

FERTILIZACION EN FRIJOL DE TEMPORAL EN LA REGION CENTRAL DE CHIAPAS, MEXICO*

FERTILIZATION OF RAINFED BEAN IN THE CENTRAL REGION OF CHIAPAS, MEXICO

Bernardo Villar Sánchez¹
Jaime López Martínez¹

RESUMEN

Se establecieron 11 experimentos de frijol en campo dentro de la región central del estado de Chiapas, con la finalidad de determinar la combinación óptima económica de los insumos fertilización nitrogenada y fosfórica y densidad de población, considerando los factores de suelo, clima y manejo. Dichos insumos se seleccionaron por considerarse más limitativos y prioritarios. Las dosis evaluadas fueron: para nitrógeno 0, 25, 50 y 75 kg/ha; para fósforo 0, 25, 50 y 75 kg/ha; para densidad de población 100, 200, 300 y 400 mil plantas/ha. Los tratamientos fueron seleccionados de acuerdo con matriz Plan Puebla I para tres factores, utilizando un diseño de bloques completos al azar con seis repeticiones. Los resultados del análisis combinado señalaron diferencias altamente significativas para localidades, tratamientos y para la interacción localidades por tratamientos. Se definieron las dosis óptimas económicas para cada localidad y se relacionó su variabilidad y el rendimiento con algunos factores del suelo, clima y manejo.

Palabras clave: Frijol de temporal, fertilización, dosis óptima económica, densidad de población, rendimiento.

SUMMARY

Eleven field trials were established in the central region of the state of Chiapas, México. The objective was to determine the economically most profitable combination of nitrogen and phosphorus fertilizers as well as the plant stand for black beans (*Phaseolus vulgaris* L.) under rainfed conditions taking into consideration the most important factors of the prevailing soils, the climate, and the farming practices. Nitrogen and phosphorus

* Artículo enviado al Comité Editorial, Area Agrícola, el 13 de enero de 1999.

¹ Campo Experimental Centro de Chiapas. Km. 3.5 Carretera Internacional tramo Ocozocoautla-Cintalapa. Apartado Postal No. 1. 29140 Ocozocoautla, Chiapas.

fertilization as well as plant stand were considered to be the most limiting factors which could be easily modified. The following experimental levels were tested: nitrogen 0, 25, 50 and 75 kg/ha; phosphorus 0, 25, 50 and 75 kg de P₂O₅/ha; plant stand 100, 200, 300 and 400 000 plants/ha. Treatments were selected according to the Plan Puebla I matrix for three factors and arranged in a randomised complete block design with six replications. The results of the combined analysis showed highly significant differences for sites, treatments and interaction of site x treatment. For each site the economically most profitable factor combination was determined and the variability of these combinations across sites was related to soil and climate characteristics as well as observed farming practiced.

Key words: Rainfed beans, seed yield, economic rate of return.

INTRODUCCION

El frijol *Phaseolus vulgaris* L. es un alimento básico en la dieta del pueblo mexicano, ya que constituye una de las principales fuentes de proteína, especialmente para el sector de escasos recursos económicos.

Chiapas es productor importante de frijol a nivel nacional, de acuerdo con las estadísticas del sector, actualmente se cultivan alrededor 112,650 ha, con una producción de 64734 ton y un rendimiento medio de 580 kg/ha. En el estado, el frijol se siembra bajo tres condiciones de humedad: riego, temporal y humedad residual, y aunque en las tres existe un alto potencial de producción el rendimiento promedio es bajo, ya que este cultivo se encuentra expuesto a numerosos factores climáticos, biológicos y edáficos que limitan su rendimiento potencial; entre éstos destacan: la baja fertilidad del suelo y bajas densidades de población.

Una alternativa para resolver esta problemática es el uso de fertilizantes químicos que permitan mejorar la productividad de los suelos y el manejo de altas densidades de población. Por ello, el objetivo de este trabajo fue determinar las dosis óptimas económicas de la fertilización nitrogenada y fosfórica, así como la densidad de población óptima económica para el cultivo de frijol de temporal, considerando los factores más importantes de suelo, clima y manejo.

En la agricultura moderna se ha comprobado que la aplicación adecuada de los fertilizantes ha jugado un papel fundamental para lograr aumentos en los rendimientos de los cultivos (Rojas, 1981). Para efectuar recomendaciones de fertilizantes se ha empleado uno o más de los métodos siguientes: análisis de suelos, análisis de tejidos y experimentos de fertilización en campo e invernadero.

La predicción de las necesidades de fertilizantes mediante el análisis de suelo o follaje se basa en determinar la concentración crítica de un nutrimento por debajo del cual el crecimiento o rendimiento se ve restringido. Este nivel crítico se usa como criterio de diagnóstico (Senigaliesi *et al.*, 1973). Este procedimiento supone que el suelo y el clima son normales y que las desviaciones son eventos aleatorios con probabilidades de ocurrencia medibles (Villalpando *et al.*, 1979). Torres y Ortega (1972) y Senigaliesi *et al.*, (1973) con este procedimiento determinaron niveles críticos para fósforo y nitrógeno, respectivamente, usando en el primer caso el análisis de suelo y en el segundo el análisis foliar.

La determinación de los requerimientos de fertilizantes mediante experimentación en campos representativos y por varios años es el método más confiable (Rojas, 1981); sin embargo, las metodologías para optimizar el uso de estos insumos han cambiado a medida que la ciencia y la técnica han avanzado. En años pasados se definían

recomendaciones generales basadas en la respuesta media de los cultivos. Coronel y Moreno (1967) establecen para la zona de Rodríguez Clara, Veracruz, la fórmula 70-60-00 para maíz.

Al considerar la influencia de los factores ambientales sobre la respuesta de las plantas a los fertilizantes y otros insumos, se generó el concepto de agrosistema (Turrent, 1978b). Arvizu y Laird (1958), citados por Laird (1977) son los primeros en usar este concepto. Los resultados obtenidos en 16 experimentos realizados en trigo durante el período 1955-1956, se emplearon para generar recomendaciones preliminares de fertilización para la producción de trigo en seis agrosistemas. Posteriormente, con el inicio del Plan Puebla en 1967 se ha utilizado el enfoque de agrosistemas (Laird, 1977), el cual se basa en el supuesto de que dentro de una región agrícola, la variación de los factores del suelo, del clima y del manejo, afectan la respuesta a los fertilizantes. Algunos trabajos importantes que han considerado los factores ambientales en la generación de recomendaciones son: Peña, 1973; Estrella, 1973; Cortés, 1975; Villalpando, 1975.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en la región central del estado de Chiapas. Se localiza entre los 15° 40' y 16° 50' de Latitud Norte y entre los 92° 00' y 94° 00' de Longitud Oeste, a una altitud que varía entre los 600 y 2000 msnm. Se establecieron 11 experimentos en las localidades siguientes: Vicente Guerrero, Lázaro Cárdenas, Santa Cruz y Vista Hermosa, éstas dentro de la subregión Cintalapa-Jiquipilas; San Pedro, Domingo Chanona, San Ramón, Santa Teresa y El Parral, ubicadas en la subregión Fraylesca.

Se estudiaron tres factores: fertilización nitrogenada, en dosis de 0, 25, 50 y 75 kg de N/ha; fertilización fosfórica en dosis de 0, 25, 50 y 75 kg de P_2O_5 /ha, y densidad de población con niveles de 100, 200, 300 y 400 mil plantas/ha. Los tratamientos se seleccionaron, de acuerdo con la matriz Plan Puebla I para tres factores (Turrent, 1978a),

incluyéndose además el tratamiento testigo sin fertilizar y el tratamiento variedad mejorada Jamapa.

En el total de los casos se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con seis repeticiones, siendo la parcela experimental de cuatro surcos de 6 m de longitud separados a 0.6 m, de los cuales como parcela útil se cosecharon los dos surcos centrales. La variedad utilizada en los experimentos fue Negro Chiapas. Las fuentes de nitrógeno fueron urea y sulfato de amonio, y la de fósforo superfosfato de calcio triple.

En cada localidad se tomaron datos de los factores suelo, clima y manejo. Para suelo se cuantificó el pH, materia orgánica, fósforo asimilable, y los porcentajes de arena, limo y arcilla; para clima, la cantidad de precipitación ocurrida durante el ciclo de cultivo; para manejo, la fecha de siembra.

A la cosecha el peso del grano se ajustó al 14 % de humedad y se realizó un análisis de varianza individual y combinado de las 11 localidades, considerando como variable de respuesta el rendimiento de grano. Para el análisis económico se utilizó la metodología propuesta por Perrin *et al.* (1976) que consiste en seleccionar mediante el análisis marginal el tratamiento a recomendar. Finalmente la variación observada en los parámetros dosis de nitrógeno, de fósforo, densidad de población y rendimiento de grano, se explicó con base en la información disponible de los factores ambientales de cada sitio experimental, por medio del análisis de correlación y regresión.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los rendimientos de frijol obtenidos en los 11 experimentos se presentan en el Cuadro 1. En el análisis estadístico individual se detectaron diferencias significativas entre medias del rendimiento en seis de los 11 experimentos. Asimismo, el análisis combinado mostró diferencias altamente significativas del rendimiento entre medias de localidades, entre medias de tratamientos y a la interacción tratamientos x localidades.

Cuadro 1. Rendimiento de frijol variedad Negro Chiapas (kg/ha) de 11 experimentos en la región del centro de Chiapas.

Tratam			Localidades										Prom.		
N	P	DP	Vicente Guerrero	Lázaro Cárdeas	Santa Cruz	Vista Hermosa	San Pedro	Dom. Chano	San Ramón	Santa Teresa	El Parral	Dom. Chano		San Ramón	
25	25	200	444	524	298	370	1201	1095	1470	649	648	330	633	696	
25	25	300	417	588	281	540	1356	1040	1607	745	526	285	601	726	
25	50	200	505	510	325	443	1187	1283	1545	905	669	375	647	763	
25	50	300	540	541	297	422	1452	986	1793	1092	604	332	555	783	
50	25	200	528	510	256	418	1232	1556	1754	1109	688	428	638	829	
50	25	300	578	575	200	393	1626	1504	1662	882	704	468	649	840	
50	50	200	435	482	269	352	1582	1491	1720	740	745	452	637	809	
50	50	300	541	642	338	546	1264	1293	2062	873	782	421	732	863	
00	25	200	590	431	186	421	1120	1335	1532	783	532	257	523	701	
75	50	300	634	585	261	380	938	1601	1804	896	728	409	812	822	
25	00	200	566	414	186	424	859	1524	1682	862	495	295	656	724	
50	75	300	511	607	151	542	1574	1309	1955	1133	830	468	650	884	
25	25	100	418	441	173	447	1147	1180	1482	575	628	254	482	657	
50	50	400	453	598	376	543	1082	1046	1812	1020	705	383	831	804	
00	00	200	517	371	237	570	502	1362	1755	656	475	298	454	654	
*	50	50	300	575	603	258	475	1404	1342	1924	1079	887	484	723	887
Promedio			516	526	256	455	1220	1309	1722	875	665	372	656	778	
C.V. (%)			31	27	41	24	37	33	20	27	35	33	27	26	

*variedad testigo Jamapa

Efecto de localidad. En el Cuadro 2 se presenta el rendimiento promedio de frijol obtenido en cada localidad. La variación entre localidades es atribuible al amplio ámbito agronómico de los factores climáticos y edáficos observado entre los sitios de estudio.

De acuerdo con la prueba de Tuckey ($\alpha = 0.05$) existen tres grupos de localidades, que para fines prácticos y considerando diferencias ambientales entre subregiones del área de estudio, éstas se clasificaron en sólo dos grupos: en el primero quedaron comprendidas las localidades con rendimiento superior a los 600 kg/ha, las cuales se ubican en la subregión Fraylesca; en el segundo se consideraron aquéllas con rendimiento menor a los 600 kg/ha, que se localizan en la subregión Cintalapa-Jiquipilas.

La diferencia en rendimiento entre estos dos grupos de localidades está relacionada directamente con el factor precipitación, ya que se observó que a mayor precipitación mayor rendimiento. En el grupo de localidades de mayor rendimiento, la precipitación promedio durante el ciclo vegetativo del cultivo fue de 718 mm; en contraste con 479 mm ocurridos en el grupo de menor rendimiento.

Los valores de los factores de suelo y manejo considerados en este estudio, aparentemente no tienen relación estadística significativa con el rendimiento (Cuadro 3), los valores promedio sobre grupos de localidades presentan un ámbito agronómico reducido entre grupos.

Cuadro 2. Rendimiento promedio de frijol (kg/ha) para 11 experimentos establecidos en diferentes localidades de la región central de Chiapas.

Localidad	Subregion	Rendimiento prom.
San Ramón	Fraylesca	1722 a*
D. Chanona	Fraylesca	1309 a
San Pedro	Fraylesca	1220 ab
Santa Teresa	Fraylesca	875 b
El Parral	Fraylesca	665 b
San Ramón	Fraylesca	636 bc
L. Cárdenas	Cintalapa-Jiquipilas	526 c
V. Guerrero	Cintalapa-Jiquipilas	516 c
V. Hermosa	Cintalapa-Jiquipilas	455 c
D. Chanona	Fraylesca	372 c
Santa Cruz	Cintalapa-Jiquipilas	256 c

* Valores con la misma letra son estadísticamente iguales entre sí.
DMSH (5 %) = 322 kg/ha.

Cuadro 3. Valores promedio de algunos factores de suelo y manejo para dos grupos de localidades de la región central de Chiapas, México.

Grupo	pH	M.O. (%)	P (ppm)	% arena	% limo	% arcilla	F. Siembra
1	6.8	2.4	5.04	57.88	21.97	6.91	6.8
2	6.8	2.1	5.04	57.99	14.75	6.86	7.8

* Los valores de esta variable fueron convertidos de la manera siguiente: la primera fecha (5 de Junio) recibió el valor de 1.0 y posteriormente a cada día transcurrido se le sumó el valor de 1.0, es decir, al día 6 de Junio = 2; el 7 de Junio = 3 y así sucesivamente hasta la última fecha de siembra.

Efecto de Tratamiento. De acuerdo con el análisis combinado de varianzas, el efecto global promedio de los tratamientos resultó altamente significativo sobre el rendimiento; esto significa que al menos uno de los factores en estudio o una interacción entre ellos causó diferencias significativas sobre el rendimiento de frijol.

Al descomponer el efecto de los tratamientos en efectos principales e interacciones de los factores en estudio, considerando sólo el factorial completo

2 comprendido dentro del cubo de la matriz Plan Puebla I para tres factores, en el análisis conjunto (Cuadro 4) se encontró que el cultivo respondió al factor nitrógeno y a la densidad de población ($\alpha=0.01$). Sin embargo, al considerar el resto de tratamientos comprendidos en las prolongaciones de las aristas del cubo de la matriz, se detectó respuesta del cultivo al fósforo ($\alpha=0.01$), cuando los factores nitrógeno y densidad de población estaban en su nivel alto.

Cuadro 4. Análisis combinado de varianza del factorial 23 comprendido dentro del cubo de la matriz Plan Puebla I.

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrado medio	F calculada	F de tablas		
				0.10	0.05	0.01
Tratamientos	7	0.175	2.92***	1.72	2.01	2.64
Nitrógeno (N)	1	0.813	11.61***	2.71	3.84	6.63
Fósforo (P)	1	0.125	2.08			
N*P	1	0.086	1.44			
Densidad (D)	1	0.183	3.05*			
N*D	1	0.006	0.10			
P*D	1	0.012	0.20			
N*P*D	1	0.002	0.03			

CV = 33 %; *** = Significativo al 1 %; ** = Significativo al 5 %; * = Significativo al 10 %

Con base en los resultados se procedió a realizar un análisis económico de los tratamientos, de acuerdo con la metodología propuesta por Perrin *et al.* (1976). Los resultados se presentan en el Cuadro 5, donde se observan únicamente los tratamientos no dominados, es decir, aquéllos cuyo costo variable es menor que el costo variable del tratamiento inmediato superior que tiene asociado un beneficio neto mayor.

A estos tratamientos no dominados se les calculó el costo marginal, el beneficio neto marginal y la tasa de retorno marginal para cada incremento de gasto; en la última columna del Cuadro 5, se observa una tasa de retorno marginal (TRM) del 214 % con sólo aplicar 25 kg de N/ha al cultivo; el siguiente incremento en gasto de 25 kg de N/ha y 25 kg de P_2O_5 /ha adicionales, arrojó la mayor TRM del 862 %, y así sucesivamente hasta llegar al tratamiento 50-75-300 cuya TRM fue del 415 %.

Considerando que el frijol de temporal es un cultivo de alto riesgo debido principalmente a la irregularidad de la precipitación, se estimó que la TRM deberá ser por lo menos del 100 % para que la inversión sea atractiva a los productores.

Con este criterio, sin considerar estratificaciones ambientales, el tratamiento 50-25-200 es el más recomendable, ya que cumple ampliamente con los requerimientos de los agricultores. Sin embargo, también los tratamientos 25-00-200 y 50-75-300 superan la TRM mínima del 100 %, por lo tanto también son adecuados.

Interacción tratamientos por localidades. De acuerdo con el análisis combinado de varianza, el efecto de esta interacción sobre el rendimiento de frijol resultó con diferencias altamente significativas; esto indica que el tratamiento óptimo promedio seleccionado anteriormente no se adapta al total de las localidades, sino que varía estadísticamente al menos en un caso.

En el Cuadro 6 se presentan las dosis óptimas económicas obtenidas para cada experimento por el método estadístico-económico usado. Se observa que la dosis de los factores, así como el rendimiento varían dentro de cada grupo, obteniéndose para el grupo 1 la fórmula promedio 50-35-250 de N, P_2O_5 y DP (miles de plantas/ha); para el 2, 25-25 y 250 de N, P_2O_5 y DP. La variación dentro de cada grupo se debió posiblemente a la influencia de los factores suelo, clima y manejo.

Cuadro 5. Análisis marginal de los tratamientos de fertilización no dominados.

Beneficio neto (\$/ha)	Tratamiento N P ₂ O ₅ DP	Costo variable (\$/ha)	Cambio con respecto al beneficio próximo superior		
			IMBN (\$/ha)	MCV (\$/ha)	TRM (%)
1449575	50-75-300	114625	44975	10825	415
1404600	50-50-300	103800	14975	76825	19
1389625	50-25-200	26975	162900	18900	862
1226725	25-00-200	8075	83725	39025	214
1125000	00-00-200	0	-	-	-

Cuadro 6. Dosis óptimas económicas de fertilizante nitrogenado, fosfórico y densidad de población y rendimiento de grano de frijol para dos grupos de localidades.

Localidad	Subregión	Dosis óptimas económicas		Rendimiento (kg/ha)
		N	P -DP	
San Ramón	Fraylesca	50	50-300	1722
D. Chanona	Fraylesca	25	00-200	1309
San Pedro	Fraylesca	50	25-300	1220
Santa Teresa	Fraylesca	50	25-200	875
El Parral	Fraylesca	50	75-300	665
San Ramón	Fraylesca	50	50-400	636
Promedio grupo 1		50	35-250	1071
L. Cárdenas	Cintalapa-Jiquipilas	25	25-300	526
V. Guerrero	Cintalapa-Jiquipilas	00	25-200	516
V. Hermosa	Cintalapa-Jiquipilas	00	00-200	455
D. Chanona	Fraylesca	50	25-300	372
Santa Cruz	Cintalapa-Jiquipila	50	50-400	256
Promedio grupo 2		25	25-250	425

Efecto de los factores ambientales y de manejo sobre las dosis óptimas económicas y el rendimiento de frijol. En el Cuadro 7 se muestran los coeficientes de correlación entre las dosis óptimas económicas de los factores estudiados y el rendimiento de frijol con algunas características de suelo, clima y manejo para cada grupo de localidades. En el caso del suelo se observa que no hay relación con las dosis en estudio; esto indica que el suelo no causa variaciones significativas sobre ninguno de los factores en estudio, debido a la mínima variabilidad en sus características dentro de cada grupo.

En el caso del grupo 1 de localidades, la fecha de siembra tiende a relacionarse de manera negativa con las dosis óptimas económicas de los factores estudiados; esto significa que dentro de dicho grupo, a medida que la fecha de siembra se retrase (dentro del rango estudiado) se requerirá de una dosis menor de fertilizante nitrogenado y fosfórico, así como de una densidad de población menor. En el caso del grupo 2 de localidades no se observó ninguna relación entre la fecha de siembra y los factores en estudio.

En el caso del grupo 1 de localidades, la precipitación total ocurrida durante el ciclo biológico del cultivo se relacionó estrechamente y de manera positiva con las dosis óptimas económicas de nitrógeno y fósforo, esto indica que

en las localidades de mayor precipitación, las dosis de fertilizante nitrogenado y fosfórico a aplicar deberán ser altas. Por su parte, en el caso del grupo 2 de localidades, la precipitación total únicamente se relacionó con la dosis óptima de fósforo de manera positiva.

Efecto integral de las variables ambientales sobre las dosis óptimas económicas. Con el fin de adecuar las recomendaciones de producción considerando las condiciones ambientales existentes en el área de estudio, se seleccionaron las variables que correlacionaron positivamente con las dosis óptimas económicas de los factores en estudio. Estos últimos se expresaron en función de dichas variables ambientales (Cuadro 8).

Con base en lo indicado en el Cuadro 8 y con fines de recomendación, se infiere que para el grupo 1 de localidades cuya fórmula de fertilización promedio es 50-35-250 de N, P₂O₅ y DP (miles de plantas /ha) (Cuadro 6), ésta variará dentro de este grupo en función de la fecha de siembra y la precipitación ocurrida durante el ciclo biológico del cultivo.

Para el caso del grupo 2 de localidades, debido a que no se observó una relación significativa entre las dosis óptimas económicas de los factores de estudio y las variables ambientales, la recomendación es la fórmula promedio obtenida para este grupo, es decir, 25-25-250 de N-P₂O₅ y DP (Cuadro 6).

Cuadro 7. Coeficientes de correlación entre algunos factores ambientales y las dosis óptimas y el rendimiento de frijol.

Factores	Grupo 1				Grupo 2			
	DOEN	DOEP	DPOE	Rend.	DOEN	DOEP	PDOE	Rend.
% de arena	0.07	-0.11	0.53	0.51	-0.03	0.41	-0.10	0.37
% de arcilla	0.22	0.28	-0.18	-0.44	0.03	0.03	-0.29	0.57
pH	0.33	-0.28	0.80	0.29	0.52	0.52	0.63	-0.34
M.O. (%)	-0.08	0.61	0.08	-0.56	0.19	0.19	0.05	-0.72
Fósforo (ppm)	-0.31	-0.31	0.22	-0.37	-0.11	-0.11	-0.16	0.72
F. de siembra	-0.74	-0.74	-0.74	-0.07	0.16	0.16	0.42	0.17
Lluvia total	0.98	0.78	0.51	0.45	-0.59	0.72	0.48	-0.14

DOEN = Dosis óptima económica de nitrógeno; DOEP = Dosis óptima económica de fósforo; DPOE = Densidad de población óptima económica

Cuadro 8. Dosis óptimas económicas de los factores en estudio en función de algunos factores ambientales para el Centro de Chiapas.

Grupo 1	Grupo 2
DOEFN=30.89-0.63FS+0.042PT	DOEFN=No se relaciona
DOEFP=75.12-2.68FS+0.44PT	DOEFP=1.37+0.45PT
DPOE=362.7-11.67FS	DPOE=No se relaciona

FS= Fecha de siembra

PT=Precipitación total del ciclo (mm)

CONCLUSIONES

1. El cultivo de frijol responde significativamente a la aplicación del fertilizante nitrogenado, fosfórico y a la densidad de población dentro del área de estudio.
2. De acuerdo con el potencial de rendimiento se diferenciaron dos grupos de localidades con distinto régimen de precipitación y requerimiento de fertilización.
3. En el grupo 1 de localidades (subregión Fraylesca), la fórmula de fertilización promedio 50-25-250 de N, P₂O₅ y DP, varía en función de la fecha de siembra y la precipitación total ocurrida. Cuando la fecha de siembra se retrasa, la dosis de dicha fórmula será menor y en las localidades de mayor precipitación, la dosis aumenta.
4. En el grupo 2 de localidades (subregión Cintalapa-Jiquipilas), la fórmula de fertilización promedio 25-25-250 de N, P₂O₅ y DP es la recomendable, ya que los factores ambientales no tienen influencia sobre ésta.

LITERATURA CITADA

- Coronel y Moreno. 1967. Estudio sobre fertilización de maíz de temporal en suelos latosólicos rojo-amarillentos de la región de Rodríguez Clara, Veracruz. Memorias del III Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. México, D.F.
- Cortes, F. J. I. 1975. Diseño de recomendaciones sobre prácticas de fertilización y densidad de población en maíz de temporal para varias condiciones de producción en la sierra tarasca. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Estrella, CH. N. 1973. Relaciones empíricas entre el rendimiento de maíz de temporal y algunos factores ambientales en la región de Chalco-Ameca. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Laird, R. J. 1977. Investigación agronómica para el desarrollo de la agricultura tradicional. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 175 p.
- López, L. A. y B. Villar S. 1991. Análisis climático de la Región Centro de Chiapas y zonificación de áreas con riesgo de sequía intraestival. Publicación Especial No. 1 SARH - INIFAP - CECE CH Ocozocoautla, Chiapas, México. 42 p.
- Perrin, R. K., Winkelman, D. L., Moscardi, E. R. y Anderson, R. J. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. CIMMYT, México. 54 p.
- Peña, O. B. V. 1973. Evaluación del levantamiento fisiográfico de la región Sur-Oriental del Valle de México cuando se usa como base para desarrollar recomendaciones de productividad. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Rojas, M. B. A. 1981. Planeación y análisis de los experimentos de fertilizantes. México. INIA. Folleto Misceláneo No. 41. 43 p.

Cuadro 8. Dosis óptimas económicas de los factores en estudio en función de algunos factores ambientales para el Centro de Chiapas.

Grupo 1	Grupo 2
DOEFN=30.89-0.63FS+0.042PT	DOEFN=No se relaciona
DOEFP=75.12-2.68FS+0.44PT	DOEFP=1.37+0.45PT
DPOE=362.7-11.67FS	DPOE=No se relaciona

FS= Fecha de siembra

PT=Precipitación total del ciclo (mm)

CONCLUSIONES

1. El cultivo de frijol responde significativamente a la aplicación del fertilizante nitrogenado, fosfórico y a la densidad de población dentro del área de estudio.
2. De acuerdo con el potencial de rendimiento se diferenciaron dos grupos de localidades con distinto régimen de precipitación y requerimiento de fertilización.
3. En el grupo 1 de localidades (subregión Fraylesca), la fórmula de fertilización promedio 50-25-250 de N, P₂O₅ y DP, varía en función de la fecha de siembra y la precipitación total ocurrida. Cuando la fecha de siembra se retrasa, la dosis de dicha fórmula será menor y en las localidades de mayor precipitación, la dosis aumenta.
4. En el grupo 2 de localidades (subregión Cintalapa-Jiquipilas), la fórmula de fertilización promedio 25-25-250 de N, P₂O₅ y DP es la recomendable, ya que los factores ambientales no tienen influencia sobre ésta.

LITERATURA CITADA

- Coronel y Moreno. 1967. Estudio sobre fertilización de maíz de temporal en suelos latosólicos rojo-amarillentos de la región de Rodríguez Clara, Veracruz. Memorias del III Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. México, D.F.
- Cortes, F. J. I. 1975. Diseño de recomendaciones sobre prácticas de fertilización y densidad de población en maíz de temporal para varias condiciones de producción en la sierra tarasca. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Estrella, CH. N. 1973. Relaciones empíricas entre el rendimiento de maíz de temporal y algunos factores ambientales en la región de Chalco-Ameca. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Laird, R. J. 1977. Investigación agronómica para el desarrollo de la agricultura tradicional. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 175 p.
- López, L. A. y B. Villar S. 1991. Análisis climático de la Región Centro de Chiapas y zonificación de áreas con riesgo de sequía intraestival. Publicación Especial No. 1 SARH - INIFAP - CECE CH Ocozocoautla, Chiapas, México. 42 p.
- Perrin, R. K., Winkelman, D. L., Moscardí, E. R. y Anderson, R. J. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. CIMMYT, México. 54 p.
- Peña, O. B. V. 1973. Evaluación del levantamiento fisiográfico de la región Sur-Oriental del Valle de México cuando se usa como base para desarrollar recomendaciones de productividad. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Rojas, M. B. A. 1981. Planeación y análisis de los experimentos de fertilizantes. México. INIA. Folleto Misceláneo No. 41. 43 p.

- Senigagliesi, M. C. A., Núñez, E. R., Alcalde, B. S. 1973. El análisis foliar como método de diagnóstico de necesidades de nitrógeno en maíz de temporal en la zona oriental del Valle de México. *Agrociencia* 14: 43-58.
- Torres, B. M. y Ortega, T. E. 1972. Correlación y calibración de diferentes métodos de análisis químicos de fósforo asimilable para los suelos de la zona de influencia de Chapingo, México. *Agrociencia* 7: 47-63.
- Turrent, F. A. 1978a. El método gráfico-estadístico para la interpretación económica de experimentos conducidos con la matriz Plan Puebla I. Escritos sobre la metodología de investigación en productividad de agrosistemas No. 5. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Turrent, F. A. 1978b. El agrosistema, un concepto útil dentro de la disciplina de productividad. Escritos sobre la metodología de investigación en productividad de agrosistemas No. 3. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Villalpando, I. J. F. 1975. Desarrollo de un método para obtener ecuaciones empíricas generalizadas del rendimiento en una región agrícola, para uso en diagnóstico. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Villalpando, I. J. F., Turrent, F. A., Puente, F. F. 1979. Efecto de algunos factores ambientales sobre la respuesta del maíz de temporal al fertilizante fosfórico en la planicie de Huamantla, Tlaxcala. *Agrociencia* 36: 163-178.