



EVALUACIÓN DE DOSIS DE FERTILIZACIÓN POR MEDIO DE ABONOS ORGÁNICOS EN AGROECOSISTEMAS CACAOTEROS EN TABASCO MÉXICO

Palma López, D.J. ; *Padilla Vega, J.; Moreno Cáliz, E.; Triano Sánchez, A.; Hernández Nataren, E.

Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco

RESUMEN

El objetivo del estudio fue validar el efecto de diferentes abonos orgánicos en cacaotales con distintas cantidades aplicadas, para lo cual se desarrolló un experimento con siete tratamientos establecidos al azar con cuatro repeticiones donde se tomaron muestras foliares y de suelo a dos profundidades, con intervalos de cuatro meses después de establecer el experimento. El experimento fue establecido en una finca cacaotera del municipio de Comalcalco en la Ranchería Centro Tular, al término del ciclo se midió el rendimiento del cacao. Los resultados obtenidos de este experimento muestran que la cachaza es una fuente de materiales orgánicos que puede ser utilizada para fertilizar el cacao, ya que se observaron resultados positivos en los rendimientos, de igual forma la composta elaborada a base de residuos poscosecha del cacao. La dosis de fertilización recomendada es de 4 kg base seca para los dos tipos de compostas utilizadas, ya que con ellas se obtiene una producción por encima de la media nacional. Es necesario continuar evaluando el efecto de las compostas en las propiedades de los suelos cacaoteros bajo manejo orgánico, así como los rendimientos ya que el uso de abonos orgánicos actúan de forma lenta en los sistemas.

INTRODUCCIÓN

La producción agroalimentaria de calidad e inocuidad es una demanda de los consumidores quienes desean asegurarse de que los productos agrícolas sean sanos y libres de fertilizantes sintéticos, con ello nuevos canales y mercados son abiertos para los productores agrícolas quienes ven en la producción orgánica una oportunidad de comercialización de sus productos y sobreprecio en comparación a los productos convencionales. Sin embargo, el camino hacia la producción orgánica, ecológica y sustentable no es fácil, se requiere vencer diversos obstáculos en la cadena agroalimentaria y agroindustrial, uno de ellos es cómo obtener producción en volumen y calidad, para esto la agricultura convencional lo resolvió aplicando fertilizantes y plaguicidas, de esta forma pudo corregir los déficit nutricionales de las frutas y verduras obteniendo volúmenes que pudieran hacer frente al mercado con un precio competitivo, la agricultura orgánica en el trópico mexicano pretende dar respuesta a la demanda de los industriales y consumidores quienes exigen calidad, inocuidad y volumen. Los principales países productores de cacao en el mundo son: Brasil, Camerún, Ecuador, Ghana, Malasia y Nigeria, tradicionalmente cultivan el cacao, expandiéndose a otros países como Costa de Marfil, este último es el productor líder a nivel mundial en la producción de cacao convencional (Gaitán, 2005). En México el principal productor de cacao es el estado de Tabasco, en donde los productores se han esforzado por ser líder a nivel mundial de cacao orgánico (*Theobroma cacao* L.), ya que desde el año 2003 la Secretaría de Desarrollo Agropecuario Forestal y Pesca del Gobierno del estado de Tabasco (SEDAFOP) puso en marcha el programa de producción de cacao orgánico donde apoya a más de 6,457 productores con una superficie de 10, 982 ha lo que representa el 18% de la superficie cacaotera del estado (INEGI, 2005).

El desarrollo de tecnologías replicables y poco dependientes de insumos externos es fundamental para que el desarrollo local sea lineal y no se tenga un retroceso en el avance agrario. Para el país el contar con insumos como fertilizantes es costoso ya que desde 1990 México importa fertilizantes debido al cierre de FERTIMEX (Rechi, 2001). Uno de los principios de la agricultura orgánica es no depender de fertilizantes sintéticos y hacer un manejo holístico del sistema, lo que implica que el productor genere su propio fertilizante utilizando residuos poscosecha de los principales cultivos de la región. La industria cañera anualmente genera 47,000 toneladas de desechos de bagazo y cachaza, los cuales con un proceso de compostaje pueden ser aprovechados para la agricultura ecológica. Por definición un fertilizante es cualquier material orgánico o inorgánico, natural o sintético, capaz de proporcionar a las plantas uno o más de los elementos químicos esenciales para su normal desarrollo (IFDC, 1979 citado por



Salgado *et al.*, 1999). Para lograr una interacción entre suelo, planta y manejo se debe entender cada uno de los componentes. El recurso suelo funciona como sustrato que supe el agua y nutrimentos al mismo tiempo que brinda sostén a las plantas y otros organismos. Aunque estas son cualidades genéricas de todos los suelos, la intensidad con la que ocurre cada una de ellas varía de suelo a suelo (Henríquez *et al.*, 1998).

Cuando se trabaja con plantaciones perennes se debe mantener el estado nutricional del cultivo, ya que es en ellos donde se refleja de forma más directa la fertilidad de los suelos. La fertilidad de un suelo esta ligada a la materia orgánica, su descomposición produce sustancias y aglutinantes microbianos que pueden ayudar a la estabilidad de la estructura deseable del suelo favoreciendo la porosidad del suelo y bajando la densidad aparente (Sánchez, 2001). El manejo de una plantación es el conjunto de actividades a desarrollar sobre el suelo y la plantación con intereses para el hombre, en estas actividades está incluida la fertilización, poda, riego, cosecha, sanidad, entre otras. Se dice que la agricultura orgánica es precursora de la protección de los recursos naturales. En la actualidad se estima que existen alrededor de 16 millones de hectáreas manejadas orgánicamente en 139 países alrededor del mundo de los cuales 34 países (24%) son latinoamericanos. De éstos se considera que 13 de los países de la región se encuentran con un nivel relativamente avanzado en el desarrollo de su agricultura orgánica, mientras que 21 están aún en un nivel incipiente de desarrollo (Gracia, 2001). Por ello el validar dosis de fertilización basada en abonos orgánicos ayudará a tener resultados replicables que garanticen el volumen y calidad deseado por los industriales. Además de no depender del exterior y el que los productores sean autosuficientes en la producción de bio-fertilizantes y generar beneficios al ambiente. Esto sin duda alguna, debe fortalecer la transición del cacao convencional a cacao orgánico.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la dosis de fertilización orgánica y del tipo de abono en el agroecosistema cacao en plantaciones del municipio de Comalcalco Tabasco.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Caracterizar dos tipos de compostas elaboradas a base de cachaza y bagazo, así como de residuos poscosecha de cacao mezclados con materiales de la región.

Evaluar la respuesta productiva del cacao en la aplicación de estas compostas.

Evaluar el efecto de las compostas sobre suelo y planta dentro del agroecosistema cacao.

METODOLOGÍA

El área de estudio se ubico en una parcela de cacao de la ranchería Centro Tular, 1ª. Sec. del Municipio de Comalcalco Tabasco, la edad de la plantación fue de 25 años, con una elevación de 21msnm. La parcela experimental comprendía 512 plantas de cacao las cuales se fraccionaron en micro-parcelas que integraban 16 plantas por tratamiento, los tratamientos a evaluar corresponden a la dosis (2, 4 y 6 kg de composta en base seca) y tipo de composta aplicada. Se evaluaron 2 tipos de composta, una basada en residuos poscosecha del cacao y otra basada en residuos de la caña de azúcar. Los materiales empleados para la composta de residuos poscosecha de cacao se muestran en el Cuadro 1, la composta de cachaza-bagazo tuvo una relación 1:1, estos materiales fueron donados por el Ingenio Presidente Benito Juárez (IPBJ) y composteados en el modulo experimental del Colegio de Postgraduados Campus Tabasco. Una vez madura las compostas se tomaron muestras para la realización de análisis de laboratorio, para conocer las características químicas de las compostas.

CUADRO 1. MATERIALES UTILIZADOS EN LA COMPOSTA DE RESIDUOS POSCOSECHA DE CACAO		
Material	Unidad de medida	Peso
Cáscara de cacao	120 sacos	3600kg
Hojarasca de cacao	40 sacos	400kg
Hojas de cocoite	3 sacos	40kg
Ceniza	9 sacos	180kg
Estiércol de vaca	7 sacos	210kg
Tallos de plátano	15 sacos	450kg
Arvenses del sitio	8 sacos	240

Una vez caracterizados los materiales composteados y marcadas las micro parcelas con rafia de diferentes colores, cada uno correspondiente a un tratamiento, con tres repeticiones establecidas con un diseño de bloques al azar, se procedió al pesado de los materiales para su aplicación, la aplicación fue hecha a 50 cm de distancia del tronco del árbol y a 15 cm de profundidad (Figura 1). Una vez establecido el experimento se monitoreo cada 4 meses hasta completar un ciclo productivo donde se tomaron muestras foliares y de suelo a las profundidades de 0-10 y 10-30, el muestreo se realizo de acuerdo a la metodología propuesta por Salgado *et al* (1999). Los análisis realizados a las muestras de suelo fueron: pH (Potenciometría), materia orgánica en compostas (calcinación) y en suelos (Walkley y Black), Nitrógeno (Semimicrokjeldahl), Fósforo disponible (Olsen); Potasio, Calcio, Magnesio (extracción con acetato de amonio 1N pH 7). Estos análisis fueron realizados en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas (LASPA) del Colegio de Postgraduados. También se evaluaron los rendimientos obtenidos de cacao según el tratamiento. Estos datos fueron analizados mediante una prueba de media, Duncan (α 0.01) utilizando el Software SAS versión 9 para ver la diferencia existente entre los tratamientos.

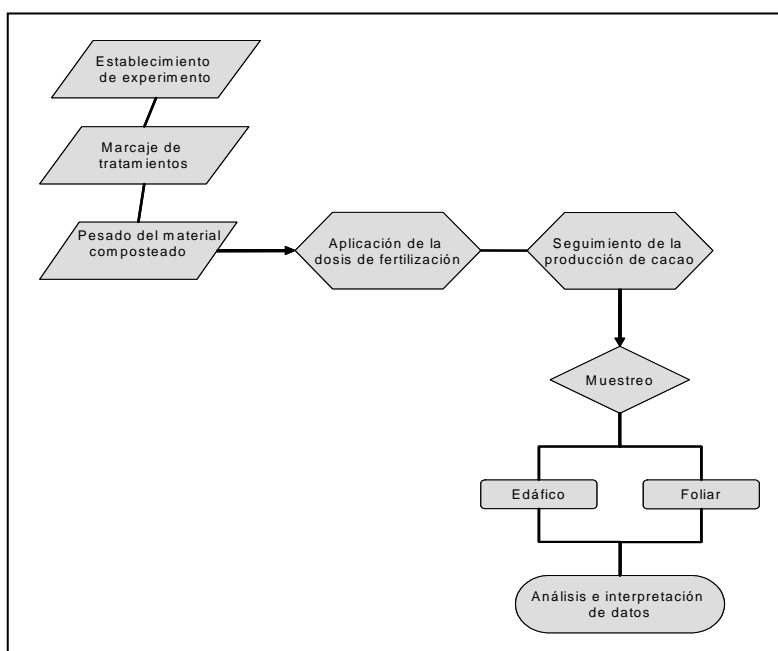


Figura 1. Actividades desarrolladas durante el experimento

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de compostas. En el Cuadro 2 se observa la caracterización química de las compostas, ambas tienen un pH neutro según la clasificación de Jones y Wolf (1948), por lo que el pH no es un factor limitante para el uso de ambas compostas. El efecto de la composta cachaza-bagazo sobre los nutrientes es casi nulo, comparada con la composta de materiales poscosecha de cacao la disponibilidad o labilidad de algunos nutrientes podrían ser restringidos. La materia orgánica (MO) está ligada a la liberación de nitrógeno y fósforo, también es la fuente de ácidos húmicos y fúlvicos, que participan en procesos fisicoquímicos del suelo y en la fisiología de las plantas, la MO es la variable que influye principalmente en las propiedades físicas del suelo, para el caso de las compostas utilizadas en los tratamientos, ambas son extremadamente ricas en MO (Velasco, 1983), no obstante que la composta de cacao está hecha principalmente a base de fragmentos de materiales de la finca como cascarilla de cacao, ceniza, estiércol vacuno y hojas por lo que estos materiales se encuentran con una mayor cantidad de lignina y celulosa haciendo más lenta su descomposición. Un elemento muy dinámico e importante es el nitrógeno ya que entra y sale del sistema de diferentes formas, la relación de nitrógeno total en las dos compostas es moderadamente rico (Moreno, 1978); sin embargo, se requiere conocer la dinámica del nitrógeno mineral, el cual debe cuidarse en la



aplicación de compostas para que no sea lixiviado. El segundo elemento esencial para las plantas en orden de importancia es el fósforo, ya que forma parte de un gran número de compuestos orgánicos esenciales, incluyendo aminoácidos, proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos y clorofila. Aunque en los suelos el P es un elemento abundante solo una proporción se encuentra disponible para la planta en forma de ortofosfato primario (H_2PO_4), aunque también es absorbido como ortofosfato secundario (HPO_4), las compostas de cachaza-bagazo y cacao tienen alto contenido de este elemento (CSTPA, 1980). En la elaboración de las compostas es común la utilización de tallos de plátanos que son ricos en K lo que puede explicar que la composta hecha de cachaza sea baja en este elemento, mientras que la de manejo poscosecha de cacao resulta ser alta. Como se muestra en el Cuadro 2, los resultados de Ca según la clasificación de Castellanos (2001), para ambas compostas los niveles son altos, lo cual es favorable a las plantas porque participa como un nutriente estructural, forma parte esencial de las paredes y membranas por lo que debe estar presente para la formación de nuevas células, el calcio es relativamente inmóvil y no se redistribuye en los tejidos de las plantas por lo que es importante contar con buenos niveles en las compostas. La capacidad de intercambio catiónico es una característica de los suelos que se relaciona con su capacidad para retener e intercambiar cationes, en las compostas la CIC es alta (Castellanos, 2001) debido a la gran cantidad de materia orgánica que proporciona los sitios de intercambios disponibles por medio del humus y que finalmente como reserva de nutrientes.

Identificación	pH (H ₂ O) rel. 1:5	CE	MO	N	P mg kg ⁻¹	K	Ca	Mg	Na	CIC
		dS m ⁻¹	%							
Cachaza-Bagazo (c-b)	7.0	0.5	3.4	1.0	861	3.5	46.1	11.7	0.2 3	40.5
Cacao (c)	7.0	3.4	3.16	1.07	174	10.2	73.4	29.8	1.1 4	58.3

Resultados foliares. Los resultados de análisis foliar fueron interpretados de acuerdo a Loué *et al.* (1984), en la Figura 2 se observa que el nitrógeno durante el primer muestreo para el tratamiento de 2 kg de composta cachaza-bagazo presenta valores normales, para el segundo muestreo es moderadamente deficiente, tendencia que se repite para el testigo y la dosis de 4 kg de composta de cacao y 6 kg de composta de cacao y cachaza-bagazo, en el tratamiento de 4 kg de cachaza-bagazo los valores para ambos muestreos fueron moderadamente deficientes, en cuanto al tratamiento de 2 kg de composta de residuos poscosecha de cacao, encontramos en el primer muestreo que el valor para el nitrógeno es moderadamente deficiente, en un segundo muestreo los niveles de nitrógeno foliar son normales. El potasio es un elemento importante para el metabolismo de la célula vegetal ya que interactúa en la formación de sales con los ácidos orgánicos e inorgánicos en el interior de las mismas, estas sales sirven para regular el potencial osmótico celular. Los tratamientos 2 y 6 kg de cachaza-bagazo presentan valores normales al igual que las dosis 4 y 6 kg de composta de cacao, el testigo presenta los mismos valores, el tratamiento de 4 kg de cachaza-bagazo en el primer muestreo presenta niveles de potasio foliar normales y moderadamente deficientes en el segundo muestreo (Figura 3). Los niveles de calcio foliar en todos los tratamientos y en las dos épocas de muestreo son normales, por lo que no existen problemas de deficiencias de calcio en la plantación (Figura 4).

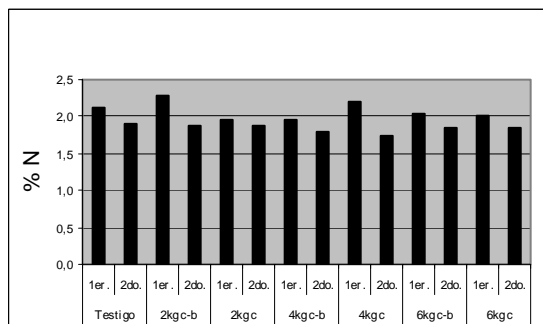


Figura 2. Nitrógeno foliar por tratamiento

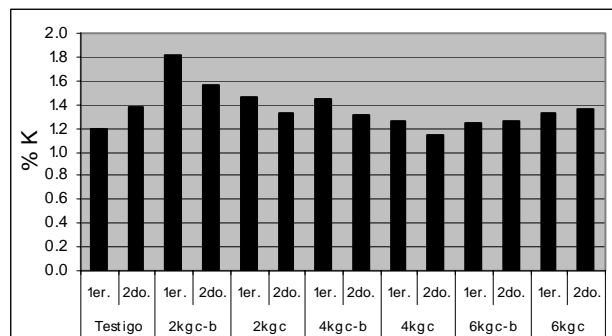


Figura 3. Potasio foliar por tratamiento

Los resultados de fósforo foliar para ambos muestreos y en todos los tratamientos son moderadamente deficientes (Figura 5), por lo que es importante corregir esto ya que este elemento se requiere para la síntesis de ATP y NADP, también es posible que presente déficit de este elemento en frutas o semillas (Rodríguez, 1982).

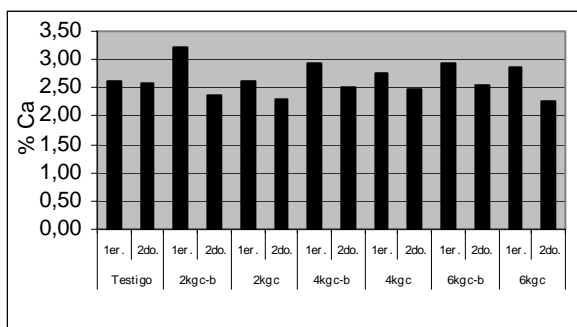


Figura 4. Calcio foliar por tratamiento

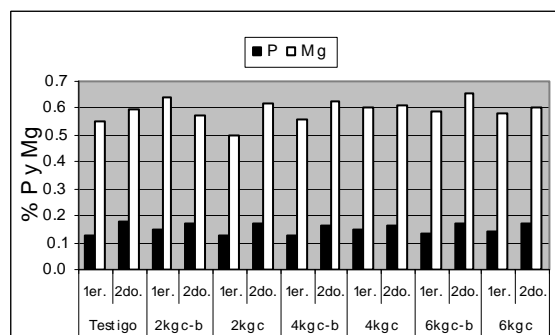


Figura 5. Fósforo y magnesio foliar por tratamiento

El magnesio foliar en los tratamientos 2, 4 y 6 kg de composta de cachaza-bagazo presenta valores normales, en cuanto a los tratamientos de composta de residuos poscosecha para todos los tratamientos y muestreos el nivel de magnesio es normal al igual que el testigo (Figura 5).

Resultados Edáficos. En el tratamiento de 2 kg de composta cachaza-bagazo el suelo tuvo un pH neutro en la profundidad 0-10 cm, mientras que para la profundidad 10-30 cm el pH es alcalino, este valor se repite para las dos profundidades en el segundo muestreo, esta tendencia se repite en el testigo por lo que no puede atribuirse a las compostas. Para el tratamiento de 2 kg de residuos poscosecha de cacao el pH tiene un comportamiento neutro para la primera profundidad en el primer muestreo, en la segunda profundidad el pH es ligeramente ácido, este mismo resultado se presenta en el segundo muestreo en ambas profundidades, el tratamiento de 4 kg de composta cachaza-bagazo en la profundidad de 0-10 cm presenta un comportamiento alcalino que cambia en la segunda profundidad del segundo muestreo donde el valor es neutro. Para el tratamiento de 4 kg de composta hecha de residuos poscosecha de cacao se tiene un pH alcalino para ambas profundidades y ambos muestreos, estos resultados se repiten en el tratamiento de 6 kg de residuos poscosecha de cacao. En cuanto al tratamiento de 6 kg cachaza-bagazo el pH en el primer muestreo tiene un valor alcalino en la primera profundidad al igual que en el segundo muestreo para las dos profundidades. La aplicación de materia orgánica (MO) es una vía de fertilización, en el tratamiento de 2 kg de composta de residuos poscosecha de cacao y en el tratamiento de 4 kg de cachaza-bagazo presentan en las dos profundidades niveles altos para el primer muestreo, en el segundo muestreo para la profundidad 0-10 cm la MO es extremadamente rica, para la profundidad 10-30 cm es



moderadamente rica, en el tratamiento de 2 kg de cachaza-bagazo en la profundidad 0-10 cm la MO es rica al igual que para la segunda profundidad. En ambos muestreos para la primera profundidad en el segundo muestreo la MO es extremadamente rica, para el tratamiento de 4 kg de composta de cachaza-bagazo es rica y extremadamente rica en la profundidad de 0-10 cm del segundo muestreo. Los tratamientos de 6 kg de composta de residuos poscosecha de cacao y cachaza-bagazo muestran que en la primera profundidad los niveles de MO son ricos y extremadamente ricos en la segunda profundidad. Para el segundo muestreo en el tratamiento de cachaza-bagazo los niveles de MO siguen siendo extremadamente ricos. La molécula de la clorofila es determinante en el proceso fotosintético, cuando hay suficiente nitrógeno (N) se produce mayor cantidad de clorofila y asimilación de productos orgánicos, lo cual se traduce en mayor vigor vegetativo, manifestado por mayor velocidad de crecimiento, aumento de volumen y en el peso (Mengel y Kirkby, 1982), en este experimento los resultados de nitrógeno para el tratamiento de 2 y 4 kg de ambas compostas para la profundidad 0-10 cm en los dos muestreos, tienen valores medianamente ricos, este valor se repite para la profundidad 10-30 cm del primer muestreo, mientras que para el segundo muestreo en esta profundidad el valor es mediano. En cuanto al testigo en la profundidad 0-10 cm para el primer y segundo muestreo el valor es medianamente rico y para la profundidad 10-30 cm el valor es mediano para los dos muestreos. Para los tratamientos de 6 kg de ambas compostas en el primer muestreo y en las dos profundidades (0-10 y 10-20 cm) los valores son medianamente rico y rico, respectivamente, en el segundo muestreo para la profundidad 0-10 cm el valor es medianamente rico en ambos tratamientos, sin embargo el N en el tratamiento de 6 kg de composta de residuos poscosecha de cacao cambia para el segundo muestreo, en ambas profundidades la disponibilidad es moderadamente alta al igual que en la primera profundidad. Para la segunda profundidad el contenido de N en el tratamiento de 6 kg de cachaza-bagazo es medianamente alto, en la composta de residuos poscosecha de cacao la disponibilidad de este elemento es mediana. De acuerdo con la clasificación (CSTPA, 1980) el fósforo para todos los tratamientos y profundidades es alto, excepto en la segunda profundidad del testigo en el segundo muestreo. El potasio es un elemento que interviene en la síntesis de azúcares, proteínas y estimulación de enzimas, según la clasificación de Etchevers *et al.*, (1971) la disponibilidad de potasio en los tratamientos de 4 y 6 kg de ambas compostas para el primer muestreo en las dos profundidades es media, también lo es para el segundo muestreo en la primera profundidad. En la segunda profundidad del segundo muestreo la disponibilidad de potasio es baja, para el testigo en la primera profundidad y el primer muestreo la disponibilidad del potasio es media pero disminuye en la segunda profundidad. En la profundidad 0-10 cm del segundo muestreo el potasio es bajo y muy bajo en la segunda profundidad. En el tratamiento de 2 kg de composta elaborada de residuos poscosecha del cacao, en la primera profundidad en ambos muestreos el nivel es medio así también lo es para la segunda profundidad en el segundo muestreo y bajo para la segunda profundidad del segundo muestreo. En la profundidad 10-30 cm del tratamiento de composta hecha a base de materiales poscosecha de cacao en el tratamiento de 6kg de la composta cachaza-bagazo en el segundo muestreo la disponibilidad de potasio es muy baja, lo que es diferente para el primer muestreo en sus dos profundidades y en la primera profundidad donde la disponibilidad es media.

El magnesio y calcio en todos los tratamientos y profundidades presentan valores altos, por lo que no hay problemas con la disponibilidad de estos elementos.

CUADRO 3. RESULTADOS DE SUELO ANTES DEL ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO									
Prof. (cm)	pH(H ₂ O) rel. 1:2	MO	N	P mg kg ⁻¹	K cmol(+)kg ⁻¹	Ca	Mg	Na	CIC
		%							
0-10	6.1	3.32	0.22	14.08	0.28	24.2	4.86	0.14	27.8
10-30	5.8	1.63	0.14	8.17	0.22	19.7	4.33	0.18	28.3



CUADRO 4. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL SUELO EN DOS PERIODOS DE MUESTREO POSTERIORES AL ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO

Prof.	Tratamientos	pH rel. 1:2	MO		N		P		K		Ca		Mg		
			M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	
				%			mg kg ⁻¹		cmol (+) kg ⁻¹						
1	Testigo	7.3	6.3	3.9	4.3	0.20	0.17	54.11	23.7	0.35	0.28	23.12	26.6	5.68	3.74
2	Testigo	6.4	6.5	2.6	2.0	0.14	0.13	12.08	6.39	0.26	0.17	31.33	19.7	5.30	5.72
1	2 kg c-b	6.9	6.4	3.9	4.3	0.20	0.18	33.68	86.0	0.32	0.64	22.55	26.4	6.14	3.82
2	2 kg c-b	6.3	6.5	3.6	2.2	0.18	0.14	34.89	28.7	0.33	0.22	28.81	18.0	5.02	5.81
1	2 kg c	7.3	6.9	3.9	4.5	0.20	0.18	54.11	117.1	0.35	0.51	23.12	30.2	5.86	5.14
2	2 kg c	6.4	6.4	3.9	2.1	0.20	0.13	107.6	38.2	0.42	0.19	29.19	20.2	6.54	6.00
1	4 kg c-b	7.6	6.8	3.9	4.3	0.20	0.20	47.03	103.2	0.31	0.38	23.58	28.4	5.72	4.15
2	4 kg c-b	6.4	6.5	3.8	2.2	0.18	0.14	65.18	27.6	0.42	0.21	30.15	22.0	6.04	5.47
1	4 kg c	7.3	6.9	3.9	5.3	0.20	0.20	54.11	181.0	0.35	0.73	23.12	29.6	5.86	6.29
2	4 kg c	6.5	6.5	4.4	2.1	0.21	0.14	40.04	25.2	0.37	0.20	28.34	19.9	5.47	5.75
1	6 kg c-b	7.4	6.8	3.9	6.0	0.20	0.24	52.34	265.7	0.34	0.85	23.40	30.0	5.82	5.61
2	6 kg c-b	6.8	6.8	4.5	3.3	0.21	0.18	15.60	10.9	0.60	0.23	35.24	20.8	7.73	7.52
1	6 kg c	7.0	6.7	3.9	4.8	0.19	0.20	61.18	128.8	0.38	0.45	22.67	25.3	6.00	4.65
2	6 kg c	6.5	6.9	4.6	2.7	0.22	0.15	105.11	60.3	0.44	0.29	33.05	21.6	6.62	6.33

M1= Primer muestreo; M2=Segundo Muestreo; c= composta de residuos poscosecha de cacao y materiales locales; c-b= Composta de cachaza-bagazo; prof. 1= 0-10 cm; prof. 2=10-30 cm

Resultados agronómicos . Como se muestra en la Figura 6, la mejor cosecha se obtuvo con el abonado de 6 kg de cachaza-bagazo, seguido por el de 4 kg de composta de cacao, en tercer lugar el tratamiento de 6 kg de composta de cacao seguido de 4 kg de cachaza-bagazo, posteriormente con una producción de 473.1 kg/ha de cacao seco el tratamiento de 2kg cachaza, en todos los tratamientos se observa que los rendimientos están por encima de la media nacional (320 kg/ha en seco) (Camacho, 2005). En cuanto a las comparaciones de composta de cacao y composta de cachaza-bagazo, dado que ambas dan respuesta a la fertilidad del suelo se recomienda utilizar la que sea de fácil obtención, ya que existen lugares donde el traslado de la cachaza incrementaría el costo de producción y dejaría de ser rentable, la dosis recomendada es de 6 kg de composta tanto de residuos poscosecha de cacao como de cachaza-bagazo.

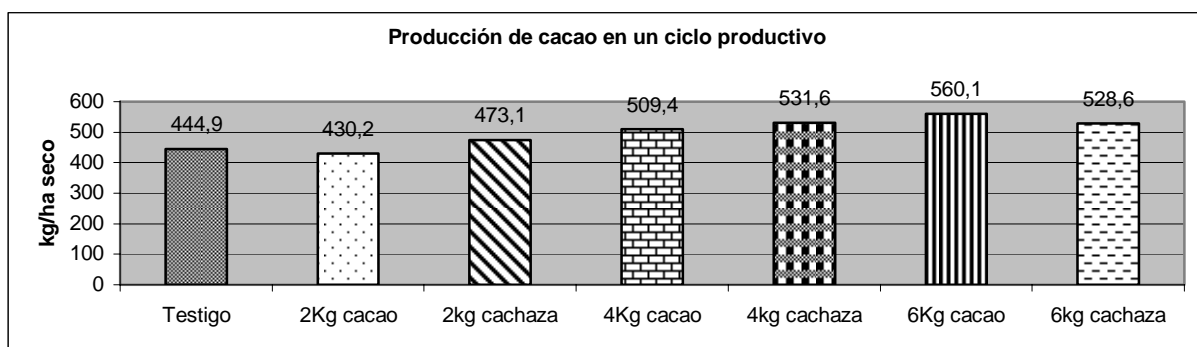


Figura 6. Rendimientos obtenidos de cacao por tratamiento en el experimento

Estadísticamente el tratamiento de 4 kg de cachaza-bagazo presenta diferencia significativa con los tratamientos de 2 kg de cachaza-bagazo y de residuos poscosecha de cacao (Cuadro 5), sin embargo, agronómicamente es recomendable utilizar los 4 kg de composta tanto de cachaza-bagazo y residuos poscosecha de cacao ya que en campo estas dosis permiten rendimientos por arriba de la media nacional y los resultados de laboratorio y foliares demuestran que con esta cantidad se pueden cubrir los requerimientos nutrimentales del sistema cacao.



Cuadro 5. Resultados del análisis estadístico para los tratamientos Prueba de medias (Duncan $\alpha= 0.1$)

	Rendimiento	Tratamiento
A	26,671	4 kg/cacao
B	A 25,314	6 kg/cachaza
B	A 25,171	6 kg/cacao
B	A 24,214	4 kg/cachaza
B	A 21,929	Testigo
B	21,100	2 k/cachaza
B	20,486	2 kg/cacao

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Es importante señalar la necesidad de seguir evaluando los rendimientos y resultados de la adición de compostas a través del tiempo, ya que los abonos orgánicos actúan en forma lenta e indirecta, a diferencia de los abonos químicos que actúan rápidamente, pero causan desequilibrios en el suelo (VIFINEX-OIRSA. 2003). Además, esto contribuye al enriquecimiento del paquete tecnológico de cacao orgánico y con ello los productores pueden ofertar no tan solo productos de calidad e inocuidad sino también resultados repetibles en el tiempo bajo un modelo de fertilización ecológica sustentable.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es importante mencionar que para la elaboración de las compostas se necesita una gran cantidad de materiales a compostear, por lo que los ingenios pueden ser una fuente importante de materiales, sin embargo es necesario realizar análisis de residualidad química de los insumos agrícolas utilizados en el cultivo de la caña, esto para determinar si es posible que puedan entrar en un estatus "orgánico", una vez pasado por un proceso de compostaje. Ambas compostas presentan cantidades buenas de calcio y magnesio. El contenido de fósforo foliar es moderadamente deficiente aunque la disponibilidad por parte de las compostas es alto en todos los tratamientos, por lo que se deben buscar nuevas formas de enriquecimiento de este elemento, ya que no está siendo aprovechado por las plantas. El potasio en la composta de residuos poscosecha de cacao es moderadamente deficiente en aplicaciones bajas, por lo que se recomienda utilizar esta composta con una dosis de 4 kg para cubrir las necesidades nutrimentales de las plantas, para el caso de la composta de cachaza-bagazo basta con aplicar los dos kilos de composta ya que los niveles de potasio para los 2 y 6 kg son normales. Es importante conocer la época apropiada para fertilización ya que el nitrógeno es volátil y para el segundo muestreo foliar el valor es moderadamente deficiente en todos los tratamientos. Para que se pueda tener una buena fertilización es necesario realizar una caracterización de los materiales a compostear y así desarrollar dosis de fertilización, también es necesario desarrollar metodologías de investigación sobre los niveles de extracción de nutrimentos para cacao en sus diferentes etapas fenológicas ya que las investigaciones desarrolladas sobre el tema son de Costa de Marfil donde las plantaciones están expuestas al sol y superan al doble de plantas por hectárea en comparación a las establecidas en Tabasco (525 plantas/ha) donde además del cacao existe una riqueza en biodiversidad de especies forestales de sombra que le confieren una dinámica especial al sistema.

BIBLIOGRAFÍA

- Ávila D. J. A., Santoyo C. V. H. y Turrent F. A. 2002. El mercado de los fertilizantes en México a finales del siglo XX. Universidad Autónoma de Chapingo. CIESTAM. Editorial Sagitario. Texcoco, estado de México. 288 p.
- Castellanos Z.J., Uvalle-Bueno X.J., Aguilar-Santelises A., 2001 Manual de Interpretación de Análisis de Suelos y Agua. Segunda Edición. Instituto de Capacitación Para la Productividad Agrícola. Texcoco estado de Mexico. 226 p.
- Díaz C. A., Aceves N. L. A. , Juárez L.F.,J. 2005. Eficiencia en la Interpretación de la Radiación Fotosintética Activa en Plantaciones de Cacao (*Theobroma cacao* L.), Bajo Diferentes



XIX REUNIÓN CIENTÍFICA-TECNOLÓGICA FORESTAL Y AGROPECUARIA TABASCO 2006
16 y 17 de noviembre del 2006, Villahermosa, Tab.

Condiciones de Sombreado en el Estado de Tabasco. XVIII Reunión Científica Tecnológica Forestal y Agropecuario Tabasco 2005. 3 y 4 de Noviembre Villahermosa Tabasco.

Etchevers B. J. D., Espinosa G., E. Riquelme, 1971. Manual de Fertilidad y Fertilizantes, 2da edición, Corregida. Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía. Chillan, Chile.

CSTPA, 1980. Handbook of reference methods for soil testing (Revised edition). Concl Soil Testing and plant análisis. Athens Georgia, USA.

Gaitán N. T. 2005. Cadena del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) con potencial exportador, Reporte técnico. Managua, Nicaragua. 60p.

Rechi. M. M. 2001. Tópicos de la agricultura mexicana. Tomo I. Universidad Autónoma de Chapino, Texcoco, estado de México. 460p.

INEGI. 2005. Anuario estadístico del Estado de Tabasco. Aguascalientes, Aguascalientes, México. 536 p.

Jones, B.J y Wolf B. 1984. Manual Soil Testing Procedure using modified (Wolf). Morgan Extracting Reagent. Benton Laboratories INC, Athens Georgia, USA.

Sánchez H. R. 2001. Utilización de los residuos de la caña de azúcar en un Vertisol de Tabasco México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 135 p.

Gracia G, J.E. 2001. Situación actual de la agricultura orgánica en y para Latinoamérica. Revista Acta Académica de la Universidad Autónoma de Centro América. Costa Rica. No. 70. 11-17p.

Moreno D.R., 1978. Clasificación del suelo en base a su análisis de suelos. Sin publicación.

Mengel H. y Kirkby, E. A. 1982. Principles of plant nutrition. International Potash Institute. Worblaufen-Bern, Switzerland. 665p

Salgado G.S., Palma, L. D. J. y Cisneros D.J. 1999. Procedimientos para muestreo de suelos, plantas y aguas; e interpretación de análisis en cultivos tropicales. Campus Tabasco IREGEP, CP-ISPROTAB Villahermosa Tabasco. 76 p.

Soluciones para Tabasco. <http://www.sedafop/tabasco/gob.mx>. Visitada el 29 de Julio del 2006

VIFINEX-OIRSA. 2003. Manual producción ecológica con énfasis en cultivos tropicales. Proyecto regional de fortalecimiento de la vigilancia fitosanitaria en cultivos de exportación no tradicional – VIFINEX-República de China – OIRSA. Petén, Guatemala.

AGRADECIMIENTO

A la Fundación Produce Tabasco A. C. por el financiamiento de esta investigación y a Sr. Belisario Domínguez productor de cacao quien colaboro con la investigación.