

HACIA UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE: ESTUDIO LONGITUDINAL SOBRE PRACTICAS DE FERTILIZACIÓN EN MAÍZ EN UNA REGIÓN DEL ESTADO DE PUEBLA¹

Benito Ramírez Valverde²

Gustavo Ramírez Valverde

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se ha incrementado el uso de fertilizantes químicos en maíz, desplazando en algunos casos el uso de practicas tradicionales de fertilización, como es el caso de uso de abono orgánico, además han ocurrido grandes cambios en la política agropecuaria que han incrementado los costos de los insumos. Ante esta situación, es necesario estudiar las practicas que conduzcan a una agricultura sostenible. Esta investigación se realizo en una región del estado de Puebla que comprende once municipios, en donde se aplicaron anualmente entrevistas a campesinos seleccionados en forma aleatoria. El periodo estudiado comprende seis años (1990-1995) y la muestra total en el periodo de estudio fueron 830 campesinos.

¹ Documento preparado para el 3er. Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional en México. Tlaxcala, Tlax.

² Colegio de Postgraduados. Instituto de Socioeconomía e informática.

Antecedentes

El uso de abono orgánico es una práctica tradicional en el cultivo de maíz y que ayudan a mejorar las propiedades físicas de los suelos, principalmente en relación a la conductividad hidráulica, retención de agua, densidad aparente y en la estabilidad de los agregados del suelo (Contreras, 1987), además también mejora las propiedades biológicas del suelo sirviendo para mejorar la disponibilidad de nutrientes del suelo, como fuente de energía para los organismos del suelo y ayuda a reducir la erosión del suelo (Mastur y Karama, 1994). Labios y Labios, (1994) menciona que mejora las propiedades del suelo en cultivos intensivos, especialmente en agricultura tradicional.

Entre las desventajas del abono orgánico, Reyes (1981) manifiesta la baja concentración de nutrientes en relación a los fertilizantes químicos y el tiempo necesario para su descomposición. Chávez y López (1993) mencionan como desventaja los altos costos del transporte del estiércol y la falta de crédito oficial para la compra de estos productos. García (1989), sostiene que el uso de abono orgánico no se ha generalizado por la falta de información sobre manejo, dosis, forma y época de aplicación debido a lo escaso de la investigación.

La investigación sobre el uso de abono orgánico en combinación con fertilizante químico se ha desarrollado en varios estados de la República. En Puebla, Caballero (1978) reporta que desde 1969 en el valle de Puebla se iniciaron experimentos sobre el uso de estos fertilizantes. Entre estos trabajos se pueden citar los realizados por Macías (1975) y Caballero (1988), donde muestran las bondades de la aplicación del abono orgánico y del fertilizante químico. En el área donde se realizó el presente estudio, Villarroel (1979) evaluó la respuesta del maíz y el frijol de mata a las aplicaciones de gallinaza y estiércol vacuno y encontró entre otras cosas que el fertilizante orgánico en combinación con Zinc, aumentaron la eficiencia en el control del rayado de las hojas de maíz.

Pérez (1992) menciona que los altos costos de los fertilizantes químicos y las características ecológicas sociales y económicas en que se realiza la producción de maíz, la fertilización orgánica es una fuente alternativa de nutrientes. Sin embargo a nivel regional, existen problemas,

como manifiesta Aguilar (1994) en un estudio realizado en Oaxaca, donde debido a la migración a los Estados Unidos, se han modificado las prácticas agrícolas y la aplicación de abono orgánico en las parcelas es uno de los elementos de la tecnología tradicional que se encuentra en crisis debido a la escasez de fuerza de trabajo.

La región

La región es donde se realizó este estudio se localiza en la parte centro Oriente del Estado de Puebla, entre los paralelos 18° 41' 34" y 10° 20' 11" latitud norte y los meridianos 97° 09' 08" y 97° 46' 00" de latitud oeste del meridiano de Greenwich (Avelino D. y B. Ramírez 1990). Esta región comprende 11 municipios : Soltepec, Mazapiltepec, San Salvador el Seco, San Nicolás Buenos Aires, Aljojuca, San Juan Atenco, Tlachichuca, Ciudad Serdán, Atzitzintla, Esperanza y Cañada Morelos. En el siguiente mapa se muestra la ubicación de los municipios estudiados.

La superficie es de 204,759 hectáreas, con 116,092 de éstas que se destinan a uso agrícola, en su gran mayoría de temporal (112,828) y solo 2992 cuentan con riego. El principal cultivo sembrado en la región es el maíz con 89,189 hectáreas. Una superficie de 22,747 hectáreas se dedica a la ganadería, 28,927 al sector forestal y 36,993 ha se destinan a otros usos (Plan Llanos de Serdán, 1995).

La altitud que se presenta en el área van de los 1,800 a 3,200 metros sobre el nivel del mar. En su mayoría se presentan superficies planas, aunque existen sierras con ladera escarpadas. Los tipos de clima predominantes son el templado, el sub-húmedo y el semiseco estepario.

Las temperatura promedio mensual van de 10 a 15°C con presencia de heladas desde mediados de septiembre hasta mediados de marzo, con 70 heladas al año en promedio. La precipitación pluvial oscila entre 390 y 1200 milímetros anuales.

Metodología

Los datos de este estudio fueron obtenidos mediante un cuestionario a campesinos de la región que fueron seleccionados aleatoriamente, mediante el procedimiento de elegir al azar comunidades y posteriormente, también en forma aleatoria, se seleccionaron a los productores dentro de cada comunidad. El tamaño de muestra fue diferente en cada uno de los años estudiados, siendo de 134 productores en 1990, 124 en 1991, 146 en 1992, 153 en 1993, 152 en 1994 y finalmente en 1995 se entrevistaron a 121 campesinos de la región. El tamaño total de la muestra fue de 830 productores en el período 1990-1995. Para el análisis de la información se utilizó estadística descriptiva y regresión logística.

Resultados

El uso de abono orgánico en la región es alto, considerando que no se aplica todos los años en un mismo predio. En el período estudiado se encontró que el 27.53% de los productores habían aplicado este producto en su predio el año en que se realizó la entrevista. El porcentaje de productores que aplicó en cada año es variable como se observa en el cuadro siguiente:

Cuadro 1
Uso de abono orgánico durante el período estudiado

A Ñ O	USO DE ABONO ORGANICO			
	Aplicó		No aplicó	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
1990	39	29.10	95	70.90
1991	46	37.10	78	62.90
1992	38	26.06	108	73.97
1993	30	19.61	123	80.39
1994	30	19.74	122	80.26
1995	43	35.54	78	64.46
Global	225	27.53	604	72.77

La mayoría de los productores manifestó que usaba estiércol de equino como abono orgánico, seguido por combinaciones de estiércoles de distintos animales. En relación a la cantidad aplicada, se encontró que en promedio se usaron 4.7 toneladas por hectárea, con una desviación

estándar de 3.55. El productor que más usó fue 15 toneladas y sólo 300 kilogramos de estiércol el productor que menos aplicó.

Cuando se quiere estudiar el comportamiento de variables binarias, como en este caso que se revisaron los campesinos que usan abono orgánico y los que no aplican estos productos, la regresión logística es una buena opción. Esta técnica estadística la usaremos para realizar un estudio exploratorio que permita relacionar una serie de variables con el uso o no de fertilizante orgánico, mediante el siguiente modelo:

$$\ln(\pi / 1 - \pi) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p$$

Donde, $\pi = p(y = 1 / x)$ es la probabilidad de que la variable respuesta que en este caso es la variable aplicación de fertilizante orgánico (y) tome el valor uno. $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$ son parámetros, desconocidos y X_1, X_2, \dots, X_p son variables explicatorias. En este estudio se definió la variable respuesta y con valor de 1 si el campesino aplicó abono orgánico y 2 si no usó estos productos. Entonces, π es la probabilidad de que un agricultor aplique abono orgánico y los parámetros $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$ determinan la influencia de las variables explicatorias en la aplicación de abono orgánico.

Con la información obtenida en las encuestas aplicadas en la región en el período 1990-1995, se buscaron los variables que tuvieron mayor relación con la aplicación de abono orgánico. Dentro de este grupo de variables se considera de tipo social y agronómico, aunque el énfasis en esta investigación fue en variables de tipo productivo, es necesario hacer la aclaración que este estudio es de tipo exploratorio, con objeto de identificar algunas variables que influyen sobre el uso de abono orgánico, pero existe un gran número de variables no considerados dentro de esta investigación principalmente de tipo socioeconómico, que podrían estar estrechamente relacionadas con la variable dependiente, por lo que se sugiere continuar investigando dentro de esta línea. Para seleccionar el modelo de regresión logística, se procedió a incluir y desechar variables de acuerdo con los resultados de la ejecución de los modelos hasta obtener el modelo adecuado. Al finalizar el proceso de selección de variables se encontró que las variables, edad del

agricultor, superficie, cantidad de semilla utilizada (kg./ha), densidad de población, aplicación de abono químico, cantidad de nitrógeno aplicado (kg./ha), cantidad de fósforo aplicado (kg./ha), rendimiento obtenido, presencia de enfermedades, comercialización de la producción, obtención de crédito, seguro agrícola, asistencia técnica, topografía del suelo, profundidad del suelo, color del suelo, no fueron significativos, es decir no afectan grandemente la decisión de aplicar abono orgánico por parte de los productores.

De las variables estudiadas, las que mayor incidencia tuvieron en la decisión de aplicar abono orgánico de acuerdo al modelo seleccionado fueron la experiencia en organización campesina, la presencia de plagas y la variable años. Los resultados de las pruebas de hipótesis se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 2

Resultado de las pruebas de hipótesis sobre el modelo de regresión logística seleccionado

Fuente	Grados de libertad	Chi Cuadrada	$\hat{\alpha}$
Intercepto	1	77.83	0.0000
Participación en organización campesina	1	4.15	0.0416
Presencia de plagas	1	10.86	0.0022
Año	1	18.65	0.0010
Prueba de bondad de ajuste	16	7.52	0.9618

Para probar la hipótesis de que el modelo ajusta bien a los datos se utiliza la prueba de bondad de ajuste y de acuerdo a los resultados mostrados en el cuadro anterior se encontró que el $\hat{\alpha}$ de la razón de verosimilitud es de 0.9618, por lo tanto la hipótesis no se rechaza y se concluye que el modelo ajusta bien a los datos. Los valores de los estimadores de las variables incluidas en el modelo se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3
Estimadores del modelo de regresión logística seleccionado

Efecto	Parámetro	Estimador	Error estándar	Chi-cuadrada	$\hat{\alpha}$
Intercepto	1	-0.8332	0.0944	77.84	0.0000
Participación en organización campesina	2	0.1719	0.0843	4.15	0.0416
	3	0.3144	0.0954	10.86	0.0010
Presencia de plagas Años	4	-0.0483	0.1807	0.07	0.7893
	5	0.5584	0.1778	9.86	0.0017
	6	-0.0951	0.1754	0.29	0.5879
	7	-0.3672	0.1894	3.76	0.0525
	8	-0.3868	0.1860	4.33	0.0376

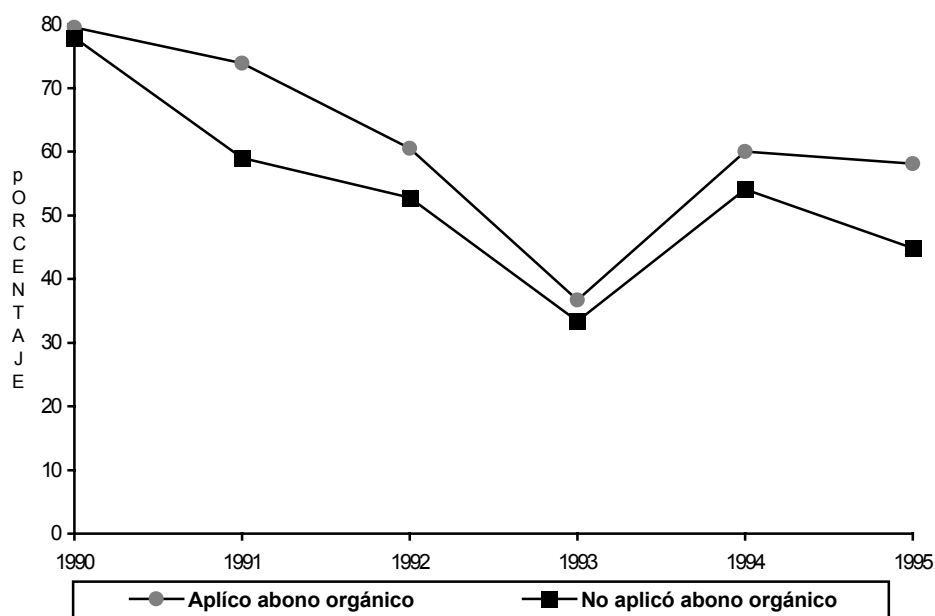
En el Cuadro 2 puede observarse que existe un ajuste por años en las variables del modelo seleccionado. En relación a la variable experiencia en participación en organización campesina, se encontró que la mayor parte de los productores ha participado al menos alguna vez en organizaciones, y como puede observarse en el Cuadro 3, el estimador en la regresión logística es positivo, lo que indica que la experiencia en organización campesina influirá de manera positiva en la decisión de aplicar abono orgánico, como puede verificarse en el Cuadro 4.

Cuadro 4
Uso de abono orgánico de acuerdo a la participación en organización campesina

Abono orgánico	Participación en organización alguna vez		No participación en organización		T O T A L	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Uso	142	30.80	84	22.76	226	27.23
No Uso	319	69.20	285	77.24	604	72.77

Puede notarse en el cuadro anterior, que de los productores que han participado alguna vez en organización campesina, en mayor porcentaje aplica abono orgánico que los productores que no han participado nunca en alguna organización. A través del período de estudio, puede observarse los porcentajes, de uso de abono orgánico en la Gráfica 1.

Gráfica 1
Porcentaje de productores que han participado en alguna organización campesina de acuerdo al uso de abono orgánico



Entonces, la organización campesina al parecer influye en el uso de abono orgánico, la explicación es por establecer relaciones para compra de abono orgánico, además que la organización campesina en la región estuvo muy ligada con el crédito, por lo que también puede tomarse como fuente de financiamiento para la compra de fertilizante.

En relación a la presencia de plagas, se puede observar que en el Cuadro 3 que estudiamos el modelo para esta variable es también positivo lo que significa que existe mayor incidencia de plagas en el cultivo de los productores que aplican abono orgánico como puede notarse en el Cuadro 5.

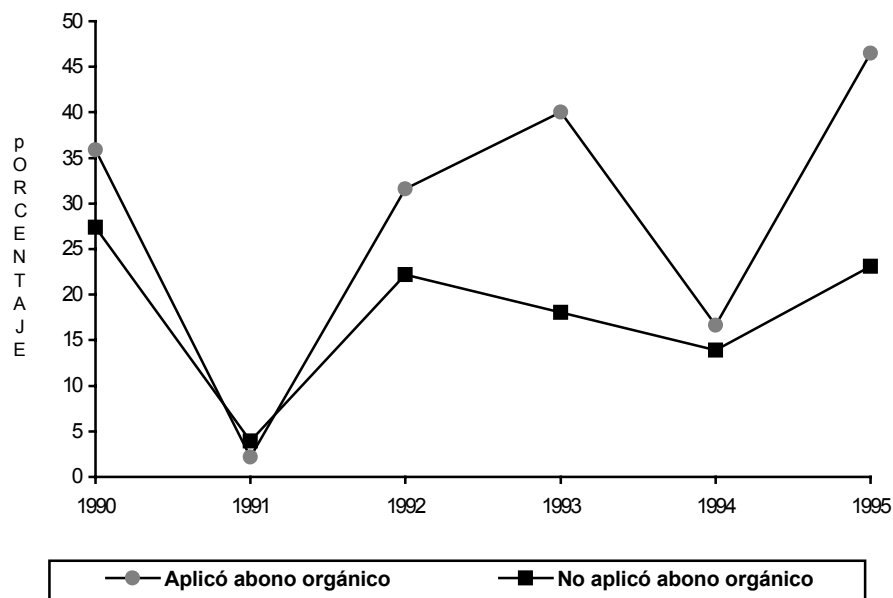
Cuadro 5

Incidencia de plagas en los terrenos de los productores de acuerdo a uso de abono orgánico

Abono orgánico	Presencia de plagas		Ausencia de plagas		T O T A L	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Usó	64	36.78	162	24.77	226	27.29
No Usó	110	63.22	492	75.23	602	72.71

A través del tiempo puede observarse un comportamiento similar, con mayor incidencia de plagas en los cultivos de los productores que usaron abono orgánico como puede notarse en la Gráfica 2.

Gráfica 2
Porcentaje de predios con presencia de plagas de acuerdo al uso de abono orgánico en la región estudiada



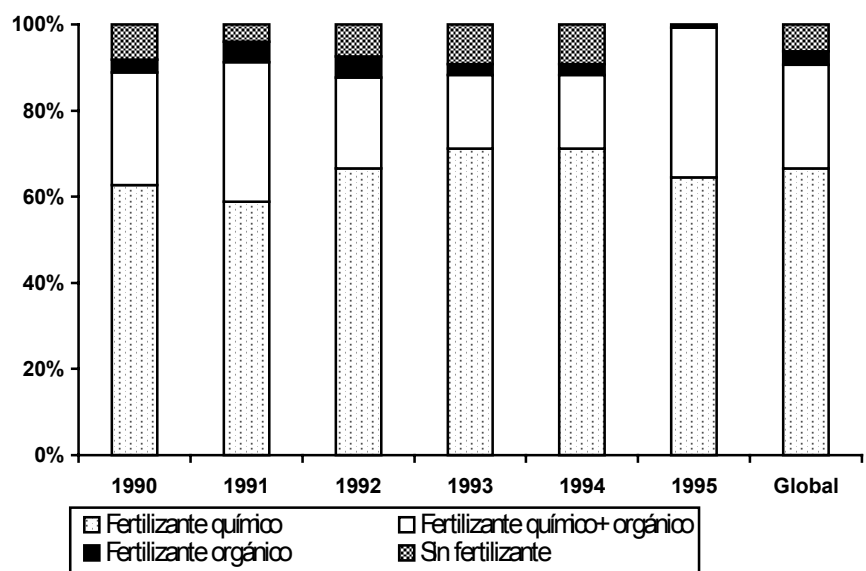
Una de las desventajas del uso de abono orgánico es la posible transmisión de plagas y enfermedades si no se hace un manejo adecuado del producto, por lo que es necesario desarrollar campañas de asistencia técnica para evitar la presencia de plagas.

Los resultados de las encuestas muestran que el promedio de edad de los agricultores que aplicaron la materia orgánica fue de 51.9 años ($s=13.4$), y para los que no aplicaron fue de 48.2 años ($s=13.1$). Otra variable en la que no se encontró significancia fue la escolaridad, donde el promedio para los productores que aplican fertilizante orgánico fue de 3.1 años ($s=2.7$) y en el caso de los que no aplicaron fue de 3.5 años ($s=2.6$). en el caso de tamaño del predio, se encontró que fueron muy similares en los dos grupos, en el primer caso los productores tuvieron 6.1 hectáreas en promedio ($s=6.2$) y en el segundo grupo, el promedio fue de 6.4 hectáreas ($s=6.1$).

El principal cultivo en la región es maíz, que en su gran mayoría es de tipo criollo. Los rendimientos obtenidos en la región son altos, considerando que es un cultivo sembrado bajo condiciones de temporal. El promedio obtenido por los productores que aplicaron fertilizante orgánico fue de 3,268.3 kilogramos por hectárea ($s=1,703.36$) y de 3,188.82 kilogramos por hectárea ($s=1,734.98$) en los que no aplicaron este producto, como puede notarse aquí no existe diferencia significativa por la aplicación de abono orgánico. En el caso de densidad de población, los resultados son muy similares, los productores que aplicaron abono orgánico tuvieron en promedio de 35,135 plantas por hectárea ($s=7,585.8$) y los productores que no aplicaron, usaron 35,030 plantas por hectárea ($s=7,439.9$).

Un aspecto importante para revisar fue la relación entre uso de abono orgánico y fertilizante químico. Se encontró que no existe sustitución del fertilizante orgánico por el químico, ya que en promedio no existió diferencia significativa entre los dos tipos de productores. En primer caso, se aplicó 114.1 kilogramos de nitrógeno ($s=59.2$) y 31.5 kilogramos de fósforo ($s=35.6$) en promedio y para los productores que no aplicaron abono orgánico, los promedios fueron de 113.8 kilogramos de nitrógeno ($s=50.7$) y 31.6 kilogramos de fósforo ($s=32.6$). Esto quiere decir que los productores aplican fertilizante químico con fines productivos y periódicamente incorporan el material orgánico para mejorar las características del suelo, además de la productividad. Para conocer el uso de ambos fertilizantes a través del tiempo, se presenta la Gráfica 3.

Gráfica 3
Porcentaje de uso de fertilizante químico y orgánico. Período 1990-1995



Puede observarse que la gran mayoría utiliza fertilizante químico y aproximadamente una cuarta parte combina los dos tipos de fertilizante y esta tendencia ha permanecido constante, sin embargo, de acuerdo con el modelo neoliberal establecido en el país, se han privatizado empresas estatales y retiro de subsidios. En este caso se encuentran la industria de fertilizantes, por lo que el precio de estos productos se han incrementado.

Otro de los efectos de la nueva política agrícola fue la reducción del crédito en la región (Ramírez y Ramírez, 1996), así como del servicio de asistencia técnica. Esto hace que se eleve el costo y se reduzcan los apoyos oficiales, por lo que a futuro, un gran número de productores de esta región no están en posibilidades de aplicar fertilizante químico o reducir la cantidad que el productor le gustaría aplicar y consideramos que la fertilización orgánica adquiera mayor importancia y nos encaminemos hacia una agricultura más sostenible, sin embargo, para lograr esto se requiere mayor investigación agrícola sobre uso de abono orgánico, divulgar los resultados de las investigaciones, así como dar a conocer prácticas de manejo adecuados a este tipo de producto y finalmente financiamiento para la adquisición de fertilizantes químicos y orgánicos. Esto requiere cambios en la política agrícola, que proporcione mayores apoyos a las zonas con agricultura de temporal y minifundio, situación que a corto plazo consideramos muy difícil de modificar, por lo

que queda una pregunta por resolver: ¿Es posible una agricultura más sostenible bajo las reglas establecidas por el modelo económico neoliberal?

CONCLUSIONES

Este trabajo fue de tipo exploratorio para detectar variables relacionadas con el uso de abono orgánico en una región maicera del Centro-oriente del Estado de Puebla. Las principales conclusiones de este estudio son:

- Existe relación entre la experiencia de los productores en organización campesina y el uso de abono orgánico.
- Se encontró mayor incidencia de plagas en los terrenos de productores que usan abono orgánico.
- Las variables como edad, escolaridad, superficie, rendimiento, densidad de población (plantas / ha), cantidad de nitrógeno y fósforo aplicado entre otras, no fueron significativas entre los productores que aplican y los que no aplican abono orgánico.
- En este estudio se hizo énfasis en variables de tipo productivas, por lo que es necesario continuar investigando sobre las variables relacionadas con esta práctica, principalmente de tipo socioeconómica.
- Para promover la fertilización orgánica y otras prácticas, es necesario apoyos como investigación agrícola, extensión y crédito entre otras, pero ante los cambios en política agrícola dictadas por el nuevo modelo económico imperante en México, en el corto plazo es realmente difícil que la agricultura minifundista y bajo condiciones de temporal se dirija hacia una agricultura sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

Avelino D. y B. Ramírez, 1990. “Verificación del método de estimación de rendimientos de maíz”. Documento Interno. Plan Llanos de Serdán. Colegio de Postgraduados, Puebla, Pue. México.

Aguilar J. 1994. “Agricultura campesina y proceso de apropiación tecnológica”. En “Agricultura campesina”. Orientaciones agrobiológicas y agronómicas sobre bases sociales vs Tratado de Libre Comercio”. Martínez T., J. Trujillo y F. Benjamín. Compiladores. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Texcoco, Estado de México.

Caballero M. R. 1978 “Influencia de la dosis, fuente y oportunidad de aplicación de gallinaza y su interacción con los fertilizantes químicos sobre el rendimiento de maíz (*Zea mays*) en la zona III del Plan Puebla”. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N. L.

Caballero M. R. 1988. “Respuesta del monocultivo del maíz y de la rotación maíz-fríjol a las aplicaciones de estiércol de ave y de fertilizantes químicos en el área del Plan Puebla”. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.

Contreras J. R. 1987. “Abonos verdes, alternativa para incrementar el nivel de fertilidad de los suelos”. En “Memoria del Seminario como aumentar la producción agropecuaria y forestal en la región Mixteca Oaxaqueña”. A. Muñoz y B. Dimas. Compiladores. Agosto 13 y 14 de 1987. Tiltepec, Oaxaca. Colegio de Posgraduados.

Chávez B. y F. López 1993. “El estiércol porcino como complemento a la fertilización química para incrementar fertilidad en andosoles de Michoacán”. En “I Simposio Internacional y II Reunión Nacional sobre Agricultura Sostenible. Resúmenes”. 1 al 4 de diciembre de 1993. Puebla, Pue., Colegio de Postgraduados.

García P. J. D. 1989. Aplicación de estiércol bovino, gallinaza y fertilizantes químicos en maíz de temporal en Nayarit. "Terra" Vol. 7 Julio - diciembre de 1989. No. 2.

Labios R. V. y J. D. Labios 1994. "Cropping systems and use of organic-inorganic fertilizer combination". En "Combined use of chemical and organic fertilizers". Editado por Zulkifli H., H. Ahmad y A. Anuar. Universiti Pertanian Malaysia and Food & Fertilizer Technology Center.

Macías L. J. A. 1975. "Influencia del nitrógeno y el estiércol de ave (gallinaza) en la asociación maíz-frijol de guía en parte de la zona V del Plan Puebla". Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.

Mastur, I. W. A. y A. S. Karama. 1994. "The effect of organic and inorganic fertilizers on maize performances in dry season". En "Combined use of chemical and organic fertilizers". Editado por Zulkifli H., H. Ahmad y A. Anuar. Universiti Pertanian Malaysia and Food & Fertilizer Technology Center.

Pérez, R. N. 1992. "Influencia de la gallinaza y del fertilizante químico en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el municipio de Tenango del Aire, Estado de México". Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo.

Ramírez V. B. y G. Ramírez. 1996 "El crédito agrícola en tiempos del Barzón: Análisis de una región del Estado de Puebla". Documento presentado en el Tercer Coloquio de Investigación y Estudios Rurales. 21 y 22 de Noviembre. Guanajuato, Gto.

Reyes P. 1981. "Historia de la agricultura". A. G. T. Editor. México.

Villarroel, A. J. 1979. "Respuestas del Maíz y frijol a la aplicación de gallinaza, estiércol vacuno, Zinc, Manganeso y hierro en suelos de Ciudad Serdán Puebla, bajo condiciones de campo e invernadero". Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados.