



Terra Latinoamericana

E-ISSN: 2395-8030

terra@correo.chapingo.mx

Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo,
A.C.
México

Cruz Balcázar, Ricardo; Volke Haller, Víctor; Turrent Fernández, Antonio; Pájaro Huertas, David
Clasificación de tierras campesina para la generación y transferencia de tecnología agrícola entre
pequeños productores: caso del maíz en la región central de Veracruz
Terra Latinoamericana, vol. 16, núm. 1, enero-marzo, 1998, pp. 1-10
Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C.
Chapingo, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57316101>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

CLASIFICACION DE TIERRAS CAMPESINA PARA LA GENERACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA AGRICOLA ENTRE PEQUEÑOS PRODUCTORES: CASO DEL MAIZ EN LA REGION CENTRAL DE VERACRUZ

Peasant Land Classification for the Generation and Transference of Agricultural Technology among Small Producers: Maize in the Central Region of Veracruz

Ricardo Cruz Balcázar¹, Víctor Volke Haller², Antonio Turrent Fernández² y David Pájaro Huertas²

RESUMEN

La clasificación de tierras campesina es un procedimiento de estratificación del ambiente relativamente rápido y barato, que no requiere de personal altamente especializado. En la presente investigación se planteó determinar las relaciones existentes entre el conocimiento de las tierras por los campesinos y el uso del suelo y la tecnología de producción de cultivos, para desarrollar un sistema de generación y transferencia de tecnología agrícola para pequeños productores. El estudio se realizó en la región central de Veracruz, México, con el cultivo de maíz. Se consideraron tres clases de tierras campesinas y tres tecnologías: local, de capital limitado y de capital ilimitado. Se definió una función de respuesta que permitió generar tecnología mejorada. Hubo estrecha relación entre las clases de tierras con factores que afectan la productividad y el rendimiento de maíz. Se concluye que la clasificación de tierras campesina es una alternativa viable para generar, transferir y adoptar tecnología agrícola para pequeños productores, y que constituye una nueva metodología que combina los mejores aspectos del sistema tradicional con los conocimientos de los investigadores agrícolas.

Palabras clave: Clasificación de suelos, estratificación del ambiente, recomendaciones de producción.

¹ Instituto Tecnológico Agropecuario Núm. 18, SEP-SEIT-DGETA, Ursulo Galván, Ver., México

² Programa de Edafología, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx., México.

Aceptado: Marzo de 1998.

SUMMARY

The peasant classification of land is a stratification of the environment relatively quick and cheap, which does not require highly specialized personnel. In the present research, a study for determining the relationships between the peasant knowledge of land and the use of soil and the technology of crop production, was carried out to develop a system to generate and transfer agricultural technology for peasants. The study was carried out in the central region of Veracruz, Mexico, with maize. Three peasant land classes and three technologies: conventional, limited capital, and unlimited capital, were considered. A high relationship was found among the peasant class of land and the factors that affect the yield of maize. It was concluded that the peasant classification of land is a viable alternative to generate, transfer and adopt agricultural technology for peasants, and it is a new methodology that combines the best aspects of the traditional knowledge with the modern knowledge.

Index words: Soil classification, environmental stratification, production recommendations.

INTRODUCCION

Tanto en la generación de tecnología agrícola como en su transferencia, el enfoque seguido en las últimas décadas ha tenido sus bases en la estratificación del ambiente, ya sea por suelo, clima o manejo previo, solos o combinados, fundamentalmente a través del enfoque de agrosistemas (Laird, 1977; Turrent, 1978, 1979).

En cuanto al suelo, esta estratificación del ambiente se basa en el levantamiento de suelos, que en la actualidad, por sus requerimientos de tiempo, dinero y personal capacitado, es difícil de realizar. Una alternativa al levantamiento de suelos la constituye la clasificación de tierras campesina (Luna, 1980; Williams y Ortíz, 1981; Pájaro y Ortíz, 1987; Ortíz *et al.*, 1990; Licona, 1991; Ortíz, 1992, 1993), en términos de que es un procedimiento de estratificación del ambiente relativamente rápido y barato, y que no requiere de personal altamente especializado, además de que es un sistema de clasificación que los campesinos conocen y utilizan en el manejo de sus suelos, lo que debería favorecer la generación de una tecnología agrícola adecuada, su transferencia y adopción.

Con el propósito de evaluar la aplicación de la clasificación de tierras campesina, el objetivo planteado en el presente trabajo de investigación, consistió en determinar las relaciones existentes entre el conocimiento de las tierras por los campesinos y el uso del suelo y la tecnología de producción de cultivos, con fines de desarrollar un sistema de generación y transferencia de tecnología agrícola para pequeños productores, basado en el conocimiento que ellos tienen de su medio ecológico (suelo y clima), que por lo mismo, presente capacidad de ser aceptado por los productores y redunde en una mayor adopción de tecnología mejorada.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el ejido La Brecha, municipio de Jamapa, localizado en la parte central del estado de Veracruz, en el ciclo primavera-verano 1993. La superficie del ejido es de 1140 ha, y el principal cultivo es el maíz, el cual ocupa 46 % de la superficie total sembrada en el ejido.

Se partió de un levantamiento de clases de tierras campesinas, y se diferenciaron diez clases de tierra, de las cuales se seleccionaron tres, las clases de tierra canela, arena y barro colorado con arena, considerando que son las que presentan la mayor superficie en el área de estudio. En las clases de tierra campesinas, se captó información sobre el uso del suelo y la tecnología local de producción, y sobre el ámbito socioeconómico de los productores.

Con base en que el maíz es el principal cultivo en el área de estudio, para la generación de tecnología

de producción se establecieron 12 parcelas experimentales, cuatro por cada una de las tres clases de tierra. En ellas se probaron tres tecnologías: la tecnología empleada por los productores, y las tecnologías de capital limitado y de capital ilimitado recomendadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) según el Manual de Diagnóstico-Recomendación para el Cultivo de Maíz en el Estado de Veracruz, a nivel de agrosistemas, definidos éstos en términos de diversos factores de diagnóstico, como: régimen hídrico, pendiente, drenaje, pH, textura, materia orgánica y profundidad del suelo; arvenses dominantes; y, sistema de labranza (Turrent *et al.*, 1991). Para esto, puesto que las tecnologías de capital limitado e ilimitado están recomendadas por agrosistemas, fue necesario ubicar los agrosistemas presentes en las tres clases de tierras definidas.

En las parcelas experimentales se tomaron las siguientes observaciones: el sistema de preparación del suelo (tractor, tractor-yunta), la fecha de siembra, la facilidad de la tierra para ser trabajada o trabajabilidad (cualitativamente: 1 = ligera, 2 = moderada y 3 = pesada), la compactación que ocurre en el suelo hasta tres semanas después de la siembra por efecto de la lluvia (cualitativamente: 0 = sin compactación, 1 = moderada y 3 = severa), la densidad de plantas real presente en cada unidad experimental, la presencia de insectos y enfermedades y el daño ocasionado, el tipo de arvense (gramíneas o de hoja ancha) y estimación del porcentaje de cobertura, los días de siembra a floración, la precipitación diaria y la presencia de sequía durante el ciclo del cultivo, la fecha en que el grano alcanzó el estado masoso, el peso en campo de la cosecha (peso total de las mazorcas deshojadas), el porcentaje de humedad de la mazorca (se usó un determinador de humedad), los costos fijos y variables del cultivo, y el rendimiento de grano del cultivo, expresado con un contenido de humedad de 14.5 %.

Además, se realizó la descripción y clasificación del suelo en las parcelas experimentales, bajo el sistema FAO/UNESCO/ISRIC, versión 1988, y con la finalidad de cuantificar la precipitación, se instalaron pluviómetros cercanos a las 12 parcelas experimentales.

La variedad de maíz para la tecnología del productor fue la que él utilizó, y para las tecnologías de capital limitado e ilimitado fue la VS-536. Por otra parte, los demás componentes se manejaron: 1) la

preparación del suelo, según la tecnología local; 2) la fuente y oportunidad de fertilización, y el control de malezas, según la recomendación del INIFAP; y, 3) el control de plagas, la dobla y la cosecha, según la tecnología local.

La superficie de la unidad experimental, correspondiente a cada tecnología, fue de 12.5 m de ancho y 25 m de largo, considerando una superficie útil de 10 por 20 metros.

El diseño experimental correspondió a un diseño de parcelas divididas, tomando a las clases de tierras como parcelas de tratamientos principal y a las tecnologías como subparcelas, y se consideraron a las cuatro parcelas experimentales dentro de cada clase de tierra como repeticiones.

El análisis estadístico comprendió un análisis de varianza, con fines de comparación de las clases de tierra y las tecnologías, y de determinar las interacciones entre ambas; y, un análisis de regresión, con la finalidad de estimar una función de respuesta del rendimiento como función de las clases de tierra y tecnologías, y de factores de suelo, clima y manejo no incluidos en las clases de tierra y tecnologías.

A partir de la función de respuesta se estimaron los rendimientos para distintas tecnologías, las recomendadas de capital limitado e ilimitado, la de los productores y otras de interés según lo sugiera la función de respuesta. Con estos rendimientos y los costos e ingresos de las tecnologías consideradas, se procedió a realizar una optimización económica, mediante el procedimiento de la tasa de retorno marginal [Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT), 1988], con fines de determinar la tecnología para capital limitado e ilimitado a recomendar.

RESULTADOS

Levantamiento de las Clases de Tierras Campesinas

El levantamiento de las clases de tierras campesinas en el ejido La Brecha, mostró la presencia de diez clases de tierras, y se encontró que los agricultores clasifican sus tierras de acuerdo con características sencillas, fácilmente observables en el campo, que les permiten agruparlas en clases de acuerdo con un carácter utilitario, ya que consideran las características que presenta el suelo en la capa arable y ocasionalmente en el estrato subsuperficial,

como la textura, el color, la consistencia, la posición en el paisaje, la calidad de la tierra, la capacidad de infiltración y de retención de humedad, la facilidad o dificultad y oportunidad para el laboreo (llamada trabajabilidad), el agrietamiento y la compactación del suelo después de la lluvia en el período de germinación del cultivo, entre otras características.

De acuerdo con su superficie e importancia, la investigación se realizó en las clases de tierra canela, arena y barro colorado con arena, cuyas principales características son:

Canela. Se localiza en las cercanías del río Jamapa, en la zona de vega, por lo que la pendiente es ligera, de 0 a 2 %. El color superficial es pardo y la textura tiende a ser franca, sin que se perciba arena gruesa. Es la tierra de mayor calidad del ejido, en la cual, si la temporada es seca, el suelo conserva humedad, y si por el contrario hay exceso de humedad, el suelo es permeable y presenta condiciones adecuadas para ser trabajado y para el desarrollo radical de los cultivos. Es tierra “fuerte”, en la que prosperan todos los cultivos de la región y se obtienen buenos rendimientos. Se describieron dos perfiles; en ambos, la subunidad de suelo correspondió a un Fluvisol eútrico.

Arena. Se localiza en cualquier posición fisiográfica. Son suelos arenosos, en los cuales el material parental son rocas sedimentarias, como areniscas. Su principal problema es la baja fertilidad y la baja retención de humedad. Hay consenso entre los agricultores que es indispensable, si se desean rendimientos aceptables, que la siembra se realice a principios de la temporada de lluvias, ya que de no ser así, se “foguean” las plantas, y explican que las arenas al aumentar las temperaturas se calientan de tal manera que los cultivos desarrollan “penosamente”. Se describieron dos perfiles; en uno, la subunidad de suelo correspondió a un Arenosol háplico, y en el otro, a un Cambisol eútrico.

Barro colorado con arena. Se localiza en los lomeríos con pendientes mayores que 10 %. Son suelos muy pesados para trabajar, por lo que los agricultores dicen que el suelo tiene que estar “secarrón”, “a punto”, para poderse trabajar, esto es, porque en seco los implementos prácticamente no penetran y si está húmedo se forman grandes “maletas” de suelo con raíces; después de la siembra, con las lluvias se compacta de tal forma que limita severamente la germinación y el desarrollo posterior de las raíces, pero si no llueve, el suelo se endurece y

limita fuertemente el desarrollo radical. Es tierra de mala calidad, en la cual frecuentemente sólo se cultiva el maíz, o bien se utiliza para el pastoreo del ganado bovino. Se describieron tres perfiles; en dos de ellos, la subunidad de suelo correspondió a un Luvisol crómico, y en el otro, a un Luvisol vértico.

Agrosistemas y su Recomendación Tecnológica

Las cuatro parcelas experimentales de la clase de tierra canela corresponden al agrosistema 15. Dos parcelas de la clase de tierra arena y una parcela de la clase de tierra barro colorado con arena, pertenecen al agrosistema 86, y dos parcelas de la clase de tierra arena y tres parcelas de la clase de tierra barro colorado con arena pertenecen al agrosistema 87, según el Manual de Diagnóstico-Recomendación para el Cultivo del Maíz en el Estado de Veracruz (Turrent *et al.*, 1991). En los Cuadros 1, 2, y 3 se presentan los factores de diagnóstico para definir los agrosistemas en cada clase de tierra.

La tecnología de producción recomendada para los tres agrosistemas, de capital limitado e ilimitado,

contiene componentes tecnológicos comunes, tales como la fuente y la oportunidad de fertilización, la variedad sembrada, el número de plantas por mata, el combate de malezas y el control de las plagas, mientras que la densidad de plantas por hectárea y la dosis de fertilización es diferente.

En cuanto a la fertilización, se recomienda no usar sulfato de amonio, por lo cual se aplicó urea y fosfato diamónico (18-46-0); una tercera parte del nitrógeno y todo el fósforo se aplicaron en la siembra, y el resto del nitrógeno antes de la segunda labor de cultivo, procurando que quedara enterrado. La dosis de fertilización recomendada para la tecnología de capital ilimitado es: para el agrosistema 15, 100-40-0; para el agrosistema 86, 130-45-0; y, para el agrosistema 87, 110-40-0; mientras que para la tecnología de capital limitado, la dosis de fertilización es 60-30-0, para los tres agrosistemas.

La densidad de siembra para la tecnología de capital ilimitado consistió en 65 000 semillas viables

Cuadro 1. Agrosistemas, con base en los factores de diagnóstico para la clase de tierra canela.

Factor de diagnóstico	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4
Ciclo de cultivo†	P-V	P-V	P-V	P-V
Edafología‡	No ando	No ando	No ando	No ando
Régimen hídrico	Temporal	Temporal	Temporal	Temporal
Pendiente (%)	< 4	< 4	< 4	< 4
Drenaje	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Uso ciclo anterior	Barbecho	Barbecho	Barbecho	Barbecho
pH	6.1	6.0	6.5	5.4
Materia orgánica (%)	> 3	> 3	> 3	> 3
Altitud sobre el nivel del mar	10 m	15 m	15 m	10 m
Agrosistema	15	15	15	15

† P-V, significa ciclo primavera-verano.

‡ No ando, significa que el suelo no es Andosol.

Cuadro 2. Agrosistemas, con base en los factores de diagnóstico para la clase de tierra barro colorado con arena.

Factor de diagnóstico	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4
Ciclo de cultivo†	P-V	P-V	P-V	P-V
Edafología‡	No ando	No ando	No ando	No ando
Régimen hídrico	Temporal	Temporal	Temporal	Temporal
Pendiente (%)	4 a 15	4 a 15	4 a 15	4 a 15
Drenaje	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Uso ciclo anterior	Barbecho	Barbecho	Barbecho	Barbecho
pH	5.7	5.8	5.6	5.6
Materia orgánica (%)	> 3	> 3	> 3	1 - 3
Altitud sobre el nivel del mar	40 m	50 m	40 m	45 m
Agrosistema	87	87	87	86

† P-V, significa ciclo primavera-verano.

‡ No ando, significa que el suelo no es Andosol.

Cuadro 3. Agrosistemas, con base en los factores de diagnóstico para la clase de tierra barro colorado con arena.

Factor de diagnóstico	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4
Ciclo de cultivo†	P-V	P-V	P-V	P-V
Edafología‡	No ando	No ando	No ando	No ando
Régimen hídrico	Temporal	Temporal	Temporal	Temporal
Pendiente (%)	4 a 15	4 a 15	4 a 15	4 a 15
Drenaje	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Uso ciclo anterior	Barbecho	Barbecho	Barbecho	Barbecho
pH	6.0	6.2	6.2	5.6
Materia orgánica (%)	1 - 3	1 - 3	> 3	> 3
Altitud sobre el nivel del mar	20 m	20 m	20 m	20 m
Agrosistema	86	86	87	87

† P-V, significa ciclo primavera-verano.

‡ No ando, significa que el suelo no es Andosol.

por hectárea, y para la de capital limitado fue de 58 000 semillas viables por hectárea.

Rendimientos

Los rendimientos obtenidos para las tecnologías del productor y de capital limitado e ilimitado, por clase de tierra y agrosistemas, se presentan en el Cuadro 4.

En términos generales, los mayores rendimientos se observaron en la clase de tierra canela, para las tres tecnologías, a la vez que en las clases de tierra arena y

barro colorado con arena, se observó una mayor variación de los rendimientos y mayores rendimientos de la tecnología de capital limitado sobre la local y de la tecnología de capital ilimitado sobre la de capital limitado.

En el Cuadro 5 se presenta el análisis de varianza (para el diseño de tratamientos de parcelas divididas), para estimar el efecto de las clases de tierras y de las tecnologías, y de interacción entre ambas, a la vez que en el Cuadro 6 se presenta la comparación de medias, de acuerdo con la prueba de Tukey. Considerando un nivel de significancia de 0.05, el análisis de varianza

Cuadro 4. Rendimiento de maíz por tecnología, clase de tierra y agrosistema, en el ejido La Brecha, ciclo P-V, 1993.

Clase de tierra	Parcela número	Rendimiento por tecnología y agrosistema				
		Local	CL†	CI‡ por agrosistema		
				15	86	87
kg ha ⁻¹						
Canela	1	4610	5892	5091		
	2	5840	5674	6081		
	3	5234	5427	5040		
	4	5137	4058	5528		
	§	5205	5263	5435		
Arena	1	3668	4790		5018	
	2	3889	4257		5752	
	3	1037	1800			3424
	4	2505	3462			4471
	§	2775	3577		5385	3948
Barro colorado con arena	1	3332	4509			5137
	2	2445	3362			4127
	3	2079	2275			3255
	4	189	1589		2780	
	§	2011	2934		2780	4173
	¶	3330	3925		-	4642

† CL = Capital limitado. ‡ CI = Capital ilimitado.

§ Promedio. ¶ Promedio general.

Cuadro 5. Análisis de varianza para estimar el efecto de las clases de tierra y de las tecnologías, y de interacción entre las clases de tierra y las tecnologías.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Valor de F.
Clases de tierra (CT)	2	35 466 574	17 733 287	6.00*
Error A	9	26 614 935	2 957 215	
Tecnología (TT)	2	10 351 886	5 175 943	27.35**
Interacción CT x TT	4	3 550 954	887 739	4.69**
Error B	18	3 406 481	189 249	

* significancia al nivel de 0.05

** significancia al nivel de 0.01.

indica que existieron diferencias de rendimiento entre las clases de tierra y entre las tecnologías, y que las tecnologías se comportan de manera diferente entre clases de tierra, lo cual puede observarse en detalle en el Cuadro 6.

Generación de Tecnología

Con fines de generación de tecnología para las distintas clases de tierra, se procedió a estimar mediante análisis de regresión, una función de respuesta del rendimiento como función de las clases de tierra, las tecnologías y sus componentes, y factores de suelo, clima y manejo, no considerados en las clases de tierra y tecnologías, que pudiesen estar causando variaciones de los rendimientos.

De acuerdo con la metodología seguida, para la estimación de la función de respuesta se tomaron en cuenta las correlaciones entre los factores, considerando que de dos factores altamente correlacionados ($r > 0.8$), se seleccionaba uno: aquel que presentase mayor correlación con el rendimiento y que tuviese mayor significado agronómico o fuese más importante para los objetivos del estudio. A este respecto, algunos factores que presentaron asociación con las clases de tierra, y de ellos con el rendimiento, como el pH y la trabajabilidad del suelo, se expresaron en términos de las clases de tierra, debido a que éste era un factor contemplado en los objetivos del estudio. A continuación, a partir de las relaciones gráficas del rendimiento *versus* los factores, se especificó un modelo de variables simples, según la forma de la relación, para aquellos factores que mostraron una mayor relación. Con este modelo especificado, y siguiendo el procedimiento de los

residuales (Draper y Smith, 1996), con base en el criterio de bondad del menor cuadrado medio de los residuales, se obtuvo el modelo final, de variables simples e interacciones, considerando para éstas últimas un adecuado espacio de exploración conjunto.

Esta función de respuesta se obtuvo con 36 observaciones, en un ciclo agrícola (primavera-verano 1993), y esto, más el hecho de que hubo factores que pudo haber sido importante incluirlos en el estudio, como por ejemplo la materia orgánica y la textura del suelo por las variaciones que pudieron presentar dentro de las clases de tierra (para los cuales no se contó con información) pudo dar lugar a una función de respuesta menos precisa que lo esperado. Cabe señalar sí que en cuanto al clima, el ciclo agrícola primavera-verano de 1993 considerado, fue representativo de la condición climática media que se presenta en la zona.

En estos términos, la función de respuesta obtenida fue la siguiente:

$$Y = 95.256 + 68.344 N^{0.75} + 48.677 P - 0.66566 P^2 + 104.57 (D-30) + 2602.7 F - 33.086 N^{0.75} C^{0.5} - 68.206 N^{0.75} F - 90.382 (D-30) B$$

(CMDR = 232 272; $R^2 = 0.921$)

donde: Y es el rendimiento (kg ha^{-1}), N y P son el nitrógeno y el P_2O_5 aplicados, respectivamente (kg ha^{-1}), D es la densidad de plantas (mil pl ha^{-1}), F es una variable auxiliar para frijol como cultivo previo (para cultivo previo de frijol, $F=1$, y, para otros cultivos previos o suelo en descanso, $F=0$), C es la clase de tierra campesina (para la clase de tierra canela, $C=1$, para la clase de tierra arena, $C=2$, y, para la clase de tierra barro colorado con arena, $C=3$), B es

Cuadro 6. Comparación de medias para las clases de tierra y las tecnologías, y la interacción entre clases de tierras y tecnologías, mediante la prueba de Tukey.

Factor		Rendimiento medio
		kg ha ⁻¹
Clase de tierra		
Canela		5301 a†
Arena		3673 ab
Barro colorado con arena		2923 b
Tecnología de producción		
Local		3330 c
Capital limitado		3925 b
Capital ilimitado		4642 a
Tecnología dentro de clase de tierra		
Clase de tierra	Tecnología	
Canela	Local	5205 a
	Capital limitado	5488 a
	Capital ilimitado	5435 a
Arena	Local	2775 c
	Capital limitado	3577 b
	Capital ilimitado	4666 a
Barro colorado con arena	Local	2011 c
	Capital limitado	2934 b
	Capital ilimitado	3825 a

† Letras diferentes indican diferencias entre medias, al nivel de probabilidad de 0.05.

una variable auxiliar para densidad de plantas (cuando hay compactación y mala preparación del suelo, combinado con exceso de lluvia a partir de la siembra hasta dos semanas después, lo que ocasiona pérdida de plantas, entonces: si hay pérdida de plantas, B=1, si no hay pérdida de plantas, B=0).

La función de respuesta comprende a los factores: 1) nitrógeno, con un efecto positivo de rendimientos marginales decrecientes, y en interacciones negativas con las clases de tierra y con la variable auxiliar para cultivo previo frijol; 2) fósforo, con un efecto positivo de rendimientos marginales decrecientes; y, 3) densidad de plantas, con un efecto positivo, y en interacción negativa con la variable auxiliar asociada a pérdida de plantas.

La variable auxiliar para cultivo previo frijol tuvo su justificación en que en una parcela de la clase de tierra canela se observó un alto rendimiento para los niveles bajo e intermedio de nitrógeno, por lo cual se supuso un efecto residual del frijol como cultivo previo. Por su parte, la variable auxiliar para explicar el menor efecto de la densidad de plantas, tuvo su justificación en que en dos parcelas de la clase de

tierra canela se observó una infección de hongos, aparentemente asociada a la mayor densidad de plantas.

Con esta función de respuesta se calcularon los rendimientos estimados para distintas tecnologías, para las cuales se hizo un análisis económico entre tecnologías dentro de cada clase de tierra, a fin de obtener las recomendaciones correspondientes, de capital limitado y de capital ilimitado.

Para este análisis, los costos se consideraron a nivel de costos variables totales, derivados de: 1) los insumos de producción, como nitrógeno, fósforo y semilla, y sus costos de transporte y de aplicación según la tecnología y clase de tierra, y las prácticas de producción que varían entre tecnología dentro y entre clases de tierras, como la preparación del suelo, el control de malezas y plagas; y, 2) la cosecha, el desgranado y el transporte del grano.

El análisis económico realizado consistió en el cálculo de la tasa de retorno marginal (CIMMYT, 1998). En el Cuadro 7 se presenta el análisis económico de la tasa de retorno marginal, para distintas tecnologías de interés y cada clase de tierra, habiéndose eliminado, de acuerdo con el análisis económico, aquellas tecnologías dominadas.

De acuerdo con el análisis económico, y considerando una tasa de retorno mínima a obtener de 100 %, la tecnología óptima dentro de cada clase de tierra y a recomendar, es:

1. Para la clase de tierra canela: a) en el caso de productores con limitaciones de capital, la recomendación es de 60 kg N ha⁻¹, 30 kg P₂O₅ ha⁻¹ y 58 000 plantas ha⁻¹; y, b) en el caso de productores con disponibilidad de capital, la recomendación es de 100 kg N ha⁻¹, 40 kg P₂O₅ ha⁻¹ y 65 000 plantas ha⁻¹.

2. Para la clase de tierra arena: a) en el caso de productores con limitaciones de capital, la recomendación es de 60 kg N ha⁻¹, 30 kg P₂O₅ ha⁻¹ y 58 000 plantas ha⁻¹; y, b) en el caso de agricultores con disponibilidad de capital, la recomendación es de 110 kg N ha⁻¹, 40 kg P₂O₅ ha⁻¹ y 65 000 plantas ha⁻¹.

3. Para la clase de tierra barro colorado con arena: a) en el caso de productores con limitaciones de capital, la recomendación es de 60 kg N ha⁻¹, 30 kg P₂O₅ ha⁻¹; y, b) en el caso de productores con disponibilidad de capital, la recomendación es de 110 kg N ha⁻¹, 40 kg P₂O₅ ha⁻¹, y 65 000 plantas ha⁻¹.

De acuerdo con lo anterior, para los productores con limitaciones de capital, la recomendación es la misma para las tres clases de tierra, esto es: 60 kg N

ha⁻¹, 30 kg P₂O₅ ha⁻¹ y 58 000 plantas ha⁻¹, lo que corresponde a la tecnología de capital limitado recomendado actualmente por el INIFAP (Turrent *et al.*, 1991). Por su parte, para el caso de los productores sin limitaciones de capital, la recomendación es también la misma para las tres clases de tierra, esto es: 110 kg N ha⁻¹, 40 kg P₂O₅ ha⁻¹ y 65 000 plantas ha⁻¹.

En este último caso, la recomendación difiere ligeramente de la tecnología de capital ilimitado recomendada por el INIFAP, en la clase de tierra canela; es igual a la tecnología de capital ilimitado recomendada por el INIFAP para el agrosistema 87, comprendido en la clase de tierra arena; y es igual a la tecnología de capital ilimitado recomendada por el INIFAP, en la clase de tierra barro colorado con arena (Turrent *et al.*, 1991).

De esta manera, la tecnología generada concuerda en gran medida con las recomendaciones dadas por el INIFAP, con la diferencia que se observa en la clase de tierra arena, en cuanto a que la recomendación del INIFAP en el agrosistema 86 es mayor que la recomendación generada (Turrent *et al.*, 1991).

En cuanto a los demás componentes tecnológicos, a continuación se presentan aquellos comunes para las tres clases de tierra:

1. Preparación del suelo: aun cuando pueden haber algunas diferencias en la preparación del suelo dependiendo de la textura del horizonte superficial, la recomendación general es barbecho, un paso de rastra y surcado.

2. Variedad: a) para productores poco receptivos a cambiar su práctica de cultivo tradicional, la semilla a sembrar es la criolla (o "mejorada" pero cosechada por productores, por lo que se desconoce su potencial productivo); b) para productores de capital limitado, la variedad a sembrar será el material de polinización libre recomendado por el INIFAP, como la variedad VS-536 (se excluyen los híbridos); y, c) para productores de capital ilimitado, las variedades a sembrar serán las de polinización libre, como las variedades VS-530 y VS-536, y los híbridos recomendados por el INIFAP, como el H-507, H-509, H-512 y H-513.

3. Fuente y oportunidad de fertilización: la recomendación sobre estos componentes es la dada por el INIFAP, esto es, la urea, y el fosfato diamónico, aplicando la mitad del nitrógeno y todo el

fósforo en la siembra, y el resto del nitrógeno cuando la planta tiene entre 40 y 50 cm.

4. Control de malezas: la recomendación para este componente es la dada por el INIFAP, esto es, aplicar primero 1 L de 2, 4-D Amina y 1 L de Gesaprim por hectárea, y posteriormente realizar el atierre del cultivo.

5. Otros componentes tecnológicos: los demás componentes tecnológicos, como el control de plagas, la dobla, la cosecha, etc., se realizarán como el productor acostumbra hacerlo normalmente.

Rendimientos Obtenidos y Estimados por la Función de Respuesta

Al considerar los rendimientos observados (Cuadro 4) y los estimados mediante la función de respuesta (Cuadro 7), se puede ver que existen algunas diferencias entre los rendimientos estimados y los obtenidos, para las tecnologías de capital limitado e ilimitado en las tres clases de tierras. A este respecto cabe señalar que ello se debe: 1) en la clase de tierra canela, a que en el tratamiento de tecnología de capital limitado se usó más de 60 kg N ha⁻¹ en tres de las parcelas, y en el tratamiento de tecnología de capital ilimitado en tres de las parcelas la población de plantas fue un poco menor que 65 000 plantas ha⁻¹; 2) en la clase de tierra arena, a que en el tratamiento de tecnología de capital limitado, en una parcela se tuvo una densidad de plantas muy baja y en otra ligeramente inferior, e igual cosa para el tratamiento de tecnología de capital ilimitado; y, 3) en la clase de tierra barro colorado con arena, a que en el tratamiento de capital limitado, en una de las parcelas se tuvo una densidad de plantas muy baja y en dos algo inferior, e igual cosa para el tratamiento de capital ilimitado. Puesto que las diferencias de fertilización o densidad de plantas entre las planeadas y las reales se eliminan con la función de respuesta, al trabajar en ésta con los valores planeados de ellas, los rendimientos resultantes corresponden a valores "reales". Sin embargo, para el caso de la densidad de plantas, esto implica que se deberían obtener en la práctica las densidades planeadas, lo que es necesario considerar ya que en las clases de tierra arena y barro colorado con arena, en algunas parcelas no fue posible obtener la densidad de plantas planeadas por compactación del suelo por las lluvias.

Cuadro 7. Análisis económico para distintas tecnologías dentro de las clases de tierra.

N	P ₂ O ₅	DP	Rendimiento	Costo total	Ingreso neto	Tasa de retorno marginal
----- kg ha ⁻¹ -----		pl ha ⁻¹	----- kg ha ⁻¹ -----			
Clase de tierra canela						
100	0	50 000	3301	2048	1253	-
100	0	55 000	3824	2132	1692	5.18
60	30	58 000†	4644	2305	2340	1.21
100	40	65 000‡	5752	2628	3125	2.43
110	40	65 000	5834	2666	3168	1.13
Clase de tierra arena						
80	0	50 000	2763	1920	843	-
110	0	55 000	3441	2109	1332	2.58
60	30	58 000†	4349	2265	2085	4.84
110	40	65 000§	5369	2606	2763	1.99
130	45	65 000¶	5427	2683	2788	0.32
Clase de tierra barro colorado con arena						
75	0	50 000	2467	1866	1058	-
60	30	58 000†	4122	2234	1426	3.50
110	40	65 000§	5012	2558	1751	1.74

† Tecnología de capital limitado.

§ Tecnología de capital ilimitado, agrosistema 87.

‡ Tecnología de capital ilimitado, agrosistema 15.

¶ Tecnología de capital ilimitado, agrosistema 86.

CONCLUSIONES

Se generó tecnología mejorada para maíz (ciclo primavera-verano) a partir de la tecnología actual de producción y la tecnología recomendada, con base en las clases campesinas de tierras.

La clasificación de tierras campesina se considera como una alternativa viable para generar, transferir y adoptar tecnología agrícola para los productores, debido a la facilidad con que se puede realizar el levantamiento de las clases campesinas de tierra, ya que el técnico solamente colecta el conocimiento que el campesino tiene de su tierra, la cartografía, y la caracteriza, y por la estrecha relación que existe entre las clases campesinas de tierra con la tecnología de producción de los cultivos, y por tanto, con el rendimiento.

Se propone la siguiente metodología de generación y transferencia de tecnología agrícola para pequeños productores en el estado de Veracruz, con base en las clases campesinas de tierra: 1) levantamiento de clases campesinas de tierras, que permita la definición y cartografía de unidades edafoclimáticas, lo que representa una aproximación práctica que estudia factores inmodificables de suelo y clima que sean importantes y fácilmente identificables; 2) caracterización de los factores de manejo de los cultivos por clase campesina de tierra, además de los sistemas de cultivo existentes y de

aquellos factores de suelo y clima que afectan los rendimientos del cultivo y su respuesta a los factores tecnológicos; 3) selección de los sitios y número de experimentos que permitan estudiar las alternativas para resolver los problemas tecnológicos detectados en el levantamiento de las clases campesinas de tierras, con una adecuada representatividad; 4) definición de las tecnologías a probar, además de la tecnología local, lo que en el presente caso se hizo con base en las tecnologías recomendadas por agrosistemas para la zona; 5) someter a evaluación las recomendaciones tecnológicas generadas en el punto anterior, con respecto al grado de adopción por los pequeños productores, complementando la tecnología generada con los comentarios y experiencias de los campesinos;

y, 6) transferencia de la tecnología agrícola mejorada, con base en la estratificación del ambiente en agrosistemas desde el punto de vista técnico o en las clases campesinas de tierras bajo el enfoque de los ejidatarios.

La aportación principal de la metodología desarrollada se refiere al papel protagónico que se le asigna al productor, considerando que sus conocimientos, producto de su experiencia personal y del conocimiento tradicional, constituyen el principal factor en el mejoramiento de su propio sistema agropecuario. Permite además que el mismo productor realice las labores que requieren los

experimentos, ya que los ensayos se realizan en su parcela, elemento fundamental en la adopción de la nueva tecnología, puesto que le permite sopesar los resultados y si éstos son positivos y adecuados a sus circunstancias, este campesino cooperante se convertirá en uno de los principales difusores de la recomendación tecnológica generada para la clase campesina de tierra en la que se ubicó el experimento. Finalmente, el resultado es una nueva metodología que combina los mejores aspectos del sistema tradicional con los conocimientos de los investigadores agrícolas.

LITERATURA CITADA

- Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y Trigo. (CIMMYT). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. Escrito por Perrin R.K., D.L. Winkelmann, E.R. Moscardi y J.R. Anderson. Edición completamente revisada. El Batán, Méx., México.
- Draper, N.R. y H. Smith. 1966. Applied regression analysis. John Wiley & Sons Inc., New York, USA.
- FAO/UNESCO/ISRIC. 1988. Mapa mundial de suelos. Versión en español preparada por la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo. Santiago de Compostela, España.
- Laird, R.J. 1977. Investigación agronómica para el desarrollo de la agricultura tradicional. Rama de Suelos, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx., México.
- Licona V., A.L. 1991. Metodología para el levantamiento de tierras campesinas a nivel regional y la técnica de producción agrícola en ejidos del centro de Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx., México.
- Luna O., P. 1980. Clasificación campesina de los terrenos del ex-lago de Texcoco y su relación con el levantamiento de suelos. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Méx., México.
- Ortíz S., C.A. 1992. Hablemos de suelos. Revista Agro-productividad 1: 3-10. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx., México.
- Ortíz S., C.A. 1993. Evolución de la ciencia del suelo en México. Revista Ciencia, Publicación especial: 23-32, Méx., México.
- Ortíz S., C.A., D. Pájaro H. y V.M. Ordaz Ch. 1990. Manual para la cartografía de clases de tierras campesinas. Serie Cuadernos de Edafología 15. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx., México.
- Pájaro H., D. y C.A. Ortíz S. 1987. El levantamiento de suelos y su relación con la clasificación y cartografía de las clases de tierras campesinas. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. (Informe mimeografiado).
- Turrent F., A. 1978. El agrosistema, un concepto útil dentro de la disciplina de productividad. Escritos sobre la Metodología de la Investigación en Productividad de Agrosistemas. Num. 3. Rama de Suelos, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx., México.
- Turrent F., A. 1979. El método CP para el diseño de agrosistemas. Escritos sobre la Metodología de la Investigación en Productividad de Agrosistemas Núm. 8. Rama de Suelos, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx., México.
- Turrent, F.A., J.L. Aguilar A., J.L. Zúñiga G., V.A. Esqueda E. y J. Villanueva B. 1991. Manual de diagnóstico-recomendación para el cultivo de maíz en el estado de Veracruz. Segunda edición. Publicación especial Núm. 5. SARH, INIFAP, SEDAP, México.
- Williams, B.J. y C.A. Ortíz S. 1981. Middle American folk soil taxonomy. Annals of Association of American Geographers 71(3): 335-358.