

# EFFECTO DE LA COBERTURA PLÁSTICA Y EL ENCALADO EN CHILE, EN EL SURESTE DE MEXICO <sup>1</sup>

Rigoberto Zetina L.<sup>2</sup>, Daniel E. Uriza A.<sup>2</sup>

## RESUMEN

**Efecto de la cobertura plástica y el encalado en Chile, en el sureste de México.** Al sur de Veracruz, México, se cultivan anualmente 5000 hectáreas de Chile en suelos extremadamente ácidos y pobres en bases intercambiables. La textura arenosa del suelo y la escasez de precipitaciones en los últimos tres meses del año, coincide con la etapa productiva de plantaciones establecidas después de las lluvias torrenciales de junio y julio. El objetivo de este trabajo fue evaluar bajo condiciones de temporal, en un suelo recientemente abierto al cultivo, el efecto del encalado y la cobertura plástica sobre la acidez del suelo y la producción de Chile serrano bajo un sistema de manejo con altos niveles de insumos. El diseño experimental utilizado fue parcelas divididas con tres repeticiones: en las parcelas grandes cuatro dosis de encalado (cero, 0,5, 1 y 3 t/ha de CaCO<sub>3</sub>) y en las parcelas pequeñas dos coberturas de plástico (plástico negro/blanco y plástico negro microperforado) y un testigo sin cobertura. El rendimiento total de fruto no registró respuesta significativa al encalado pero sí a la cobertura plástica negro/blanco y a la interacción cal (1 t/ha)-cobertura plástica (negro/blanco) en los que obtuvieron incrementos, con respecto al testigo, del 40 y 82%, respectivamente. En el suelo, los tratamientos encalados incrementaron el pH del suelo de 5,2 a 5,6 y los niveles de bases intercambiables de 40 a 54 ppm K, de 882 a 1146 ppm de Ca y 205 a 192 ppm de Mg.

## ABSTRACT

**Plastic mulching and liming in cambisoles eutríficos in *Capsicum annum* L. Crop in southern Mexico.** In the south of Veracruz, Mexico, 5000 ha of chili are cultivated annually in acid soils and with a low CIC. The sandy texture of the soil and the low rainfalls in the last three months of the year coincides with the productive stage of plantations established after the heavy rains of June and July. The objective of this study was to evaluate under rain conditions the effect of lime and plastic covering on the acidity of a recently exposed soil to the cultivation and production of "serrano" chili under a high input management system. The experimental design was one of divided parcels with three repetitions: in the big parcels with four doses of liming (0, 0.5, 1 and 3 t/ha of CaCO<sub>3</sub>) and in the small parcels two plastic coverings (black plastic/ white and plastic black) and a control treatment without covering. The total yield of fruit showed a significant response to the black/white plastic covering and to the interaction lime (1 ton/ha)- (black/ white plastic covering) obtaining increments of the 40% to 82% respectively. The fruit yield did not show a significant response to the lime. Treatments using lime increased the soil pH from 5.2 to 5.6 and the levels of interchangeable bases from 40 to 54 ppm K, 882- 1146 ppm Ca and 205-192 ppm of Mg.



## INTRODUCCIÓN

El estado de Veracruz se encuentra ubicado al sureste de la República Mexicana. Al sur del estado se encuentra la región los Llanos de Isla y Rodríguez Clara que se caracteriza por su gran actividad agropecuaria en una área aproximada de 110 mil hectáreas bajo condiciones de temporal, sobre suelos altamente intemperizados de baja fertilidad y extrema reacción ácida. Se localiza entre los paralelos 17°45' y 18°15' de latitud norte y los meridianos 95°05' y 95°45' de longitud oeste.

Investigaciones efectuadas, en esta región, por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) han demostrado que la aplicación de 0,5-3 t/ha de CaCO<sub>3</sub> y de 30-120 kg de K<sub>2</sub>O por hectárea pueden elevar el pH (generalmente menor de 5,5) e incrementar los rendimientos, de maíz, sorgo, frijol, Chile y jitomate hasta en un 50, 60, 20, 40 y 50% respectivamente, dependiendo del grado de intemperización del suelo, (Zetina *et al.*, 1991; Zetina, Rebolledo y Uriza, 1996; Zambada *et al.*, 1996; Rebolledo *et al.*, 1996).

<sup>1</sup> Presentado en la XLIV Reunión Anual del PCCMCA. Nicaragua, 1998.

<sup>2</sup> INIFAP-CIRGOC-Campo Experimental Papaloapan. Km 67 de la carretera Cd. Alemán-Sayula. Apartado postal No.43 Isla, Veracruz, México. Teléfono y fax (287) 2-16-82. E mail: uaa707@cirgoc.inifap.conacyt.mx

Aún cuando la práctica del encalado ha demostrado ser un factor importante en el incremento de la producción de chile y otras hortalizas, presenta el inconveniente de que sus beneficios se manifiestan generalmente uno o dos años después de su aplicación. Por esta razón, el productor prefiere establecer su plantación en suelos poco explotados o recién incorporados al cultivo. A la fecha no se han realizado trabajos para investigar si el encalado beneficia al cultivo en estos suelos y si se mantiene durante más tiempo el nivel de fertilidad.

La cal tiene un movimiento lento a través del perfil del suelo, no es soluble en agua pero sí en el ácido carbónico, que se genera cuando el agua de lluvia se mezcla con el  $\text{CO}_2$  existente en los espacios porosos del suelo (Yágodin, Smirnovp y Peterburgski, 1986). En condiciones de incubación aeróbica, la cal reacciona en 45 días en la mayoría de los suelos de esta región (Vásquez, 1989), sin embargo en campo, este proceso requiere más tiempo y humedad suficiente.

En estudios donde se han evaluado diferentes tipos de cal en suelos ácidos cultivados con chile, se encontró que el uso de materiales de partículas finas, de reacción violenta, como el hidróxido de calcio ( $\text{CaOH}$ ) no ofrece ninguna ventaja sobre las otras fuentes de menor mallaje como la dolomita y la calcita. Es posible que este tipo de cal limite la disponibilidad de fósforo y potasio, reduciendo con ello el rendimiento (Zetina, Rebolledo y Uriza, 1996). Una alternativa para acelerar la reacción de la cal puede ser proporcionando al suelo humedad y temperatura constante. La hipótesis planteada en este trabajo se sustenta, en que la cobertura del suelo con una película plástica conserva durante más tiempo una condición favorable de humedad y temperatura, lo que podría incrementar la velocidad de reacción de la cal y mejorar la disponibilidad de los nutrientes aplicados, favoreciendo el desarrollo y la producción del chile.

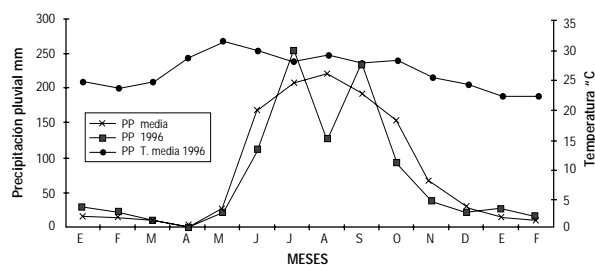
## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se estableció, entre los meses de octubre de 1996 y febrero de 1997, en un terreno de Ejido Loma Alta, Municipio de Isla, Veracruz, México a 50 msnm ubicado dentro de los llanos de Isla y Rodríguez Clara.

El suelo fue cambisol éutrico recién desmontado, con una pendiente menor al 2%, profundo, de textura migajón arenosa (70% arena), con un pH de 5,2 y un contenido de materia orgánica de 3,12%, una CIC de 13,75 meq/g de suelo, un contenido de Al intercambiable de 0,80 meq/100 g de suelo, rico en fósforo extractable (35 ppm), medio en K intercambiable (195 ppm),

bajo en Ca (858 ppm) y un contenido medio de Mg de 18 ppm.

El clima del sitio donde se desarrolló el experimento corresponde a un tropical subhúmedo con régimen de lluvias en verano (García y Soto, 1989). Posee una precipitación media anual de 1100 a 1200 mm. Más del 80% del total de las lluvias ocurren entre los meses de junio y septiembre. La temperatura media anual varía entre 24 y 25°C; con temperaturas máximas de hasta 41°C en mayo y mínimas de 12°C en enero. La distribución mensual de lluvias y temperaturas registradas en la estación climática del Campo Experimental Papaloapan durante los últimos 25 años y el año en que se estableció el ensayo experimental, se presentan en la Figura 1.



**Figura 1.** Registro mensual de temperatura y precipitación pluvial en los últimos 25 años, incluyendo el año en que se estableció el experimento. Estación climática de CEPAP, Isla, Ver. SAGAR-INIFAP-CIRGOC. 1998.

## Metodología

El experimento utilizado fue de Bloques al Azar con parcelas divididas y tres repeticiones. En las parcelas grandes de 46,8 m<sup>2</sup> se evaluaron cuatro dosis de cal agrícola "tipo dolomita" (cero; 0,5; una y tres t/ha). En las parcelas pequeñas de 15,6 m<sup>2</sup> tres tratamientos, un testigo sin cobertura de plástico y dos coberturas de plástico negro microperforado y bicolor blanco/negro.

La dosis de fertilización empleada fue la 240-240-150 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, respectivamente, suministrada en cuatro aplicaciones, a los 15 días del trasplante y un día después de cada uno de los tres cortes de fruta. El fertilizante se aplicó a 10 cm del pie de planta en un hoyo previamente elaborado con una coa (instrumento rústico de madera, con un extremo en forma de punta, de 1,5 m de largo y siete centímetros de diámetro). Las fuentes de fertilizantes utilizadas fueron: urea, fosfato diamónico y cloruro de potasio. Se efectuaron cuatro fertilizaciones foliares, una después de cada corte, con cuatro l/ha de la formulación 10-04-07.

La preparación del suelo consistió en una quema y dos pasos de rastra pesada, dado que se trataba de un suelo de reciente incorporación al cultivo. La gran cantidad de raíces y restos de troncos de arbustos obligó a que la práctica del acolchado se efectuara manualmente en camas construidas antes del transplante, con la ayuda de rastrillo y azadón.

Se utilizó semilla certificada de chile tipo serrano del híbrido "Huasteco", el cual es de un alto vigor, muy productivo y fruto de gran tamaño. La siembra se efectuó en almácigos, utilizando un sustrato comercial elaborado con turba y agrolita. Los almácigos se manejaron bajo invernaderos, construidos con plástico transparente, con el fin de protegerlos de la lluvia y la incidencia directa de los rayos solares. El transplante se efectuó la primera semana de octubre, 25 días después de la germinación, bajo un arreglo a hilera doble con 0,25 m de calle angosta y 1,3 m de calle ancha, con una distancia entre plantas de 0,25 m; para una densidad inicial de 61.538 plantas/ha.

La cal se aplicó tres semanas antes del transplante en forma manual al voleo y se incorporó con el segundo pase de rastra. El análisis de la cal registró: 74% de  $\text{CaCO}_3$ , 25% de  $\text{MgCO}_3$ ; 1,1 ppm de Mn, 4 ppm de Cu, 45 ppm de Bo; 0,62 ppm de Na y trazas de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

El control de plagas y enfermedades, así como el uso de espalderas, se realizaron de acuerdo a las recomendaciones generadas por el INIFAP para este cultivo en la región.

### Variables medidas

En la planta se cuantificó la concentración de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio y el número de plantas por parcela experimental. En el fruto se midió el rendimiento total de acuerdo a la siguiente clasificación: 1) Fruto de primera. Fruto sano, verde intenso, turgente, lustroso, con una longitud mínima de siete cm y un diámetro de 1,5 cm, pedúnculo largo y flexible, 2) Fruto de segunda. Fruto verde intenso, lustroso, sano de buena apariencia, con una longitud mínima de cinco cm y diámetro de 1,5 cm, y 3) Fruto de tercera. Fruto verde, maduro, opaco, perforado o con malformaciones, pedúnculo corto, mala apariencia, con una longitud mínima de 3,5 cm y de 1,2 cm de diámetro. En el mercado local el fruto se comercializan los frutos de primera y de segunda al mismo precio. Para diferenciar el fruto de excelente calidad, con el que normalmente se vende en la región como fruto de primera, se utilizaron tres categorías. Los resultados obtenidos para esta variable, se sometieron a un análisis de varianza y de comparación de medias según el método de Tukey.

Se tomaron muestras de suelo compuestas, después del tercer corte (100 días después del transplante) en cada uno de los tratamientos; se secaron y se enviaron al laboratorio. Se midieron el pH, la textura del suelo, M.O. (Jackson, 1964); el aluminio intercambiable (KCl 1N), contenido de nitrógeno total (Nt), fósforo (Carolina del Norte), potasio, calcio y magnesio (Acetato de amonio 1N pH=7).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Debido a que el productor retrasó la producción de plántulas, el transplante se efectuó en la primera semana de octubre, cuando más del 90% de la precipitación anual había ocurrido. Esta situación y la presencia abundante de plagas (ácaros, áfidos y mosquita blanca) redujo notablemente la producción del cultivo. El ciclo productivo duró dos meses, tiempo durante el cual se efectuaron cuatro cortes a un intervalo de 15 días. La producción por corte y tipo de fruto se presenta en el Cuadro 1.

Efecto del encalado sobre la producción de fruto comercial. El análisis de varianza registró efectos significativos del encalado sobre la producción de fruto de primera y primera+segunda. No sucedió lo mismo para la producción de fruto de segunda y de tercera (Cuadro 2). Los resultados muestran que, en relación al tratamiento testigo, la aplicación de una t/ha de cal incrementó en un 65% la producción de fruta de primera y en un 25% la producción de fruta de primera+segunda. Esto sugiere cierto efecto del encalado sobre la calidad del fruto. No obstante, aún cuando este tratamiento superó al testigo 16% en la producción total de fruto, el análisis de varianza no detectó diferencia significativa entre estos tratamientos, por lo que se sugiere estudiar con mayor detalle, el efecto simple del encalado en estos suelos.

Efecto del acolchado sobre la producción de fruto comercial. El análisis de varianza encontró diferencias altamente significativas para este factor. El uso del acolchado con material plástico blanco/negro incrementó en un 42% el rendimiento total, con respecto al testigo; esto significa que el acolchado permitió cosechar cuatro t/ha más de fruto de primera+segunda que en el tratamiento testigo. El plástico negro microperforado no superó significativamente en ninguno de los casos al tratamiento testigo, lo cual implica una posible baja eficiencia de este material que puede estar relacionada con su capacidad para conservar la humedad (Cuadro 3).

El incremento en la producción de chile mediante el uso del acolchado con un material plástico blanco/negro debe ser atribuido que este material mantuvo

**Cuadro 1.** Rendimiento (t/ha) de chile serrano, por corte y clase de fruto, obtenido en un suelo ácido encalado y acolchado del sur de Veracruz México. SAGAR-INIFAP. 1998.

No. trat.	Dosis de cal	Tipo de plástico	Corte # 1			Corte # 2			Corte # 3			Corte # 4			Total t/ha
			1a	2a	3a	1a	2a	3a	1a	2a	3a	1a	2a	3a	
1	0	S/P	1,11	1,23		0,26	1,56	0,09	0,53	2,81	0,80	0,06	0,20	1,59	10,2
2		B	1,22	1,47		0,67	2,39	0,48	0,75	3,71	1,36	0,09	0,22	2,43	14,8
3		N	0,75	0,92		0,56	1,55	0,07	0,97	3,62	1,39	0,10	0,24	2,82	13,0
4	0,5	S/P	1,22	1,20		0,25	1,63	0,12	1,11	2,32	0,93	0,02	0,15	2,23	11,8
5		B	1,24	1,60		0,63	2,30	0,23	1,30	3,64	0,85	0,05	0,15	2,31	14,3
6		N	0,27	1,11		0,26	1,30	0,20	0,59	1,51	1,26	0,06	0,19	1,16	7,9
7	1	S/P	1,33	1,40		0,26	1,86	0,21	1,51	2,81	0,81	0,07	0,12	1,71	12,1
8		B	1,30	1,81		0,91	2,63	0,57	2,12	4,59	2,01	0,04	0,14	2,86	19,0
9		N	0,95	1,23		1,26	1,63	0,15	1,47	3,60	0,86	0,04	0,14	2,15	13,5
10	3	S/P	1,21	1,23		0,13	1,57	0,10	0,94	2,35	1,41	0,05	0,12	2,27	11,8
11		B	1,30	1,41		1,09	2,36	0,17	1,80	4,00	2,20	0,06	0,17	2,90	17,5
12		N	1,16	1,33		0,26	1,73	0,14	1,12	3,07	0,94	0,05	0,15	2,34	12,3

Nota: La dosis de cal está dada en t/ha de CaCO<sub>3</sub>. Clave: S/P= Sin plástico; B= Plástico Blanco-negro y N= plástico negro micro perforado.

**Cuadro 2.** Efecto de cuatro niveles de encalado, sobre el rendimiento total de chile serrano, cultivado en un suelo ácido del sur de Veracruz, México SAGAR-INIFAP. 1998.

Tratamientos t/ha de CaCO <sub>3</sub>	Clase de fruto (Rendimiento t/ha)Rend. tot.				
	primera	segunda	tercera	Primera+segunda	total
Sin cal	2,3 b	6,6	3,7	8,9 b	12,7 ab
0,5	2,3 b	5,7	3,3	8,0 b	11,3 b
1	3,8 a	7,3	3,8	11,1 a	14,8 a
3	3,1 ab	6,5	4,3	9,6 ab	13,8a
	P>F = 0,001	P>F = 0,064	P>F = 0,127	P>F = 0,003	P>F = 0,003

**Cuadro 3.** Comparación de medias (Tukey 0,01%) de rendimiento total de chile serrano, por clase de fruto, para dos tipos de plástico, en un suelo ácido del sur de Veracruz, México. SAGAR-INIFAP. 1998.

Tratamientos Acolchado	Clase de fruto (Rendimiento t/ha)				Rend. tot.
	primera	segunda	tercera	Primera+segunda	total
Sin plástico	2,5 b	5,6 b	3,3 b	8,20 b	11,5 b
Plást. blanco/negro	3,6 a	8,1 a	4,6 a	11,8 a	16,2 a
Plástico negro	2,5 b	5,8 b	3,4 b	8,30 b	11,7 b
	P>F = 0,001	P>F = 0	P>F = 0,002	P>F = 0	P>F = 0
	CV=23,45%	CV=15,02%	CV=22,34%	CV=16,18%	CV=13,36%

con mayor eficiencia la humedad y favoreció una temperatura constante en el suelo. El material negro controló las malezas con igual eficiencia que el blanco. Una explicación a esto, puede ser que el color blanco favoreció la reflexión de la luz, mientras que el negro la absorbió, incrementando con ello la temperatura del suelo lo cual propició la evaporación del agua y la

volatilización de los fertilizantes nitrogenados, a través de los microporos del plástico.

Interacción encalado-acolchado plástico sobre la producción de fruto comercial. Los resultados obtenidos indican que existe un marcado efecto entre el encalado y el acolchado plástico. En el Cuadro 4 se muestra

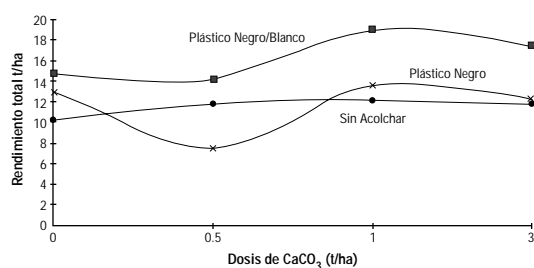
**Cuadro 4.** Comparación de medias de rendimiento total de chile serrano (Tukey 0,05%) para la interacción Encalado-Acolchado plástico, según clases de fruto. Acolchado a diferentes niveles de encalado, en un suelo ácido del sur de Veracruz, México. SAGAR-INIFAP. 1998.

Nivel A	Nivel de B	Acolchado plástico	Clase de fruto (Rendimiento t/ha)				Rendimiento Total
			primera	segunda	tercera	Primera+segunda	
Sin cal	1	S/P	1,6	5,79	2,48 b	7,76	10,24 b
	2	B	2,73	7,80	4,26 a	10,5	14,79 a
	3	N	2,38	6,33	4,28 a	8,71	13,00 a b
0,5 t/ha	1	S/P	2,61	5,30	3,90 a	7,91	11,81 a
	2	B	3,22	7,69	3,38 a	10,91	14,29 a
	3	N	1,18	4,11	2,62 a	5,29	7,90 b
1 t/ha	1	S/P	3,17	6,19	2,73 b	9,35	12,08 b
	2	B	4,38	9,16	5,43 a	13,55	18,98 a
	3	N	3,73	6,61	3,15 b	10,34	13,49 b
3 t/ha	1	S/P	2,33	5,27	4,17 a	7,60	11,76 b
	2	B	4,25	7,94	5,26 a b	12,19	17,45 a
	3	N	2,60	6,28	3,43 b	8,88	12,30 b
			P>F=0,101	P>F=0,65	P>F=0,015	P>F=0,21	P>F=0,049

el comportamiento del acolchado a diferentes niveles de encalado, en el se puede observar que, el análisis de varianza registró diferencias significativas para la producción de fruto de tercera y rendimiento total. El acolchado con un material plástico blanco/negro es más eficiente que el testigo y el acolchado con plástico negro microperforado cuando se utiliza una dosis de una t/ha y tres t/ha. (Figura 2).

A dosis bajas o sin encalar no se observan diferencias importantes entre tipos de plástico. La mayor producción de fruto de tercera en el tratamiento acolchado Blanco/negro+una t/ha de cal se debe relacionar con la mayor productividad de este tratamiento y no como un factor que induzca la producción de fruto de mala calidad.

La producción obtenida, por clase de fruto, para los niveles del factor A dentro del factor B se muestran en el



**Figura 2.** Rendimiento total de chile serrano, en dos materiales de acolchado plástico y cuatro niveles de encalado, en un suelo ácido del sur de Veracruz, México.-SAGAR-INIFAP.1998.

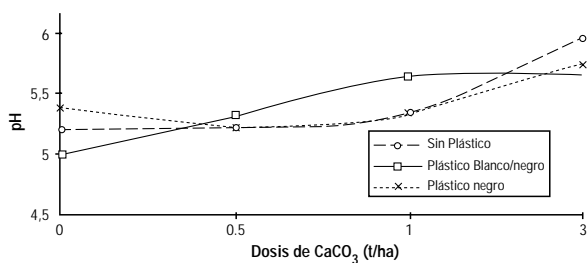
Cuadro 5. Los resultados muestran que el tratamiento acolchado plástico blanco negro+una t/ha de cal incrementó en un 28% y 85% el rendimiento total con respecto al tratamiento acolchado plástico negro/blanco y al testigo, respectivamente. Esto significa que la utilización del acolchado plástico en suelos encalados con una t/ha de CaCO<sub>3</sub> puede incrementar la producción a 10,2 a 18,9 t/ha lo que implica un incremento en la producción de 5,8 t/ha de fruto de primera+segunda y 2,9 t/ha de fruto de tercera. Esto también indica que la acción conjunta de ambas prácticas mejora la calidad del producto. Cuando se utilizó plástico negro microperforado para acolchar, no se observaron incrementos notables en el rendimiento a ninguna dosis de encalado.

Efecto del encalado sobre algunas características químicas del suelo. Según las dosis de cal aplicada, las principales características químicas del suelo sufrieron algunas variaciones que se discuten a continuación:

Los valores de pH se incrementaron de acuerdo a la dosis de cal aplicada; la aplicación de una t/ha de cal fue suficiente para elevar el pH de 5,2 a 5,5 cuando se usó el acolchado con plástico negro/blanco, mientras que los demás tratamientos requirieron de tres t/ha para hacerlo (Figura 3 ). El chile es una especie considerada como moderadamente tolerante a la acidez que se desarrolla bien en un rango de pH de 5,5-6,8 (Maroto, 1990). De acuerdo a este criterio el uso del encalado es necesario en este suelo, por lo cual se sugiere una dosis de una a tres t/ha de cal tipo dolomita para aumentar el pH a un nivel adecuado para esta especie.

**Cuadro 5.** Comparación de medias de rendimiento (Tukey 0,05%) para la interacción Encalado-Acolchado plástico, según clases de fruto de chile. Efecto del acolchado sobre la eficiencia del encalado. MEXICO-SAGAR-INIFAP. 1998.

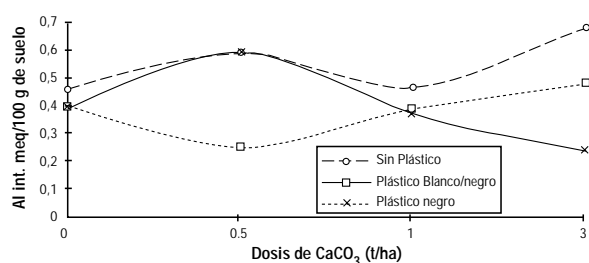
Nivel B	Nivel A	Dosis de cal t/ha	Clase de fruto (Rendimiento t/ha)				Rendimiento total
			primera	Segunda	tercera	Primera+segunda	
Sin plástico	1	0	1,96	5,79	2,48 a	7,76	10,24 a
	2	0,5	2,61	5,30	3,90 a	7,91	11,81 a
	3	1	3,17	6,19	2,73 a	9,35	12,08 a
	4	3	2,33	5,27	4,17 a	7,60	11,76 a
Plástico Blanco/negro	1	0	2,73	7,80	4,26 a b	10,52	14,79 b
	2	0,5	3,22	7,69	3,38 b	10,91	14,29 b
	3	1	4,38	9,16	5,43 a	13,55	18,98 a
	4	3	2,45	7,94	5,26a b	12,19	17,45 a b
Plástico negro	1	0	2,38	6,33	4,28 a	8,71	13,00 a
	2	0,5	1,18	4,11	2,62 a	5,29	7,90 b
	3	1	3,73	6,61	3,15 a	10,34	13,49 a
	4	3	2,60	6,28	3,43 a	8,88	12,30 a
			P>F=0,101	P>F=0,650	P>F=0,015	P>F=0,21	P>F=0,049



**Figura 3.** Comportamiento del pH (rel 1:2 suelo-agua), a diferentes dosis de cal y tipos de materiales plásticos, en un suelo ácido del sur de Veracruz, México. SAGAR-INIFAP.1998.

**Aluminio Intercambiable.** El nivel de aluminio intercambiable registrado en este suelo es bajo y se encuentra lejos de los límites de tolerancia del chile (1 meq/100 g de suelo). Los resultados indican que los niveles de cal empleados no afectaron la concentración de aluminio en la solución del suelo. Cuando se utilizó el acolchado plástico negro/blanco la concentración de aluminio se redujo a menos del 50%. Este comportamiento coincide con el incremento del pH y del rendimiento observado en este tratamiento. El plástico negro microperforado no presentó variaciones significantes en el comportamiento de aluminio.(Figura 4).

**Nitrógeno Total (Nt):** Los niveles de nitrógeno encontrados en tratamientos con cal y sin cal, están clasificados de medianamente ricos a ricos. Dichos valores concuerdan con el contenido de MO del suelo (3,36%) y con el hecho de tratarse de un suelo recién desmontado. No se observaron cambios importantes en la evalua-



**Figura 4.** Contenido del aluminio intercambiable, a diferentes dosis de cal y tipos de plásticos, en un suelo ácido del sur de Veracruz, México. SAGAR-INIFAP.1998.

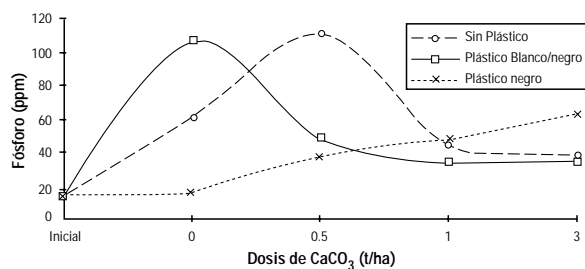
ción de esta característica del suelo a diferentes niveles de encalado y acolchado.

**Fósforo extraíble.** El acolchado con plástico negro/blanco aumentó la disponibilidad de fósforo, mientras que el plástico negro no sufrió modificaciones. (Figura 5). A medida que se incrementó la dosis de cal, los valores registrados de fósforo disminuyeron gradualmente cuando se acolchó con plástico blanco/negro, en tanto que en tratamientos no acolchados aumentó linealmente hasta la dosis de 0,5 t/ha. En lo que respecta al plástico negro microperforado, los valores encontrados indican que el contenido de fósforo aumentó a medida que se incrementó la dosis de cal. Luego este tipo de recubrimiento plástico no permitió que el calcio se incorporara totalmente al suelo lo cual evitó que se mezclara con el fertilizante aplicado, evitándose con esto, la presencia abundante de calcio en la solución del suelo y la inmovilización del fósforo. Se

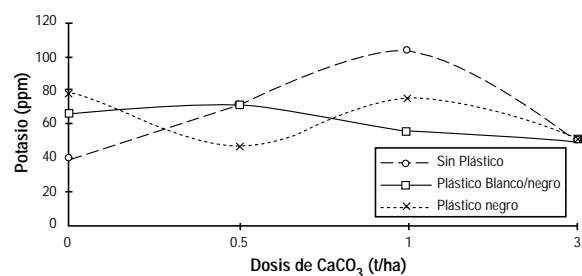
recomienda que al encalar un suelo se tenga cuidado a la hora de fertilizar con fósforo, en especial con dosis altas de cal.

**Potasio intercambiable.** El nivel de potasio intercambiable varió de bajo a extremadamente pobre. Los resultados indican que el acolchado plástico negro duplicó la disponibilidad de este nutriente; mientras que el encalado lo incrementó hasta dosis de una t/ha. Cuando se acolchó con plástico negro/blanco la disponibilidad de potasio se incrementó ligeramente hasta 0,5 t/ha de  $\text{CaCO}_3$ , después disminuyó gradualmente a medida que se incrementó la dosis de cal. El encalado incrementó el nivel de potasio en el suelo, pero no fue suficiente para alcanzar un nivel aceptable aún cuando se aplicó al suelo una dosis de 150 kg de  $\text{K}_2\text{O}$ /ha (Figura 6).

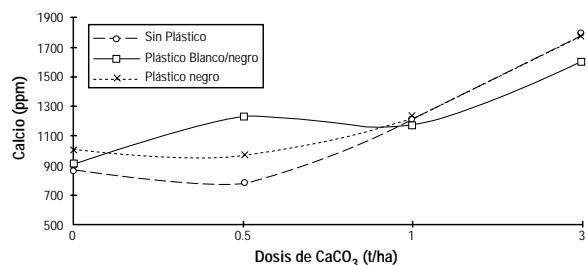
**Calcio intercambiable.** En los tratamientos sin cal se encontraron valores de calcio bajos (882 ppm); pero superiores al promedio que registran los suelos de la región (250-400 ppm). Esto probablemente se debe a que se trata de suelos recién desmontados en donde aún no ha iniciado el proceso erosivo. La Figura 7 muestra claramente como Al aumentar la dosis de cal se incrementó el contenido calcio en el suelo, hasta alcanzar



**Figura 5.** Contenido de P extraíble en el suelo en cuatro dosis de encalado y dos materiales de acolchado plástico, en un suelo ácido del sur de Veracruz, México.SAGAR-INIFAP.1998.



**Figura 6.** Contenido de K intercambiable, a cuatro niveles de encalado y dos tipos de materiales plástico, en un suelo ácido del sur de Veracruz, México.SAGAR-INIFAP.1998.



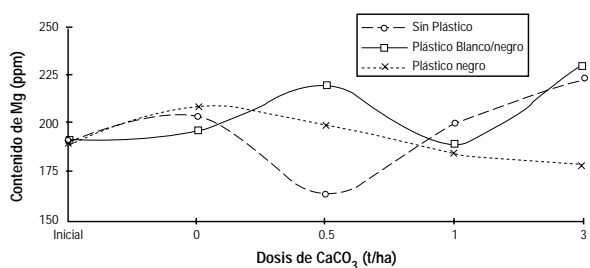
**Figura 7.** Contenido de calcio, a cuatro niveles de encalado y dos tipos de materiales plásticos, en un suelo ácido del sur de Veracruz, México.SAGAR-INIFAP.1998.

valores mayores a 1000 ppm. El uso del acolchado plástico no incrementa por sí solo la disponibilidad de calcio en la solución del suelo.

Cuando se usan dosis bajas de cal el acolchado plástico puede aumentar la eficiencia en la incorporación del material aplicado al suelo. A una dosis de 0,5 t/ha de cal en el plástico blanco/negro aumentó notablemente el contenido de calcio en el suelo. Estos resultados concuerdan con los valores de pH y aluminio intercambiable observados, lo cual demuestra que cuando la cal reacciona en el suelo, la acidez y el contenido de aluminio tienden disminuir.

**Magnesio intercambiable.** En lo que respecta al contenido de magnesio, se encontraron valores clasificados como medios. A pesar de que el material utilizado garantizaba un contenido mínimo de 25% de  $\text{MgCO}_3$  el contenido de este elemento en la solución del suelo no varió significativamente aún en los casos donde se aplicó hasta tres t/ha. El acolchado tampoco afectó la solubilidad de este nutriente (Figura 8).

En estudios precedentes se ha observado que el encalado incrementó la disponibilidad del magnesio y que



**Figura 8.** Contenido de Mg intercambiable, en cuatro niveles de encalado y dos tipos de materiales plásticos, en un suelo ácido del sur de Veracruz, México.SAGAR-INIFAP.1998.

a través de los años, el contenido total de este elemento, en el complejo de intercambio, tiende a disminuir ya sea porque es lixiviado o porque la planta lo absorbe (Zetina, 1989). Por esta razón se recomienda que al encalar se seleccione un material que garantice un contenido mínimo del 15% de  $MgCO_3$ . Se recomienda también, efectuar análisis periódicos a la cal que se aplique, a fin de detectar cambios significativos en el contenido de magnesio.

## CONCLUSIONES

No se observó un efecto significativo del encalado sobre el rendimiento total del fruto, sin embargo, la dosis de una t/ha incrementó 65% la producción de chile de primera y 25% la de primera+segunda con respecto al tratamiento testigo. Lo cual refleja un efecto significativo de esta práctica sobre la calidad del fruto.

El uso de acolchado con plástico blanco/negro registró un incremento significativo en el rendimiento de fruto comercial, al superar al tratamiento testigo en un 42%.

El plástico negro microperforado no registró diferencias significativas con el tratamiento testigo y fue estadísticamente inferior al blanco/negro.

Se encontró un marcado efecto interactivo cal-acolchado plástico blanco/negro, especialmente a una dosis de una t/ha de  $CaCO_3$ , con la cual se obtuvieron incrementos en el rendimiento total de 28 y 85% con respecto a los tratamientos acolchado blanco/negro y testigo, respectivamente.

El acolchado plástico negro/blanco y el encalado a dosis de una t/ha de  $CaCO_3$  fue suficiente para elevar el pH arriba de 5,5 y disminuir significativamente el contenido de aluminio intercambiable en el suelo. Dicho tratamiento resultó ser el más productivo en el rendimiento de fruto comercial de chile serrano.

## LITERATURA CITADA

- GARCÍA, E.; SOTO, E. 1989. Atlas climático del estado de Veracruz. Instituto de Ecología.
- JACKSON, M.L. 1964. Análisis químico de los suelos. Traducción al español de J.M. Beltrán. Ed. Omega. Barcelona, España.
- MAROTO, B. J.V. 1989. Horticultura Herbácea especial. 3ª ed. Ediciones Mundi-Prensa. Castello, 37 Madrid, España. pp 372-389.
- REBOLLEDO, M. L.; ZETINA, L.R.; URIZA, A.D.E. 1996. Productividad de chile jalapeño con cal dolomítica y potasio en el municipio de Isla, Ver. Novena Reunión Científica Tecnológica Veracruz-96. Publicación especial. Veracruz, México. pp.316
- ROMERO, M.J. Respuesta del maíz (*Zea mays* L.) al encalado y fertilización magnésica en la región de los llanos. In: Novena Reunión Científica-tecnológica Veracruz 1996. Veracruz, México. pp.253-257.
- VÁSQUEZ, H. A.; LÓPEZ, V. G.; VARGAS, A. G.; ZETINA, R.L. 1991. Correlación de un modelo de predicción simple para recomendar encalado en suelos ácidos del sur de Veracruz. Informe técnico del programa de suelos ácidos del INIFAP-CIRGOC. Veracruz, México. pp.6-9.
- YAGODIN, B.; SMIRNOV, P.; PETERBURGSKI, A. 1986. Agroquímica. Tomo I. Editorial Mir. Moscú URSS. pp. 210-215.
- ZETINA, L. R.; REBOLLEDO, L. M.; URIZA, D.E. A. 1996. El encalado y la fertilización potásica: su efecto en el rendimiento de los cultivos y la fertilidad de los suelos ácidos del sur de Veracruz. Publicación especial. Veracruz, México. pp. 234-242.
- ZETINA, L.R. 1989. Informe del programa de suelos ácidos del Campo Experimental Papaloapan. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. pp 12-16
- ZETINA L. R.; URIZA, D.E.; VÁSQUEZ, A.H.; REBOLLEDO, M.L. 1990. Aplicación de cal dolomítica y potasio: una opción para incrementar la productividad de los suelos ácidos del sur de Veracruz. Tercera reunión anual del Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del estado de Veracruz, México. pp.85-89.