajustada al 100% de germinación. Profundidad de siembra: 4 cm.

El análisis económico, (Cuadro 5), indica que el mejor tratamiento fue el de cero labranza, ya que tuvo un menor costo y por lo tanto tuvo una tasa marginal de retorno de 127%, en comparación con el sistema tradicional, con una tasa de retorno de 105%. Con el sistema de cero labranza por cada N\$100 invertidos se pagó la inversión y se recuperaron N\$127.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El mejor abresurcos determinado para el sistema de labranza reducida fue el de cincel alado en combinación con el disco ondulado, para las condiciones de evaluación.
2. Para lograr el porcentaje de establecimiento de plantas recomendado fue necesario incrementar en un 15% la cantidad de semillas en comparación con

**Cuadro 5.** Tasa marginal de retorno de los sistemas de labranza tradicional (LT) y cero labranza (CL).

Trat.	Beneficio Bruto	Costos que Varían	Beneficio Neto	Tasa Marginal
CL	2320	1020	1300	127%
LT	2320	1130	1190	105%

el sistema tradicional así como calibrar la máquina para sembrar a una profundidad entre 30-40 mm.

3. El costo de producción en el sistema de cero labranza resultó ser más económico en un 10%, en comparación con el sistema tradicional.
4. Es necesario evaluar otros herbicidas más efectivos para el control de malezas; sobre todo para el control de coquillo (*Cyperus rotundus*).

## LITERATURA CITADA

- CAMPOS, S. G. 1993. Development of a minimum tillage maize planter for mexican agriculture. Ph. D. thesis, University of Newcastle Upon Tyne, England.
- JACOME, S. M.; CAMPOS, S. G. 1989. Analisis económicos de sistemas de mecanización. *SARH, INIFAP, CIRGOC, CECOT*. Veracruz, México.
- MORRISON, J. E.; GERIK, T. J. 1985. Planter depth control: I Predictions and projected effects on crop emergence. *Transactions of ASAE*. Michigan (USA) Vol.28(5): 1744-1728.
- LOPEZ, S. E.; CANO, R. O.; CUMPIAN, G. J.; MALDONADO, M. N. 1993. Evaluación de ensayos de rendimiento de líneas y variedades de soya sobresalientes para el trópico húmedo. Resultados de investigación en el cultivo de Soya. *SARH, INIFAP, CIRGOC, CECOT*. Veracruz, México. P 1-10.