

El Colegio de la Frontera Sur

Efecto de diferentes abonos orgánicos en la producción  
de *Alpinia purpurata* (Viell.) K. Schum en Tabasco,  
México.

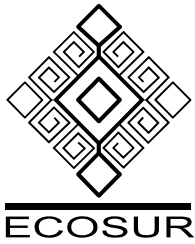
TESIS

presentada como requisito parcial para optar al grado de  
Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural

por

Yanet López Reyes

2012



# El Colegio de la Frontera Sur

Villahermosa, Tabasco, 26 de junio de 2012.

Las personas abajo firmantes, integrantes del jurado examinador de: **Yanet López Reyes**, hacemos constar que hemos revisado y aprobado la tesis titulada: “Efecto de diferentes abonos orgánicos en la producción de *Alpinia purpurata* (Viell.) K. Schum en Tabasco, México” para obtener el grado de **Maestra en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural**.

	Nombre	Firma
Tutor	Dr. Regino Gómez Álvarez	_____
Asesor	Dr. Juan Manuel Pat Fernández	_____
Asesora	Dra. Esperanza Huerta Lwanga	_____
Asesor	M. en C. Aarón Jarquín Sánchez	_____
Sinodal adicional	M. en C. Rodimiro Ramos Reyes	_____
Sinodal adicional	M. en C. Gilberto Villanueva López	_____
Sinodal suplente	Dr. Everardo Barba Macías	_____

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para realizar la Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural en el Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).

Al ECOSUR por la oportunidad que me brindó para realizar mis estudios, por el uso de sus instalaciones y servicios básicos necesarios para la realización del posgrado. A mis padres, hermanos y familiares que siempre me apoyaron emocionalmente y económicamente durante el periodo que duró la maestría.

Al Dr. Regino Gómez, Dra. Esperanza Huerta y Dr. Juan Manuel Pat por sus enseñanzas y apoyo para le realización del presente trabajo.

Al M. en C. Aarón Jarquín por su atención, observaciones y recomendaciones constantes en esta investigación.

A la M. en C. Isabel Saldaña por su valioso apoyo y facilidades dadas para que se lleve a cabo el presente trabajo.

Al maestro Juan García y familia por su apoyo incondicional desde el académico hasta el emocional.

A Lore por los ánimos brindados desde nuestra llegada, Rey, Helena, Karina, Gris y Korina por siempre contar con ustedes, y Lupe no tengo textos para agradecerte.

A todos mis amigos y amigas que aun en la distancia me brindaron su apoyo.

A todos los amigos, compañeros y profesores de maestría por compartir esta experiencia y aprender de cada uno de ellos.

A todas las personas que de una u otra manera hicieron posible con su apoyo y colaboración la realización de este trabajo.

## DEDICATORIA

*A mis amados padres por ser mi ejemplo de superación, dedicación y honestidad en todo momento.*

*A mis hermanos por su apoyo dado durante mi ausencia.*

*A mis sobrinos por contagiarme de toda su buena energía.*

*A toda mi familia y entrañables amigos para quienes siempre estuve presente.*

*No te establezcas en una forma, adáptala y construye la tuya propia, y déjala crecer.*

*Vacía tu mente, se amorfo, moldeable, como el agua.*

*Si pones agua en una taza se convierte en la taza.*

*Si la pones agua en una botella se convierte en botella.*

*Si la pones en una tetera se convierte en la tetera.*

*El agua puede fluir o puede golpear.*

*Se agua amigo mío.*

*Bruce Lee*

## INDICE

<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL</b> .....	1
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	5
<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	6
<b>OBJETIVOS PARTICULARES</b> .....	6
<b>HIPÓTESIS</b> .....	7
<b>CAPÍTULO II. ACTIVIDAD MICROBIANA DE DIFERENTES ABONOS ORGÁNICOS; EFECTO EN UN FLUVISOL EÚTRICO DE TABASCO, MÉXICO</b> .....	8
<b>CAPÍTULO III. EFECTO DE LA APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS EN EL CRECIMIENTO, DESARROLLO, PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y NUTRICIÓN DE <i>Alpinia purpurata</i></b> .....	25
<b>METODOLOGÍA</b> .....	25
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	27
<b>CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES GENERALES</b> .....	37
<b>ASPECTOS ÉTICOS EN LA INVESTIGACIÓN</b> .....	39
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	40
<b>ANEXOS</b> .....	46
<b>Anexo 1. Fotos del área experimental y actividades de campo realizadas</b> .....	46
<b>Anexo 2. Análisis estadísticos</b> .....	51
<b>Anexo 3. Guía de autores de la Revista Fitotecnia Mexica</b> .....	65
<b>Anexo 4. Carta de recepción de artículo de investigación por la revista fitotecnia mexicana</b> .....	75

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en el experimento de respiración. ....	12
Cuadro 2. Características físicas y químicas del suelo Fluvisol eútrico. ....	13
Cuadro 3. Caracterización química de los diferentes abonos orgánicos. ....	114
Cuadro 4. Características físico-químicas sustrato suelo: abono orgánico ( 6 Mg ha <sup>-1</sup> ). ...	16
Cuadro 5. Correlaciones entre los mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> suelo día <sup>-1</sup> , materia seca (g) y las principales características del sustrato (Fluvisol eútrico+abonos orgánicos, 6 Mg ha <sup>-1</sup> ). ....	17
Cuadro 1. Tratamientos utilizados en el experimento para evaluar los rendimientos de ginger. ....	26
Cuadro 2. Características físicas y químicas del suelo Fluvisol eútrico. ....	27
Cuadro 3. Caracterización química de los diferentes abonos orgánicos. ....	28
Cuadro 4. Características físico-químicas sustrato suelo: abono orgánico (6 Mg ha <sup>-1</sup> ). 29	
Cuadro 5. Correlaciones entre los parámetros de crecimiento y desarrollo con la biomasa seca y la mineralización de la materia orgánica del sustrato. ....	36

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tasas medias de mineralización acumulada en los diferentes abonos orgánicos. ....	15
Figura 2. Influencia de los diferentes abonos orgánicos en la producción de materia seca total. ....	18
Figura 3. Dinámica de la tasa de respiración acumulada de acuerdo a los días de incubación. ....	18
Figura 1. Influencia de los diferentes abonos orgánicos en la producción de materia seca. ....	30
Figura 2. Influencia de los diferentes abonos orgánicos en la altura de <i>Alpinia purpurata</i> . ....	32
Figura 3. Influencia de los diferentes abonos orgánicos en la producción de tallos de <i>Alpinia purpurata</i> . ....	33
Figura 4. Influencia de los diferentes abonos orgánicos en la producción de hojas en <i>Alpinia purpurata</i> . ....	34
Figura 5. Influencia de los diferentes abonos orgánicos en la relación hoja/tallo. ....	35
Figura 6. Influencia de los diferentes abonos orgánicos en el área foliar. ....	35



## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL

La agricultura es una ciencia en estrecha relación con el ser social, en ella el ser humano aplica sus conocimientos y habilidades, a través de sus medios de trabajo transforma su entorno físico y biológico para poder obtener productos útiles tanto de origen vegetal como animal. Con el paso del tiempo surgió la agricultura moderna, aquella que usa todos los conocimientos científicos y tecnológicos para la producción, buscando hacer mínimo el costo financiero por unidad de producto (Turrent-Fernández *et al.*, 2005).

El uso de los conocimientos científicos innovadores y tecnológicos han permitido el desarrollo de nuevas variedades de plantas, fertilizantes, plaguicidas e infraestructura de riego que (Díaz y Porzecanski, 1997; Gliessman, 2002; Turrent-Fernández *et al.*, 2005; FAO, 2000; Arsorena, 1995) favorecen la productividad (Altieri y Nicholls, 2000 y Gliessman, 2002). Las consecuencias de estas actividades han generado afectaciones a los recursos agrícolas, causando: degradación de la diversidad genética; eutrofización de los cuerpos de agua; contaminación de acuíferos subterráneos; emisión de gases termoactivos; erosión, desertificación, pérdida de fertilidad y salinización del suelo.

Los cultivos disminuyen sus rendimientos por el uso intensivo del suelo provocando disminución de los agregados del suelo, disminución de la actividad microbiana, cambios en la aireación, temperatura, nivel de humedad, densidad, infiltración, así como en agregación, diversidad de especies de la meso y macro fauna, contenido de nutrimentos y pérdida de la capa arable así como de la materia orgánica. Estas afectaciones se deben al uso intensivo del suelo para aumentar la producción en los cultivos y satisfacer la demanda de la población humana, siendo la principal pérdida la disminución de la fertilidad del suelo, causada por la disminución o ausencia de la materia orgánica (Nieder y Bendi, 2008; FAO, 1980; Altieri y Nicholls, 2000).



El uso de abonos orgánicos promueve la recuperación de suelos de baja fertilidad y contaminados, esta dependerá de la cantidad y calidad de los abonos orgánicos aplicados (León *et al.*, 2006). Se han registrado mejoras en la fertilidad del suelo y en el rendimiento de los cultivos al aplicar abonos orgánicos (Lamas *et al.*, 2004; Hernández y García, 2003). Diferentes autores observaron aumentos en la respiración con altas tasas de mineralización del carbono orgánico en suelos de textura fina, ricos en materia orgánica.

La presencia de la materia orgánica es un atributo crucial para mantener la calidad del medio ambiente y del suelo ya que funciona como suministro y fuente importante de nutrimentos para las plantas y la microbiota edáfica (Nieder y Bendi, 2008; Narro, 1994; Porta *et al.*, 1999; Sparks, 2003).

La materia orgánica influye en todas las propiedades importantes que contribuyen a mantener y mejorar la fertilidad del suelo, aportando organismos vivos, materia orgánica activa (lábil) y materiales descompuestos estables (humus), además tiene diversos efectos en las propiedades físicas (estabilización de agregados, retención de agua, etc.), químicas (capacidad de intercambio catiónico y capacidad de amortiguación) y biológicas (fuente de energía, reserva de nutrientes y actividad de la biomasa microbiana y enzimática). Por todo lo anterior se concluye que la materia orgánica condiciona la calidad del suelo y la fertilidad del mismo, por lo que los abonos orgánicos constituyen una alternativa para mejorar y mantener la fertilidad del suelo. Los abonos orgánicos son una mezcla de residuos de origen vegetal y animal en descomposición que al aplicarlo al suelo contribuyen a mantener el equilibrio de los flujos de los nutrimentos y favorecen el incremento del pool de la materia orgánica en el suelo (Nieder y Bendi, 2008; Weindorf *et al.*, 2011).

Los abonos orgánicos están constituidos por: residuos de cosechas y forestales, abonos verdes y líquidos, biofertilizantes, esquilmos de cosechas, estiércoles, compostas y

vermicompostas, entre otros (Núñez, 1981; Lamas *et al.*, 2004). La incorporación de los abonos al suelo como fuente de materia orgánica produce efectos positivos en sus propiedades biológicas, físicas y químicas (Hernández-Rodríguez *et al.*, 2010; Weindorf *et al.*, 2011).

La composta aporta nitrógeno, fósforo, macro y micronutrientes favoreciendo la disponibilidad de estos en la solución del suelo (Dych y Liebman, 1992; Zubillaga *et al.*, 2008). Por otra parte, Pineda (1999) encontró que la aplicación del humus de lombriz favoreció la el contenido de nitrógeno, y Fernández (2003) reportó que el lixiviado de humus aumentó el contenido de nitrógeno, carbono y mejoró la retención de agua en el suelo, además favoreció la absorción de nutrimentos en la plantas. La aplicación de vermicomposta favoreció el incremento de fosforo, calcio, magnesio, potasio, la capacidad de intercambio catiónico y la presencia de iones hidronio en el suelo (Durán y Henríquez, 2010).

Laudicina *et al.* (2011) y Murphy *et al.* (2007) demostraron que el material orgánico procedente de la composta y estiércol mantiene las poblaciones microbianas por largos periodos de tiempo, esto se debe a que se descomponen lentamente y liberan los nutrientes que mantienen estas poblaciones, por lo que influyen positivamente en las comunidades microbianas y fúngicas, ampliando su diversidad y abundancia. Weindorf *et al.*, (2011) y Chakraborty *et al.*, (2011) reportaron que la aplicación a largo plazo de estiércol de granja favoreció el aumento de carbono orgánico, nitrógeno total y la actividad de hidrólisis del suelo.

De acuerdo con Domínguez *et al.* (2010) el uso de vermicomposta tuvo efectos beneficiosos sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas, esto se debe al aporte de nutrimentos, mejora de las propiedades físicas del sustrato y la presencia de

microorganismos capaces de aumentar la disponibilidad de nutrientes y producir sustancias con efectos fitohormonales.

Eekeren *et al.* (2009) encontraron que al aplicar estiércol vacuno procedente de granja y con diferente tratamiento previo a su utilización favoreció el aumento de carbono total, nitrógeno total, actividad de los descomponedores y abundancia de la microflora en comparación con el fertilizante sintético.

La mineralización de la materia orgánica del suelo es alterada en dependencia de la composición y uso del suelo (Nieder y Benbi, 2008). El contenido de materia orgánica (MO) en el suelo es importante ya que participa en procesos como: la descomposición de compuestos orgánicos complejos de alto peso molecular (hidratos de carbono, proteínas etc.) a compuestos más simples, como azúcares, aminoácidos, etc. (Von Lötzwow y Kógel, 2009).

En la mineralización primaria actúan los microorganismos del suelo transformando los compuestos orgánicos simples en dióxido de carbono, agua e iones minerales (amonio, nitrato, fosfato, sulfato, etc.), liberándose energía. La mineralización secundaria consiste en la oxidación de las sustancias que constituyen el humus del suelo, generándose compuestos inorgánicos similares a los producidos en la mineralización primaria, siendo esta más lenta (Pomares, 2009).

*Alpinia purpurata* se desarrolla bien en climas tropicales, se adapta a temperaturas entre 20 y 30 °C y precipitaciones entre 2000-4000 mm, los mejores suelos son los aluviales de buen drenaje y altos niveles de MO. Se plantea de forma general que el cultivo necesita 150 Kg/ha/año de nitrógeno y potasio y alrededor de 35 Kg/ha/año de fósforo (Ramírez, 1994).

La producción de flores en Latinoamérica es de gran importancia ya que la misma se dirige a los mercados de Europa y América del Norte, aportando recursos a las

economías de los países exportadores. También las plantas ornamentales constituyen una fuente de ingresos estables y de empleos en las poblaciones rurales (SFE, 2005). Las flores de *Alpinia purpurata* se caracterizan por su larga durabilidad y apariencia exótica en arreglos florales, incrementándose su demanda en los últimos años (Hata *et al.*, 1992).

Este cultivo tiene una gran aceptación en el mercado como planta ornamental, por lo que la mejora en la producción y rendimientos es de gran importancia para los productores de flores del estado de Tabasco. Resultan de suma importancia los estudios nutricionales en *Alpinia purpurata*, haciendo énfasis en investigaciones con abonos orgánicos.

El mercado de flores orgánicas es aún pequeño pero está creciendo rápidamente debido al temor de los consumidores por la contaminación por sustancias químicas, esperándose que las flores orgánicas crezcan en los últimos años en un 13 % (Superintendencia de Bancos y Seguros, 2006).

## JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a lo antes expuesto, es importante hacer un uso adecuado del recurso suelo, incrementando los contenidos de materia orgánica mediante el uso de abonos orgánicos, esto favorecerá la obtención de altos rendimientos en los cultivos.

En Tabasco la producción de *Alpinia purpurata* tiene un gran potencial de explotación debido a las buenas condiciones edafo-climáticas para el desarrollo del cultivo y a los suelos donde se cultivan que en muchos casos son del tipo Fluvisol eútrico, los cuales presentan de acuerdo a la zona donde se encuentran problemas de erosión, por lo que la aplicación de abonos orgánicos mejora las propiedades físico-química de los mismos y por ende la fertilidad (Palma *et al.*, 2007).

Este cultivo tiene una gran aceptación en el mercado como planta ornamental, por lo que la mejora en la producción y rendimientos es de gran importancia para los productores de flores del Estado de Tabasco. Es de importancia generar conocimientos sobre crecimiento y desarrollo del cultivo, así como de respuesta a la fertilización orgánica para realizar prácticas culturales apropiadas y poder elevar los rendimientos y calidad de la flor en el cultivo.

### **OBJETIVO GENERAL**

Conocer el efecto de diferentes abonos orgánicos (composta, bocashi, estiércol, vermicomposta y humus líquido) en la mineralización de la materia orgánica adicionada al suelo y en los rendimientos de *Alpinia purpurata*.

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

1. Determinar las principales propiedades de los abonos orgánicos (estiércol bovino, composta, bocashi, vermicomposta y humus líquido).
2. Evaluar el efecto de dosis crecientes de diferentes abonos orgánicos en las propiedades físico-químicas del sustrato abono orgánico-suelo.
3. Determinar el efecto de diferentes abonos orgánicos en la mineralización de la materia orgánica aplicada al suelo y en la dinámica de la misma a través del tiempo.
4. Evaluar el efecto de dosis crecientes de abonos orgánicos en los rendimientos del cultivo de *Alpinia purpurata* (materia seca)

5. Evaluar el efecto de los diferentes abonos orgánicos en el crecimiento y desarrollo del cultivo de *Alpinia purpurata* (altura, número de tallos, número de hojas y área foliar).

Los objetivos 1, 2 y 3 permitirán evaluar la forma en que los abonos orgánicos interactúan con el suelo mediante el proceso de mineralización de la materia orgánica (Capítulo II).

El efecto de los diferentes abonos orgánicos en el rendimiento, crecimiento y desarrollo de la planta (objetivos 4 y 5) se describen en el Capítulo III.

## **HIPÓTESIS**

La aplicación de diferentes abonos orgánicos al suelo tendrá un efecto positivo en el contenido de materia orgánica, y demás nutrientes así como en los rendimientos y parámetros de crecimiento y desarrollo de *Alpinia purpurata*.

## CAPÍTULO II. ACTIVIDAD MICROBIANA DE DIFERENTES ABONOS ORGÁNICOS; EFECTO EN UN FLUVISOL EÚTRICO DE TABASCO, MÉXICO

Artículo enviado a la revista Fitotecnia Mexicana.

Yanet López Reyes, Regino Gómez Álvarez\*, Juan Manuel Pat Fernández, Esperanza Huerta Lwanga y Aarón Jarquín Sánchez.

El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) Carretera a Reforma Km 15.5 s/n. Ranchería Guineo Segunda Sección, CP 86280, Municipio Centro, Villahermosa, Tabasco, México, telefax 9933136110 extensión 3405.\*Autor correspondiente [regomez@ecosur.mx](mailto:regomez@ecosur.mx) ; [ylopez@ecosur.mx](mailto:ylopez@ecosur.mx)

### RESUMEN

La materia orgánica (MO) influye de forma determinante en el funcionamiento de los agro-ecosistemas y fertilidad de los suelos. Los microorganismos participan en los procesos de descomposición de compuestos orgánicos complejos a más simples. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de dosis crecientes de diferentes abonos orgánicos en la mineralización de la materia orgánica en el cultivo de *Alpinia purpurata*. Al aplicar dosis crecientes de diferentes abonos orgánicos (3, 6 y 9 Mg ha<sup>-1</sup>) a un suelo Fluvisol eútrico se elevó la fertilidad del mismo al incrementarse la MO, N, K, Ca, Mg, pH y mantenerse en un rango estable el contenido de arcilla, limo y arena. También se incrementó la producción de biomasa aérea (de *Alpinia purpurata*) al elevarse las dosis de abonos, mostrando los mejores valores para la vermicomposta en su

dosis mayor, bocashi, composta y estiércol, entre estos abonos, los menores valores estadísticamente significativos se encontraron para el humus líquido y testigo. La mineralización presentó sus mayores actividades en el estiércol y vermicomposta, donde se obtuvieron altos valores de MO (11.6 y 9.1%), las mejores relaciones C/N (12 y 15.3), altos contenidos de C, N y P (6.75, 0.44 y 573.7, estiércol y 5.28, 0.44 y 394.9, vermicomposta), manteniéndose estable los valores de arcilla, limo y arena. Al correlacionar la respiración y biomasa producida con los parámetros físico-químicos del sustrato se encontraron altas correlaciones entre mg CO<sub>2</sub> producidos y la MO, C, CIC y P ( $r = 0.89, 0.84, 0.86$  y  $0.82$ ) y valores medios para el N, biomasa seca y arena ( $r = 0.74, 0.51$  y  $0.77$ ). La dinámica de la mineralización mostró índices de producción de CO<sub>2</sub> más altos para el estiércol siguiéndole

el bocashí, la vermicomposta, la composta y con los menores valores para el humus líquido y el testigo.

### SUMMARY

Organic matter (OM) influences in decisive way in the functioning of agroecosystems and soil fertility. Microorganisms involved in the processes of decomposition of complex organic compounds to more simple. The objective of the present study was to assess the effect of increasing doses of different organic fertilizers on the mineralization of organic matter in the cultivation of *Alpinia purpurata*. To apply increasing doses of different organic fertilizers (3.6 and 9 Mg ha<sup>-1</sup>) to a eutric Fluvisol soil rose the fertility by increasing the OM, N, K, Ca, Mg, pH and keep in a stable range the content of clay, silt and sand. Also increased the production of aerial biomass (of *Alpinia purpurata*) by raising the dose of fertilizers, showing the best values for the vermicomposta in its higher dose, bocashi, compost and bovine manure, no statistical differences between these fertilizers, lower values significant statistically were found for

### INTRODUCCIÓN

La mineralización de la materia orgánica del suelo es alterada en dependencia de la composición y uso del suelo (Nieder y Benbi,

**Palabras claves:** Abonos orgánicos, *Alpinia purpurata*, composición de abonos orgánicos, dinámica de la respiración, mineralización de la MO, propiedades físico químicas del suelo

liquid humus and control. Mineralization presented its major activities in the bovine manure and vermicomposta, where obtained high values of OM (11.6 and 9.1), improved relations C/N (12 and 15.3), high contents of C, N and P (6.75, 0.44 and 573.7, bovine manure and 5.28, 0.44 and 394.9, vermicomposta), staying stable values of clay, limo and sand. To correlate the respiration and biomass produced with the physico-chemical parameters of the substrate is found high correlations between mg CO<sub>2</sub> produced and the OM, C, CIC and P (0.84, 0.86, 0.89 and 0.82 r values) and average values for the N, dry biomass and sand (0.74, 0.51 and 0.77 r values). The dynamics of the mineralization showed rates of CO<sub>2</sub> production highest for bovine manure following the bocashí, the vermicomposta, the compost and with lower values for liquid humus and control treatment.

**Keywords:** Organic fertilizers, *Alpinia purpurata*, composition of organic fertilizers, dynamic breathing, mineralization of the OM, physical and chemical properties of soil

**2008).** El contenido de materia orgánica (MO) en el suelo es importante ya que participa en procesos como: la descomposición de compuestos orgánicos complejos de alto peso molecular (hidratos de carbono, proteínas



etc.) a compuestos más simples, como azúcares, aminoácidos, etc. (**Von Lötzw y Kógel, 2009**). La humificación es el proceso por el cual las sustancias orgánicas más resistentes a la oxidación, polimerización y condensación se convierten en sustancias húmicas más simples. En la mineralización primaria actúan los microorganismos del suelo transformando los compuestos orgánicos simples en dióxido de carbono, agua e iones minerales (amonio, nitrato, fosfato, sulfato, etc.), liberándose energía. La mineralización secundaria consiste en la oxidación de las sustancias que constituyen el humus del suelo generándose compuestos inorgánicos similares a los producidos en la mineralización primaria, siendo esta más lenta (**Pomares, 2008**). En los agroecosistemas tropicales húmedos la deforestación, las altas temperaturas y humedad incrementan la tasa de descomposición de los residuos orgánicos. Al aplicar los abonos orgánicos se eleva el nivel de MO y se mejora la estructura del suelo por formación de agregados, que favorecen el aumento del complejo arcillo húmico, que es el que regula el intercambio catiónico del suelo. También se estabiliza el pH del suelo, evitando los cambios bruscos del pH. Otro de los aspectos benéficos del aporte de MO al suelo es la activación de la microflora edáfica, por el aporte de fuentes carbonadas, nitrogenadas y minerales que contiene la MO. (**Labrador y Altieri, 2001; Montagnini y Jordan, 2002**).

Los suelos de tipo Fluvisol eútrico son utilizados para la agricultura y ganadería (**Palma et al., 2007**). La mayor parte de estos suelos son de alta fertilidad; abarcando áreas de explotación petrolera por lo que son afectados con metales pesados y contaminación de hidrocarburos (**Zavala, 2003**). El uso de abonos orgánicos promueve la recuperación de suelos de baja fertilidad y contaminados, esta dependerá de la cantidad y calidad de los abonos orgánicos aplicados (**León et al., 2006**). Se han registrado mejoras en la fertilidad del suelo y en el rendimiento de los cultivos al aplicar abonos orgánicos (**Lamas et al., 2004; Hernández y García, 2003**). Diferentes autores observaron aumentos en la respiración con altas tasas de mineralización del carbono orgánico en suelos de textura fina, ricos en materia orgánica. Cuando existe bajos niveles de materia orgánica se reduce la actividad de los microorganismos (**Geissen & Brümen, 1999**). De todo lo anterior podemos concluir que la materia orgánica tiene gran importancia para promover el reciclaje de los nutrientes y la elevación de la fertilidad del suelo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de dosis creciente de diferentes abonos orgánicos aplicados al suelo en el cultivo de *Alpinia purpurata*, así como la mineralización de la materia orgánica en función de la dosis y tipos de abonos en un

suelo Fluvisol eútrico, del Municipio Centro,

Tabasco, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Muestreo de suelo:** las muestras se colectaron en el área agrícola de El Colegio de la Frontera SUR, ubicado en la Ranchería Guineo Segunda Sección del Municipio Centro, Villahermosa, Tabasco, a una profundidad de 0-20 cm, posteriormente se secaron y tamizaron con una malla de un centímetro, el suelo se clasificó de acuerdo a la metodología de la FAO (2007) como Fluvisol eútrico y de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000 (2003), como un suelo arcilloso de alta fertilidad (cuadro 2). Este tipo de suelos se caracterizan por poseer una capa superficial de 37 % de arcilla con contenidos medios de MO, poseer buena infiltración, buena capacidad de retención de humedad, tener textura media y gruesas (**Palma et al., 2007**).

**Abonos orgánicos:** Para realizar este trabajo se utilizaron los siguientes abonos: composta, bocashi, estiércol, vermicomposta y humus líquido. En la elaboración de la composta se utilizó residuos ornamentales, estiércol de ovino, foliolos verdes de cocoite (*Gliricidia sepium*) suelo y agua, estas se mezclaron en proporción de 3:1:1:3 v/v (residuos vegetales: suelo: estiércol: agua).

(**Gómez y Castañeda, 2000**). El bocashi se elaboró con estiércol de ovino, paja de gramíneas, carbón vegetal, cal, melaza, levadura y suelo (proporción 10 costales: 5 Kg: 0.5 Kg: 2 Kg: 0.5 Kg: 2 costales), el material vegetal debe estar lo más finamente dividido posible. El bocashi se fermentó durante 20 días, tomando como referencia del fin de la descomposición cuando el bocashi tomó un color pardo oscuro (**Bejarano y Restrepo, 2002; Gómez y Castañeda, 2000**). El estiércol utilizado fue de ovinos alimentados con gramíneas y suplemento de sales minerales. Se utilizó cuando estuvo seco y estable. La vermicomposta utilizada fue de lombriz roja californiana (*Eisenia andrei*) alimentada con estiércol de ovino. De esta se extrajo el lixiviado que se utilizó como humus líquido, haciendo una mezcla de con agua en relación 1:1, se dejó decantar y se envasó. Todos los abonos orgánicos antes de utilizarlos se tamizaron con una malla de 0.5 cm y posteriormente se realizó la mezcla con el suelo como se detalla en el **cuadro 1**. La caracterización física y química del suelo y abonos orgánicos se realizó utilizando la metodología que se describe en la NOM-021-RECNAT(2003).

**Cuadro 1. Tratamientos utilizados en el experimento de respiración.**

Tratamientos	Clave	Tratamientos	Clave
Fluvisol eútrico + 3Mg ha <sup>-1</sup> de composta	<i>Fle3C</i>	Fluvisol eútrico + 9Mg ha <sup>-1</sup> de vermicomposta	<i>Fle9V</i>
Fluvisol eútrico + 6Mg ha <sup>-1</sup> de composta	<i>Fle6C</i>	Fluvisol eútrico + 3Mg ha <sup>-1</sup> de estiércol	<i>Fle3E</i>
Fluvisol eútrico + 9Mg ha <sup>-1</sup> de composta	<i>Fle9C</i>	Fluvisol eútrico + 6Mg ha <sup>-1</sup> de estiércol	<i>Fle6E</i>
Fluvisol eútrico + 3Mg ha <sup>-1</sup> de bocashi	<i>Fle3B</i>	Fluvisol eútrico + 9Mg ha <sup>-1</sup> de estiércol	<i>Fle9E</i>
Fluvisol eútrico + 6Mg ha <sup>-1</sup> de bocashi	<i>Fle6B</i>	Fluvisol eútrico + 3Mg ha <sup>-1</sup> de humus líquido	<i>Fle3HL</i>
Fluvisol eútrico + 9Mg ha <sup>-1</sup> de bocashi	<i>Fle9B</i>	Fluvisol eútrico + 6Mg ha <sup>-1</sup> de humus líquido	<i>Fle6HL</i>
Fluvisol eútrico + 3Mg ha <sup>-1</sup> de vermicomposta	<i>Fle3V</i>	Fluvisol eútrico + 9Mg ha <sup>-1</sup> de humus líquido	<i>Fle9HL</i>
Fluvisol eútrico + 6Mg ha <sup>-1</sup> de vermicomposta	<i>Fle6V</i>	Fluvisol eútrico sin abono (Testigo)	<i>Fle</i>

**Diseño de experimento de la respiración del suelo:** Para medir los procesos de mineralización de los abonos orgánicos incorporados al suelo se evaluó la respiración microbiana por medida directa de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), utilizando el método de la cámara de aire, método de la cámara de respiración estática, (Page *et al.*, 1982). En el **cuadro 1**, se exponen los tratamientos utilizados en el experimento. En cada cámara de incubación estática se colocó

25 g de sustrato seco (tamizado a 2 mm), las mediciones del CO<sub>2</sub> se hicieron a los 3, 5, 8, 10, 15, 22, 26, 29, 32, 36, 38 y 40 días. Los valores de respiración medida en miligramos de dióxido de carbono por kilogramo de muestra por día (mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> de suelo día<sup>-1</sup>) representan la tasa de mineralización, utilizada para estimar la cantidad acumulada de CO<sub>2</sub>. Esta tasa se obtuvo sumando las cantidades de CO<sub>2</sub> producidas entre el número de días.

El diseño utilizado fue de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Se realizó una prueba de homogeneidad y posteriormente un análisis de varianza (ANOVA UNIFACTORIAL) para comparar el efecto entre los tratamientos, cuando se encontraron diferencias significativas entre tratamientos se realizó la Prueba de Diferencia Significativa de Tukey (Crawley,

2007; Mendiburu, 2010; Zar, 2010). Todos los análisis se realizaron con el programa R Development Core Team (2012).

En el cuadro 2 se muestran las principales características físico-químicas del suelo Fluvisol eútrico. Todos los indicadores muestran que este suelo es arcilloso y de alta fertilidad.

**Cuadro 2. Características físicas y químicas del suelo Fluvisol eútrico.**

Suelo	pH	M.O. %	P mg.kg <sup>-1</sup>	N	R %	L	A	C/N	K	Ca	Mg	CIC cmol.kg <sup>-1</sup> suelo
Fluvisol eútrico	6.8	3.7	24.1	0.2	55	35	10	11.4	0.7	17.0	7.0	24.2

pH: medido en agua relación 1:2. M.O: Materia orgánica, método de Walkley y Black digestión húmeda. P: fósforo disponibles por el método AS-10. N: nitrógeno total, método Micro-Kjeldahl. R: arcilla, L: limo, A: arena, por el método de Bouyoucos. C/N: relación carbono/nitrógeno.

## RESULTADOS

**Caracterización de los diferentes abonos orgánico:** La caracterización de los abonos orgánicos utilizados se muestran en el cuadro 3, la composta, estiércol, bocashi y vermicoposta presentaron valores de pH cercanos a la neutralidad, el humus líquido fue moderadamente ácido. Contenido de materia orgánica, la vermicomposta fue el abono de mayor contenido (54.5 %), y el resto de los abonos entre 27 y 33 % y el humus líquido fue el menor. Los valores de carbono y nitrógeno tuvieron un

comportamiento similar al de la materia orgánica (31.6 % de C y 1.9 % de N), el resto de los abonos estuvieron entre 10.9 y 19.3 %. La relación C/N tuvo valores más altos para el bocashi y composta y su valor más bajo para el humus líquido. En el caso del fósforo fue alto en todos los casos, sobresaliendo el humus líquido con el mayor valor (0.18 %). El humus líquido presentó valores medios de potasio (0.42 cmol kg<sup>-1</sup>), muy bajo para el Ca (1.53 cmol kg<sup>-1</sup>) y tuvo un valor medio para el Mg (1.40 cmol kg<sup>-1</sup>). Para el resto de los abonos los contenidos de potasio fueron altos al igual que para el calcio y magnesio.

**Cuadro 3. Caracterización química de los diferentes abonos orgánicos.**

Abono orgánico	pH	MO	%				C/N	Cmol kg <sup>-1</sup>		
			C	P	N	K		Ca	Mg	
Composta	7.2	30.3	17,57	0,10	1.20	20.6	16.6	18.4	12.2	
Bocashi	7.5	27.2	15.77	0,11	1.30	21.0	20.0	31.6	3.35	
Vermicomposta	6.9	54.5	31,61	0,15	1.90	17.0	21.5	9.9	5.9	
Estiércol ovino	6.9	33.3	19,31	0,13	1.10	18.0	30.1	9.0	4.9	
Humus líquido	5.7	18.84	10,92	0.18	0,78	14.0	0.42	1.53	1.40	

pH: medido con pasta de saturación en agua. M.O: Materia orgánica, método de Walkley y Black digestión húmeda. P: fósforo aprovechable por el método AS-10. N: nitrógeno total, método Micro-Kjeldahl. R: arcilla, L: limo, A: arena, por el método de Bouyoucos. C/N: relación carbono/nitrógeno.

Se obtuvo una gran cantidad de información, por lo que se decidió en este artículo utilizar sólo la dosis de 6 Mg ha<sup>-1</sup> para evaluar el efecto en las propiedades químicas y físicas de los sustratos en las mezclas suelo: abono orgánico (**cuadro 4**), para estudiar la dinámica de la respiración (**figura 3**), y para determinar las correlaciones existentes entre las propiedades físicas y químicas de los sustratos, materia seca de

*Alpinia purpurata* y producción de CO<sub>2</sub> por la actividad de la respiración (**cuadro 5**) incluyendo además los resultados de la materia seca de *Alpinia purpurata* (**figura 2**) y la actividad respiratoria de las mezclas abono-suelo (**figura 1**) en las tres dosis utilizadas, 3, 6 y 9 Mg ha<sup>-1</sup> para ilustrar en una visión más amplia el efecto en estos dos parámetros en el suelo y en la planta.

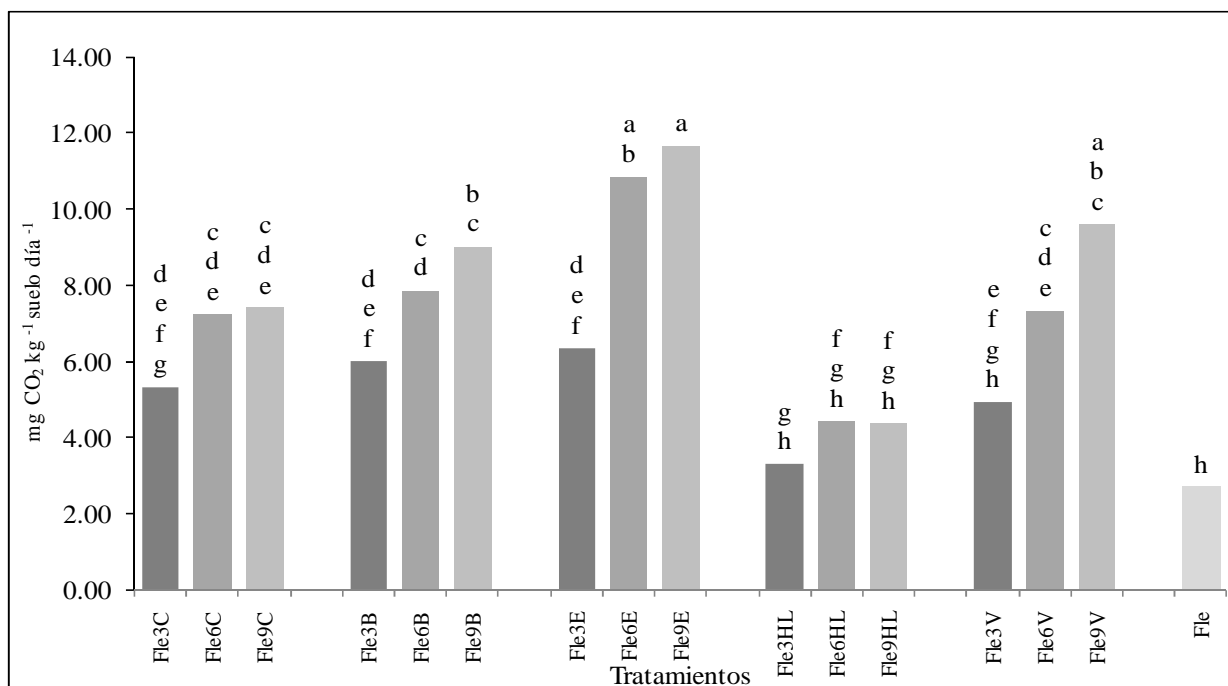


Figura 1. Tasas medias de mineralización acumulada en los diferentes abonos orgánicos.

En el **cuadro 4** se presentan las principales características de los sustratos después de aplicar los diferentes abonos orgánicos en la dosis de 6 Mg ha<sup>-1</sup>. El pH se elevó significativamente respecto al tratamiento testigo. Para la MO el estiércol presentó el mayor valor (11.6 %). La vermicomposta no presentó diferencias significativas con el bocashi, sí con la composta, el humus líquido y el testigo. El C presentó un comportamiento similar al de la MO, sobresaliendo las mayores concentraciones el estiércol y la vermicomposta (6.75 y 5.28 %) y con los

menores el humus líquido y el testigo. Para el caso del N el comportamiento fue parecido en lo general al de la MO y el C, ya que se obtuvieron los mayores valores para el estiércol y la vermicomposta (0.44 %). Para la relación C/N los mejores valores se obtuvieron para la vermicomposta (12) y composta (9.8). El fósforo presentó los mayores valores para el estiércol (573.7), vermicomposta (394.9) y bocashi (330.9), evaluándose como altos de acuerdo a la Norma. La CIC presentó valores medianos de acuerdo la Norma Oficial Mexicana **NOM-021-RECNAT-2000 (2003)**.

**Cuadro 4. Características físico-químicas sustrato suelo: abono orgánico (6 Mg ha<sup>-1</sup>).**

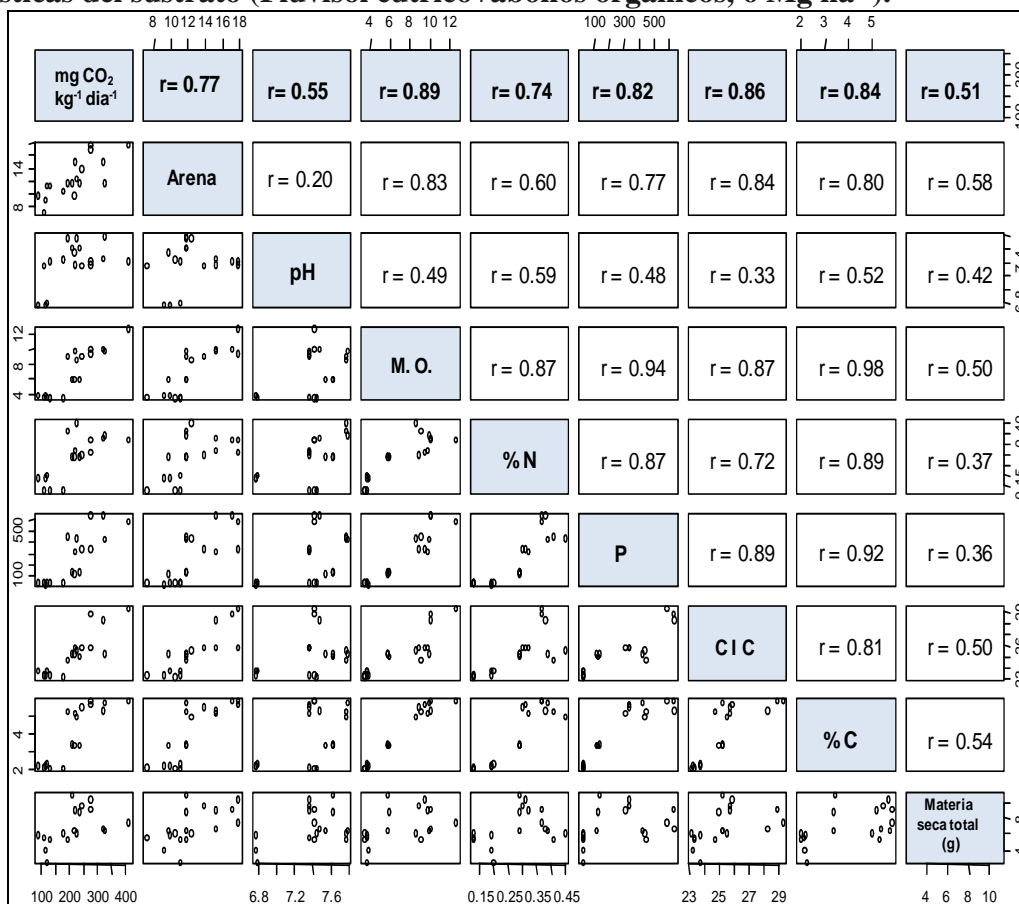
Clave	pH	MO	C	P	N	CIC	R	L	A	C/N
			%	Mg kg <sup>-1</sup>	%	cmol kg <sup>-1</sup>		%		
Fle6C	7.6 b	6.1 cd	3.53 cd	112.1 c	0.36 b	24.86 bc	51 c	38 a	11 c	9.8 b
Fle6B	7.3 c	8.7 bc	5.05 bc	330.9 b	0.29 b	25.53 b	50 c	35 ab	15 ab	17.4 a
Fle6V	7.8 a	9.1 ab	5.28 ab	394.9 b	0.44 a	24.86 bc	52 bc	36 ab	12 bc	12.0 b
Fle6E	7.5 bc	11.6 a	6.75 a	573.7 a	0.44 a	28.18 a	51 c	32 b	17 a	15.3 a
Fle6HL	7.4 c	3.7 d	2.15 d	32.9 d	0.14 c	23.41 d	57 a	33 b	10 c	15.4 a
Fle (Testigo)	6.8 d	3.69 d	2.14 d	24.1 cd	0.2 bc	24.19 cd	55 ab	35 ab	10 c	10.7 b
$\bar{x}$	7.4	7.2	4.1	245.7	0.3	25.1	52.7	34.8	12.4	13.9
ES $\bar{x}$	0.04*	0.92*	0.53*	39.2*	0.04*	0.39*	1.10*	1.22*	1.2*	0.80*

pH: medido en agua relación 1:2. M.O: Materia orgánica, método de Walkley y Black digestión húmeda. P: fósforo disponible. N: nitrógeno total, método Micro-Kjeldahl. R: arcilla. L: limo. A: arena, por el método de Bouyoucos. C/N: relación carbono/nitrógeno. Medias con letras diferentes difieren significativamente según test de Tukey a  $p < 0.05$

En el **cuadro 5** se presenta un grupo seleccionado de correlaciones obtenidas al relacionar la respiración y la materia seca de *Alpinia purpurata* con los parámetros físicos y químicos de los diferentes abonos orgánicos. Los mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup> presentaron máximos valores al correlacionarlos con la MO ( $r = 0.89$ ), con N ( $r = 0.73$ ), fósforo ( $r = 0.82$ ), con los cmol kg<sup>-1</sup> CIC ( $r = 0.86$ ) y con C ( $r = 0.84$ ). En el caso de la materia seca total producida se obtuvo la correlación más baja ( $r = 0.51$ ). Al evaluar la mineralización de los

abonos orgánicos de acuerdo a las dosis de aplicación, se encontró el mayor efecto para el estiércol en las dosis de 6 y 9 Mg ha<sup>-1</sup> y para 9 Mg ha<sup>-1</sup> de vermicomposta (**figura 1**), lo cual se explica porque estos abonos presentaron los mayores contenidos de carbono y nitrógeno, así como las mejores relaciones C/N. **Muñoz, (2003)** encontró que mezclas de suelo-composta liberaron de 1.3 a 1.8 g CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> comparado con 0.9 g CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> suelo cuando no se aplicó composta.

**Cuadro 5. Correlaciones entre los mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> suelo día<sup>-1</sup>, materia seca (g) y las principales características del sustrato (Fluvisol eútrico+abonos orgánicos, 6 Mg ha<sup>-1</sup>).**



Selección de valores de *r* positivas para evaluar las interacciones entre las diferentes características químicas del suelo, la respiración y el contenido de materia seca de *Alpinia purpurata* producida. Las figuras de puntos representan la distribución de los valores puntuales en las correlaciones. Se exponen los valores de los coeficientes de correlaciones de Pearson (*r*) para pares de valores experimentales \**p* < 0.05

La producción de materia seca de *Alpinia purpurata* en los diferentes sustratos y dosis de aplicación se muestran en la **figura 2**. De forma general los valores de materia seca se incrementaron con el aumento de las dosis de aplicación de los diferentes abonos, obteniéndose los mayores valores para el estiércol, siguiéndoles en orden decreciente la vermicomposta, bocashi y composta el humus líquido y el testigo. La dinámica de producción de CO<sub>2</sub> a través del tiempo en los

diferentes tratamientos se presenta en la **figura 3**. Los mayores valores de la respiración se obtuvieron para el estiércol, después el bocashi y la vermicomposta. Para los abonos bocashi, composta, vermicomposta y estiércol se observan en la primera semana incrementos en la respiración, después disminuyen y se mantienen estables hasta la última semana donde se incrementan nuevamente.



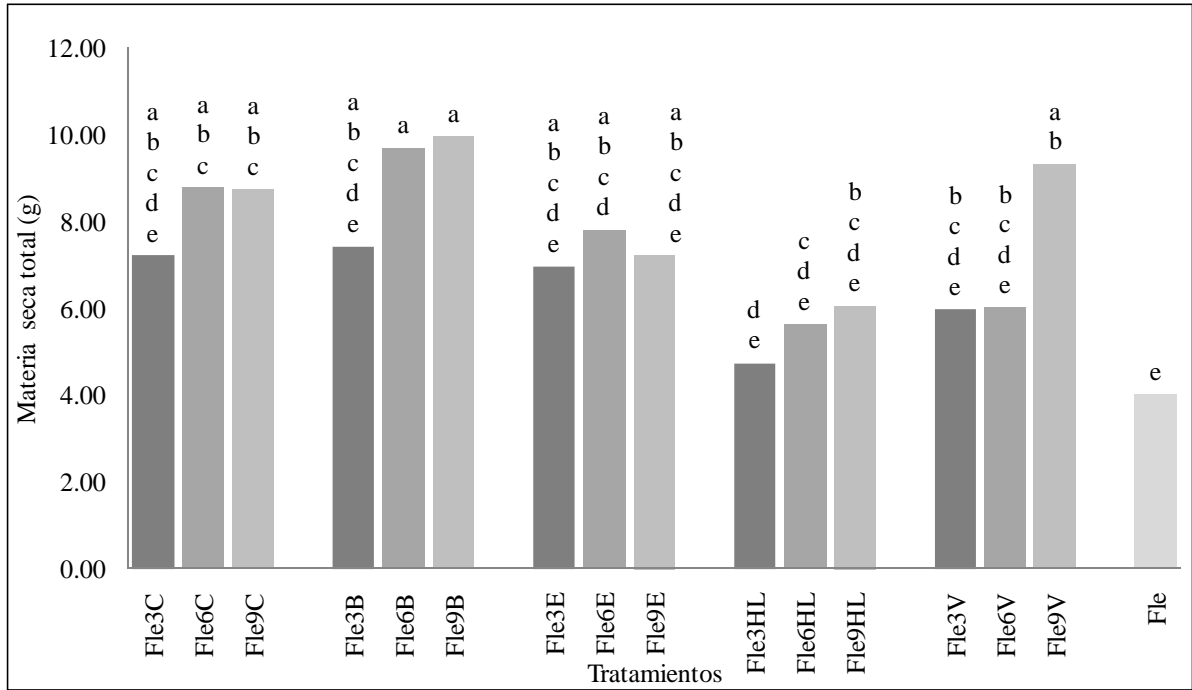


Figura 2. Influencia de los diferentes abonos orgánicos en la producción de materia seca total.

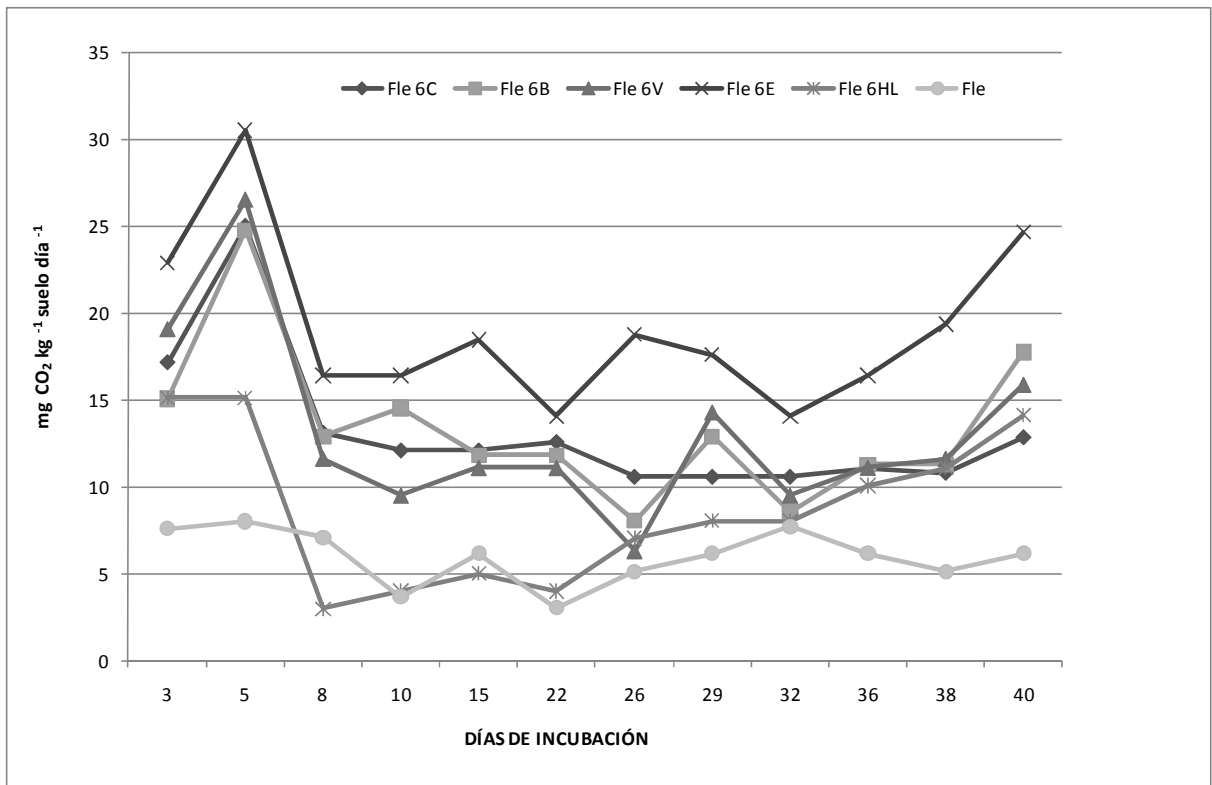


Figura 3. Dinámica de la tasa de respiración acumulada de acuerdo a los días de incubación

## DISCUSIÓN

Los altos contenidos de nutrientes presentes en el suelo Fluvisol eútrico se deben a los altos contenidos de arcillas en estos tipos de suelos, forman complejos órgano minerales que estabilizan la materia orgánica dificultando la descomposición por los microorganismos, manteniendo así altos los niveles de materia orgánica en el suelo. El pH ligeramente alcalino encontrado en los diferentes sustratos, posterior a la adición de los abonos orgánicos, se explican por el pH ligeramente alcalino que presentan los abonos, resultados similares fueron obtenidos por **Orozco y Muñoz, (2012)** al aplicar vermicomposta y compostas a suelos cultivados con *Rubus adenutrchus*.

Varios autores mencionan que una relación C/N de 11.4 es típica para suelos agrícolas de alta fertilidad, lo que indica que existe una población microbiana con acceso a la materia orgánica existente, lo que constituye un factor importante para la mineralización de los abonos orgánicos cuando son aplicados (**Powlson et al., 2001**). Los resultados obtenidos al evaluar el suelo y, después de adicionárle los abonos orgánicos muestran incrementos en la MO, P, C, N, valores medios de CIC y contenidos y relaciones C/N, destacándose la vermicomposta, el humus líquido y la composta como los mejores valores de esta relación (relación C/N 12 Fe6V; 10 Fe6HL;

9.8 Fe6C). **González y Candás, (2004)** encontraron altos valores de fósforo asimilable en horizontes superficiales con altos contenidos de MO y valores medios de la CIC, los cuales estaban relacionados a los altos contenidos de carbono presentes en el suelo utilizado.

El valor alto de nitrógeno presente en los diferentes sustratos con respecto al tratamiento control se explican por los altos valores de la MO. Estos resultados coinciden con los obtenidos por **Acuña et al. (2006)**, quienes plantean que pH próximos a la neutralidad y altos niveles de MO favorecen la actividad de las bacterias que transforman la MO, estos autores encontraron valores de nitrógeno entre 0.2 y 0.5 %, los que se consideran altos para suelos arcillosos. Al aplicar abonos orgánicos al suelo se incrementa el valor de CIC, así como las bases Ca, Mg, y K, lo que es atribuido a la cantidad de nutrientes suplidos al suelo por estos abonos, también al efecto de elevar ligeramente los pH y la disminución de la acidez del suelo, también se ha encontrado un efecto positivo en los rendimientos de los cultivos y una elevación del contenido de nutrientes en el suelo al incrementar las dosis de aplicación de los abonos. (**López et al., 2001; Ouédraogo et al., 2001; Adani et al., 2006; Durán y Henríquez, 2010**). La cantidad y calidad de los aportes de abonos

orgánicos al suelo influyen en las reservas orgánicas y tasas de mineralización del C y N.

Se ha encontrado un incremento de la mineralización de la MO por descomposición de la misma cuando fue mezclada con el suelo, por lo que la liberación de CO<sub>2</sub> está relacionada con la masa microbiana del suelo (Acuña *et al.*, 2006; León *et al.*, 2006). En este trabajo se encontró un incremento en la respiración del suelo expresada en mg de CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> a los 5 y 40 días, lo que fue similar a lo encontrado por Muñoz, (2003) quien reportó las mayores tasas de descomposición a los 42 días de incubación. Los resultados encontrados en las tasas de mineralización de los sustratos evaluados en este trabajo se encuentran dentro del rango reportado por Hartz *et al.* (2000) que fueron de 0.2 a 0.08 %. Las correlaciones encontradas para el carbono mineralizado fueron positivas y significativas para la mayoría de los parámetros evaluados.

La dinámica de la mineralización en los diferentes abonos orgánicos (figura 3), mostró un incremento a los 5 días, una disminución con posterior estabilización, un incremento a partir de los 38 días. El valor de la producción de CO<sub>2</sub> por tipo de abono fue: estiércol > bocashi > vermicomposta > composta > humus líquido > testigo. El valor para el estiércol se debe al alto nivel de MO, gran cantidad de bacterias degradadoras de celulosas, ligninas y otros grupos de bacterias

que aumentan la actividad microbiana, así como residuos orgánicos que no los tienen los otros abonos (Geissen & Brümer, 1999). La poca producción de CO<sub>2</sub> del humus líquido, se explica al ser este abono una fracción de la vermicomposta, lo que hace que exista un efecto de dilución en este abono líquido.

El conocer la velocidad de mineralización de la MO permite programar las aplicaciones de los diferentes abonos orgánicos. Otro aspecto importante es que se pueden aplicar abonos con mineralización rápida en el momento de alta demanda de nutrientes del cultivo. Un aspecto importante a considerar en las labores agrícolas es la labranza del suelo, la cual incrementa la actividad de la respiración debido a que al arar se mejora la aireación, lo cual favorece una rápida descomposición de la MO.

## CONCLUSIONES

El rendimiento en masa seca expresado en gramos tuvo el valor más alto en el estiércol pero sin diferencias estadísticas significativas con la dosis mayor de vermicomposta, con el bocashi y la composta, y difirió significativamente con el humus líquido y el testigo.

El orden de mineralización de las diferentes mezclas abonos-suelo expresadas en mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> de suelo.día

fue de: Estiércol > vermicomposta > Bocashi > Composta > humus líquido > testigo

El estiércol y la vermicomposta mezcladas con suelo, fueron los mejores sustratos, destacándose por sus altos contenidos de MO, excelentes relación C/N, altos valores de C y N, CIC, pH, de arcilla y limo.

La respiración microbiana presentó altas correlación con la MO, C, CIC, P y valores medios con N, Materia seca, Arena.

La materia seca expresada en gramos presentó correlaciones medias con Arena, C, CIC, MO.

La dinámica de la mineralización a través del tiempo mostró los más altos valores de producción de CO<sub>2</sub> con el estiércol, le siguen el bocashi, la vermicomposta y la composta con valores cercanos.

## BIBLIOGRAFÍA

**Acuña O, W Peña, E Serrano, L E Pocasangre, F E Rosales, E Delgado, J Trejos, A Segura (2006)** La importancia de los microorganismos en la calidad y salud de los suelos. In: E Soprano, FA Tcacenco, L A Lichtemberg, M C Silva, Editors. Bananicultura: um negócio sustentável. Anais XVII Reunião Internacional ACORBAT. Vol.1: Conferências e Trabalhos Resumidos;

15-20 October 2006, Joinville, Santa Catarina, Brazil, 222-223 pp.

**Adani F, P Genevi, F Tambone & E Montoneri (2006)** Compost effect on soil humic acid: A NMR study. Chemosphere 65:1414-1418.

**Bejarano M C A & R J Restrepo (2002)** Agricultura sostenible, Abonos orgánicos, fermentados tipo bocashi, caldos minerales y biofertilizantes. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca- CVC-Subdirección de Patrimonio Ambiental, Grupo de Agricultura Sostenible y Biocomercio. Santiago de Cali, 42 p. Editores: Ramón Díaz Ruíz (CP); Jesús F Álvarez Gaxiola (CP); Arturo Huerta de la Peña (CP). Derechos reservados © Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Edición 2010. ISBN: 978-968-839-580-6. Km 125.5 Carretera federal México-Puebla. C.P. 72760. Puebla. México.

**Crawley M J (2007)** The R book. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, England. 942 p.

**Durán-Umana L, C Henríquez-Henríquez (2010)** El vermicompost: su efecto en algunas propiedades del suelo y la respuesta en planta. Agronomía Mesoamericana 21(1):85-93.

**FAO (2007)** Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas. IUSS, Grupo de Trabajo WRB. Base Referencial Mundial del recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.

- Geissen V & G W Brümer (1999)** Decomposition rates and feeding activities of soil fauna in residues forest soils in relation to soil chemical parameters following liming and fertilization. *Biology and Fertility of Soils* 29: 335-342.
- Gómez R, R Castañeda (2000)** Tecnologías de producción orgánicas en las condiciones del trópico. ECOSUR-ISPROTAB (Instituto para el Desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico húmedo de Tabasco). Edición ISPROTAB, Gobierno del Estado de Tabasco. Av. 16 de septiembre No 318, colonia primero de mayo, Villahermosa, Tabasco México, 91 p.
- González J, M A Candás (2004)** Materia orgánica de suelos bajo encinas. Mineralización de carbono y nitrógeno. *Investigación Agraria Sistemas y Recursos Forestales*, fuera de serie, 75-83pp.
- Hartz T K, J P Mitchell, C Giannini (2000)** Nitrogen and carbon mineralization dynamics of manures and composts. *HORTSCIENCE* 35(2):209-212.
- Hernández T & C García (2003)** Estimación de la respiración microbiana del suelo. En: García y
- Hernández-Rodríguez A, D Ojeda-Barrios, C Vences-Contreras, C Chávez-González (2009)** Situación actual del recurso suelo y la incorporación de abonos orgánicos como estrategia de conservación. Enero-marzo. *Synthesis* 49:1-6.
- INAFED (2010)** Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Sistema de Información Municipal: Enciclopedia de los Municipios de México y Delegaciones de México, Estado de Tabasco. Secretaría de Gobernación.
- Jordán-López A (2006)** Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola de la Universidad de Sevilla. [CaminoAgro.com/&Blog/wp/2011/07/manual-de-edafologia-antonio-jordan-lopez](http://CaminoAgro.com/&Blog/wp/2011/07/manual-de-edafologia-antonio-jordan-lopez)
- Labrador M J, A M Altieri (2001)** La materia orgánica en los agroecosistemas: Aproximación al conocimiento de la dinámica, la gestión y la reutilización de la materia orgánica en los agroecosistemas. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. 2<sup>da</sup> Ed. 293 p.
- Lamas N M A, F O Neri, R G Sánchez, R R Gálves (2004)** Agricultura orgánica. Una oportunidad sustentable de negocios para el sector agroalimentario mexicano. Boletín informativo número 21, tomo I, volumen XXXVI. FIRA, Banco de México, Morelia, Michoacán, México, 100-111 pp.
- León J A, R Gómez, S Hernández, J D Álvarez, D J Palma (2006)** Mineralización en suelos con incorporación de residuos orgánicos en los Altos de Chiapas, México. *Universidad y Ciencia, Trópico húmedo* 22(2):163-174.
- López J, A Díaz, E Martínez, R Valdés (2001)** Abonos orgánicos y su efecto en las

propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra* 19(4):293-299.

**Mendiburu F (2010)** Manual práctico para el uso de agrícolaes. Departamento de estadística e informática. Facultad de economía y planificación. Universidad Nacional Agraria La Molina, 55 p. (proyecto R ([www.r-project.org](http://www.r-project.org)) del CRAN de un repositorio (R Development CoreTeam, 2010).

**Montagnini F & C F Jordan (2002)** Reciclaje de nutrientes, 167-191pp. En: M R Guariguata & G H Kattan (eds.), *Ecología y conservación de bosque neotropicales*, 691p. Editorial Tecnológica, Cartago, Costa Rica.

**Muñoz C Y (2003)** Mineralización de nitrógeno y carbono de compost de residuos del beneficiado del café. En G Meléndez & G Soto (eds.). *Liberación de nutrimentos en abonos orgánicos*, 84-108 pp. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) Turrialba, Costa Rica.

Nieder N & D K Benbi (2008) *Carbon and nitrogen in the terrestrial environment*. © Springer Science + Business Media B. V. 430 p.

**NOM-021-RECNAT-2000 (2003)** Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de abril de 2003.

**Ouédraogo E, A Mando, N P Zombré (2001)** Use of compost to improve soil

properties and crop productivity under low input agricultural system in west Africa. *Agriculture Ecosystems and Environment* 84:259-266.

**Orozco R & R Muñoz (2012)** Efecto de abonos orgánicos en las propiedades químicas del suelo y el rendimiento de la mora (*Rubus adenotrichus*) en dos zonas agroecológicas de Costa Rica. *Tecnología en Marcha* 25(1):16-31.

**Page A L, R H Miller y D R Keeney 1982** *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*. Second edition. A L Page, R H Miller and D R Keeney, editors. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA.

**Palma D J, J Cisneros, E Moreno, J A Rincón (2007)** *Suelos de Tabasco: su uso y manejo sustentable*, Colegio de Postgraduados- ISPROTAB-FUPROTAB, Villahermosa, Tabasco, México, 196 p. ISBN: 968-839-552-8

**Powlson D S, P R Hirsch, P C Brookes (2001)** *The Role of Soil Microorganisms in Soil Organic Matter Conservation in the Tropics*. *Nutrients Cycling in Agroecosystems* 61:41-51.

**Pomares G F (2008)** La fertilización y la fertirrigación, programa de nutrición, influencia sobre la programación. *Actas de Horticultura*. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. 143p.

**R Development Core Team (2012)** *R: A language and environment for statistical*

computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

**Von Lötzw M, I Kögel (2009)** Temperature sensitivity of soil organic matter decomposition – what do we know?. *Biology and Fertility of Soils*, 46(1):1-15.

**Zar J H (2010)** Biostatistical analysis. Upper Saddle River (New Jersey): Prentice Hall, Incorporated. 944 p.

**Zavala J (2003)** Impacto de las actividades petroleras sobre la hidrología superficial del distrito de Agua Dulce, Tabasco, México. En: Zavala C J, C Gutiérrez, D J Palma (eds.) 2003. Impacto ambiental en las tierras del campo petrolero Samaria Tabasco. Colegio de Postgraduados, CONACYT, CCYTET. Villahermosa, Tabasco, 131 p

### **CAPÍTULO III. EFECTO DE LA APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS EN EL CRECIMIENTO, DESARROLLO, PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y NUTRICIÓN DE *Alpinia purpurata*.**

#### **METODOLOGÍA**

En el cuadro 1, se exponen los tratamientos utilizados para evaluar los diferentes indicadores de crecimiento, desarrollo y producción de biomasa en *Alpinia purpurata* (ginger). Se evaluaron cuatro abonos sólidos (composta, vermicomposta, bocashi, estiércol bovino), y un abono líquido (humus líquido de vermicomposta) y un tratamiento testigo sin abono. Se utilizaron tres dosis en cada abono de 3, 6 y 9 Mg ha<sup>-1</sup>. Estos abonos en las diferentes dosis fueron mezcladas con el suelo y posteriormente se sembraron los rizomas de *Alpinia purpurata*, con la finalidad de tener uniformidad en el desarrollo de las plantas, cada rizoma fue pesado y medido.

El diseño utilizado fue de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Se realizó una prueba de homogeneidad y posteriormente un análisis de varianza (ANOVA UNIFACTORIAL) para comparar el efecto entre los tratamientos, cuando se encontraron diferencias significativas entre tratamientos se realizó la Prueba de Diferencia Significativa de Tukey (Crawley, 2007; Mendiburu, 2010; Zar, 2010). Todos los análisis se realizaron con el programa R Development Core Team (2012).



Cuadro 1. Tratamientos utilizados en el experimento para evaluar los rendimientos de ginger.

Tratamientos	Clave	Tratamientos	Clave
Fluvisol eútrico + 3Mg ha <sup>-1</sup> de composta	<i>Fle3C</i>	Fluvisol eútrico + 9Mg ha <sup>-1</sup> de vermicomposta	<i>Fle9V</i>
Fluvisol eútrico + 6Mg ha <sup>-1</sup> de composta	<i>Fle6C</i>	Fluvisol eútrico + 3Mg ha <sup>-1</sup> de estiércol	<i>Fle3E</i>
Fluvisol eútrico + 9Mg ha <sup>-1</sup> de composta	<i>Fle9C</i>	Fluvisol eútrico + 6Mg ha <sup>-1</sup> de estiércol	<i>Fle6E</i>
Fluvisol eútrico + 3Mg ha <sup>-1</sup> de bocashi	<i>Fle3B</i>	Fluvisol eútrico + 9Mg ha <sup>-1</sup> de estiércol	<i>Fle9E</i>
Fluvisol eútrico + 6Mg ha <sup>-1</sup> de bocashi	<i>Fle6B</i>	Fluvisol eútrico + 3Mg ha <sup>-1</sup> de humus líquido	<i>Fle3HL</i>
Fluvisol eútrico + 9Mg ha <sup>-1</sup> de bocashi	<i>Fle9B</i>	Fluvisol eútrico + 6Mg ha <sup>-1</sup> de humus líquido	<i>Fle6HL</i>
Fluvisol eútrico + 3Mg ha <sup>-1</sup> de vermicomposta	<i>Fle3V</i>	Fluvisol eútrico + 9Mg ha <sup>-1</sup> de humus líquido	<i>Fle9HL</i>
Fluvisol eútrico + 6Mg ha <sup>-1</sup> de vermicomposta	<i>Fle6V</i>	Fluvisol eútrico sin abono (Testigo)	<i>Fle</i>

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 2 se muestran las principales características físico-químicas del suelo Fluvisol eútrico. Todos los indicadores muestran que este suelo es arcilloso y de alta fertilidad.

Cuadro 2. Características físicas y químicas del suelo Fluvisol eútrico.

pH	M.O.	P	N	R	L	A	C/N	K	Ca	Mg	CIC
	%	mg.kg <sup>-1</sup>			%				cmol.kg <sup>-1</sup> suelo		
6,8	3,7	24,1	0,2	55	35	10	11,4	0,7	17,0	7,0	24,2

pH: medido en agua relación 1:2. M.O: Materia orgánica, método de Walkley y Black digestión húmeda. P: fósforo disponibles por el método AS-10. N: nitrógeno total, método Micro-Kjeldahl. R: arcilla, L: limo, A: arena, por el método de Bouyoucos. C/N: relación carbono/nitrógeno.

Caracterización de los diferentes abonos orgánico: La caracterización de los abonos orgánicos utilizados se muestran en el cuadro 3, la composta, estiércol, bocashi y vermicoposta presentaron valores de pH cercanos a la neutralidad, el humus líquido fue moderadamente ácido. Contenido de materia orgánica, la vermicoposta fue el abono de mayor contenido, y el humus líquido fue el que presentó la menor concentración. Los valores de carbono y nitrógeno tuvieron un comportamiento similar al de la materia orgánica, el resto de los abonos presentaron valores más bajos. La relación C/N tuvo el mayor valor para el bocashi y composta y su valor más bajo para el humus líquido. En el caso del fósforo fue alto en todos los casos. El humus líquido presentó valores medios de potasio, muy bajo para el Ca y valor medio para el Mg.

Teixeira y Loges (2008) propone realizar fertilizaciones orgánicas con compostas en el cultivo de *Alpinia purpurata* a intervalos de tres a cuatro meses, acompañando las mismas con fertilizantes químicos. Lamas (2002), recomienda fertilizaciones en *Alpinia purpurata* del orden de 12 a 18 Kg m<sup>2</sup> año, fraccionando las mismas cada dos meses. Luz *et al.*, (2005) señala que se debe fertilizar la *Alpinia purpurata* en base al análisis de suelo, en caso de suelos de fertilidad media recomienda aplicaciones de NPK en el orden de 200 a 300 g planta<sup>-1</sup> acompañando la misma con micronutrientes cada tres meses. La fertilización orgánica recomiendan aplicarla junto a la química.

De acuerdo a la literatura revisada se constata que existe poca información en lo referente a la fertilización orgánica de *Alpinia purpurata*, por lo que son de gran importancia los estudios que contribuyan a evaluar parámetros de crecimiento, desarrollo y calidad de la *Alpinia purpurata* así como tecnologías de fertilización orgánicas.

Cuadro 3. Caracterización química de los diferentes abonos orgánicos.

Abono orgánico	pH	MO	C	P	N	C/N	K	Ca	Mg
		%					cmol kg <sup>-1</sup>		
Composta	7,2	30,3	17,57	0,10	1,20	20,6	16,6	18,4	12,2
Bocashi	7,5	27,2	15,77	0,11	1,30	21,0	20,0	31,6	3,35
Vermicomposta	6,9	54,5	31,61	0,15	1,90	17,0	21,5	9,9	5,9
Estiércol ovino	6,9	33,3	19,31	0,13	1,10	18,0	30,1	9,0	4,9
Humus líquido	5,7	18,84	10,92	0,18	0,78	14,0	0,42	1,53	1,40

pH: medido con pasta de saturación en agua. M.O: Materia orgánica, método de Walkley y Black digestión húmeda. P: fósforo aprovechable por el método AS-10. N: nitrógeno total, método Micro-Kjeldahl. R: arcilla, L: limo, A: arena, por el método de Bouyoucos. C/N: relación carbono/nitrógeno.

En el cuadro 4 se presentan las principales características de los sustratos después de aplicar los diferentes abonos orgánicos en la dosis de 6 Mg ha<sup>-1</sup>. El pH se elevó significativamente respecto al tratamiento testigo. Para la MO el estiércol presentó el mayor contenido (11.6 %). La vermicomposta no presentó diferencias significativas con el bocashi, pero sí con la composta, el humus líquido y el testigo. El C presentó un comportamiento similar al de la MO, presentando las mayores concentraciones el estiércol y la vermicomposta y con los menores contenidos el humus líquido y el testigo. Para el caso del N se obtuvieron los mayores valores para el estiércol y la vermicomposta. Para la relación C/N las mejores relaciones se obtuvieron para la vermicomposta (12) y composta (9.8). El fósforo presentó los mayores valores para el estiércol (573.7), vermicomposta (394.9) y bocashi (330.9).

Cuadro 4. Características físico-químicas sustrato suelo: abono orgánico (6 Mg ha<sup>-1</sup>).

Clave	pH	MO	C	P	N	CIC	R	L	A	C/N
			%	Mg kg <sup>-1</sup>	%	cmol kg <sup>-1</sup>		%		
Fle6C	7.6 b	6.1 cd	3.53 cd	112.1 c	0.36 b	24.86 bc	51 c	38 a	11 c	9.8 b
Fle6B	7.3 c	8.7 bc	5.05 bc	330.9 b	0.29 b	25.53 b	50 c	35 ab	15 ab	17.4 a
Fle6V	7.8 a	9.1 ab	5.28 ab	394.9 b	0.44 a	24.86 bc	52 bc	36 ab	12 bc	12.0 b
Fle6E	7.5 bc	11.6 a	6.75 a	573.7 a	0.44 a	28.18 a	51 c	32 b	17 a	15.3 a
Fle6HL	7.4 c	3.7 d	2.15 d	32.9 d	0.14 c	23.41 d	57 a	33 b	10 c	15.4 a
Fle (Testigo)	6.8 d	3.69 d	2.14 d	24.1 cd	0.2 bc	24.19 cd	55 ab	35 ab	10 c	10.7 b
$\bar{x}$	7.4	7.2	4.1	245.7	0.3	25.1	52.7	34.8	12.4	13.9
ES $\bar{x}$	0.04*	0.92*	0.53*	39.2*	0.04*	0.39*	1.10*	1.22*	1.2*	0.80*

pH: medido en agua relación 1:2. M.O: Materia orgánica, método de Walkley y Black digestión húmeda. P: fósforo disponible. N: nitrógeno total, método Micro-Kjeldahl. R: arcilla. L: limo. A: arena, por el método de Bouyoucos. C/N: relación carbono/nitrógeno. Medias con letras diferentes difieren significativamente según test de Tukey a  $p < 0.05$

Se exponen en la figura 1, los contenidos de biomasa seca de *Alpinia purpurata* producida de acuerdo a las dosis y tipos de abonos. De forma general los valores de materia seca se incrementaron proporcionalmente a las dosis de aplicación de los diferentes abonos, obteniéndose los mayores valores para el estiércol, y en orden decreciente la vermicomposta, bocashi, composta, el humus líquido y el testigo. En el caso del estiércol bovino no difirió significativamente con la vermicomposta, en la dosis mayor y si hubo diferencias significativamente con el humus líquido y el testigo.

En trabajos realizados por Rodrigues *et al.*(2006) en Heliconias obtuvo que el nitrógeno fue el nutriente que más influyó en el incremento de la materia seca, disminuyendo la misma a la tercera parte cuando la planta no estuvo bien abastecida de este (de 48.52 a 14.19 g planta<sup>-1</sup> ).

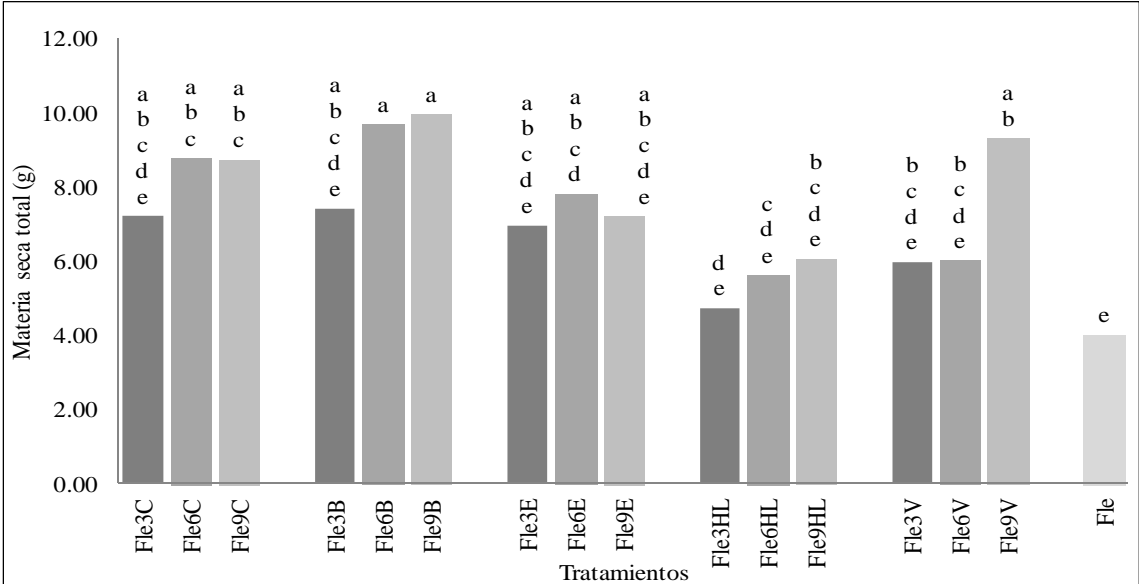


Figura 1. Influencia de los diferentes abonos orgánicos en la producción de materia seca.

El efecto de las diferentes dosis de abono en la altura de las plantas se muestra en la figura 2. En general se observó un incremento en la altura de las plantas al

aumentar las dosis en los diferentes abonos. El mayor crecimiento se obtuvo al usar la vermicomposta, sin diferencias significativas entre las dosis, la composta en la dosis mayor no presento diferencias significativas con la anterior y, los que presentaron valores menores y diferencia significativa con la vermicomposta fueron el estiércol, bocashi, humus líquido y el testigo.

Hansen (1993) en trabajos realizados con *Alpinia purpurata* sembradas en diferentes localidades encontró que la longitud del tallo y el número de hojas fueron descritos mediante un modelo cuadrático  $y = a + b x + c x^2$ . Este autor concluye también que las diferencias en el crecimiento encontradas se atribuyen a factores estacionales. También señala que los resultados obtenidos son importantes ya que se pueden utilizar para predecir lo que sucederá en la cosecha y de esta forma poder suplementar fertilizantes, riegos, labores culturales, etc., para mejorar los rendimientos y calidad de la flor.

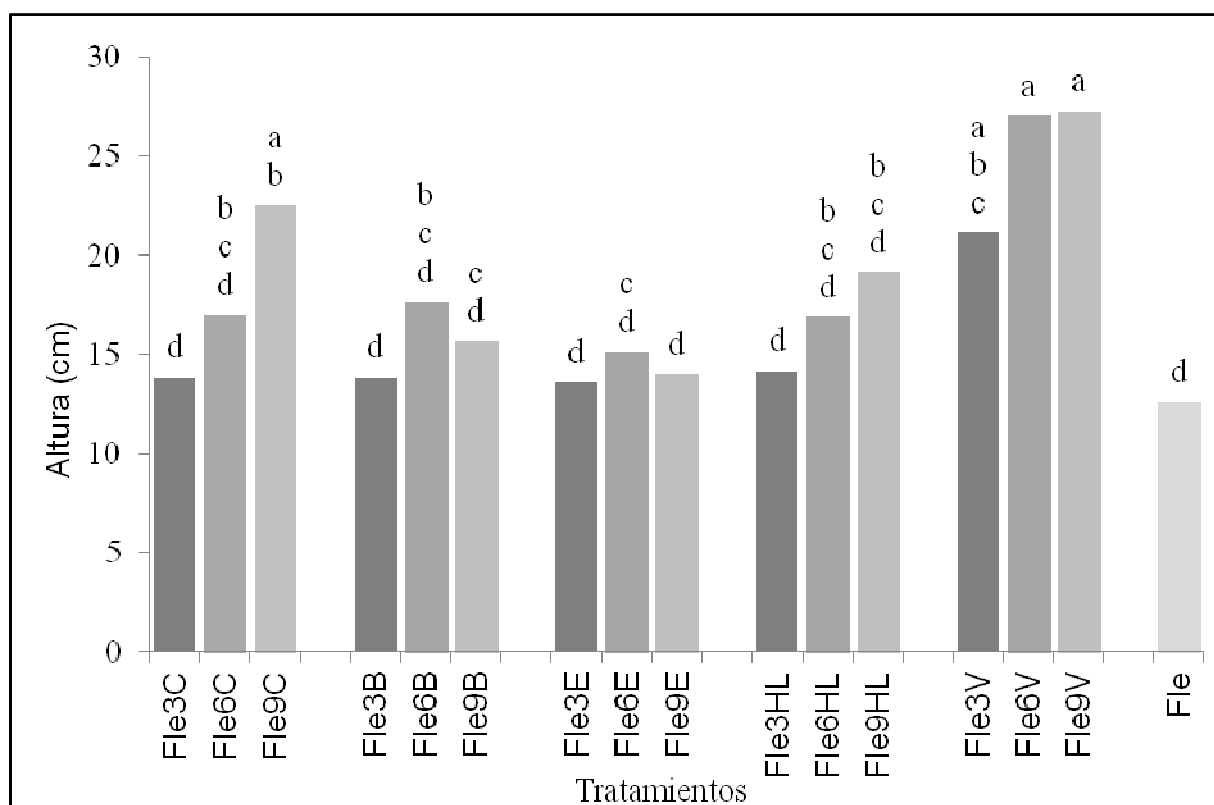


Figura 2. Influencia de los diferentes abonos orgánicos en la altura de *Alpinia purpurata*.

En la figura 3 se presenta el comportamiento del número de tallos al aplicar los diferentes abonos orgánicos. En general al aumentar las dosis de abonos se incrementaron el número de tallos. Se obtuvieron valores significativamente superiores en el caso del bocashi (en todas las dosis) en comparación al resto de los abonos, la dosis mayor de vermicomposta no presenta diferencias significativas con con la dosis de 6 Mgha<sup>-1</sup> de bocashi, valores cercanos se obtuvieron para la composta, estiércol bovino y el humus líquido y en el último lugar el testigo sin abono.

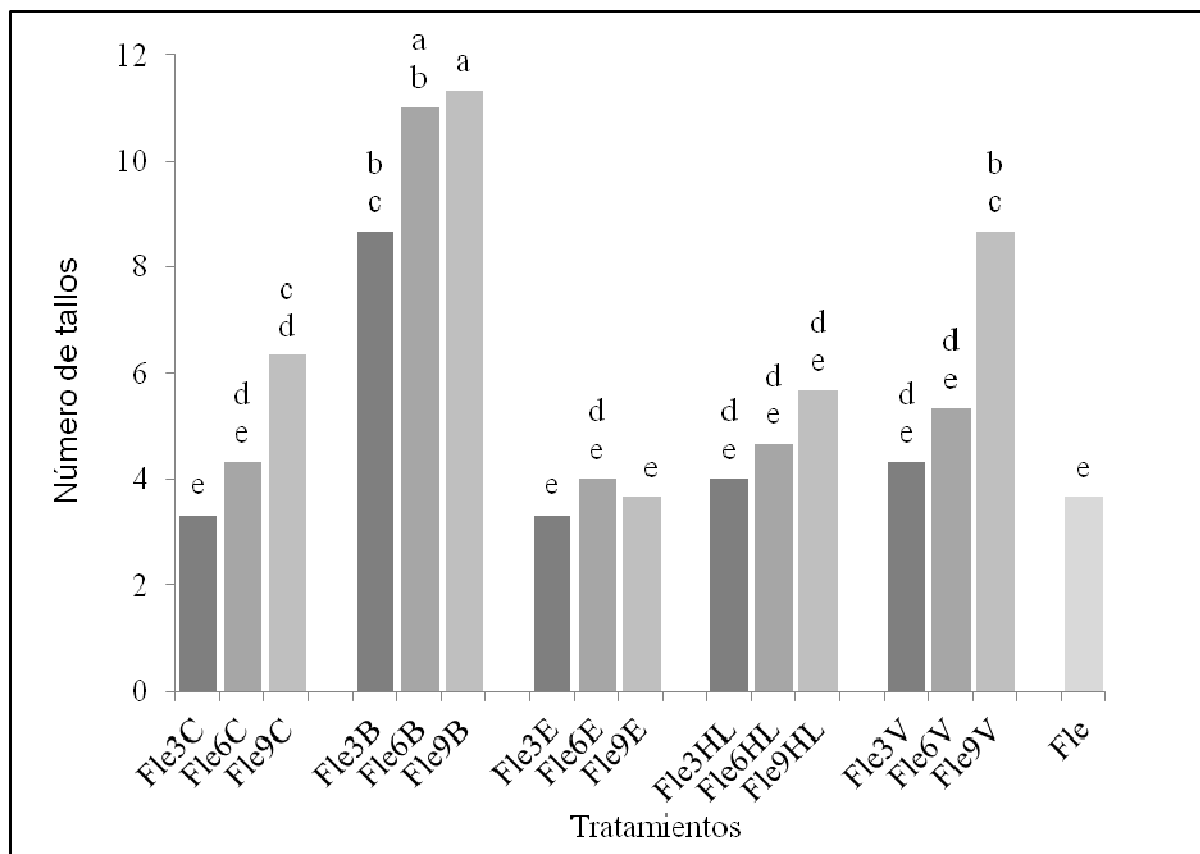


Figura 3. Influencia de los diferentes abonos orgánicos en la producción de tallos de *Alpinia purpurata*.

La producción de hojas de acuerdo a las dosis de los diferentes abonos utilizados y las dosis se muestran en la figura 4. Al igual que el número de tallos el abono que más influyó en este parámetro fue el bocashi, siendo las dosis de 6 y 9 Mg ha<sup>-1</sup> superiores significativamente al resto de los abonos. En este caso también sobresale la dosis de 9 Mg ha<sup>-1</sup> de vermicomposta como una de las mejores para la producción de hojas, el resto de los abonos tuvieron valores semejantes pero inferiores a los obtenidos para el bocashi y la vermicomposta.



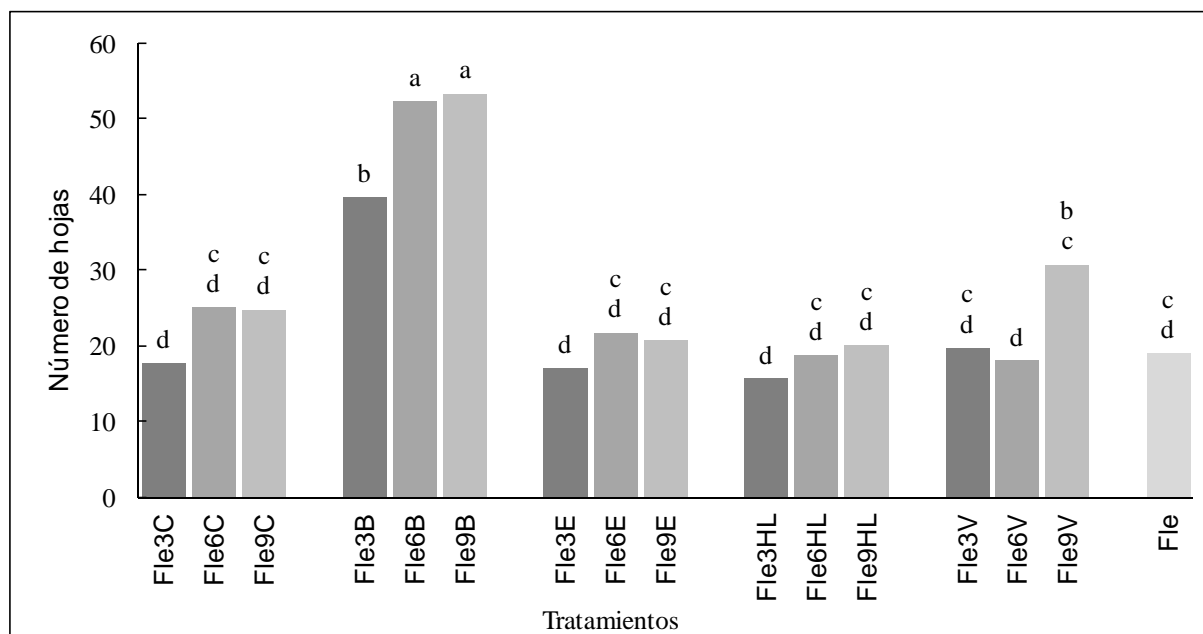


Figura 4. Influencia de los diferentes abonos orgánicos en la producción de hojas en *Alpinia purpurata*.

El número de hojas por tallo de acuerdo a las dosis y tipos de abonos utilizados se exponen en la figura 5. Se puede observar que no se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos y dosis, oscilando los valores entre 3.5 y 5.8, se destacan la composta, el estiércol y la vermicompostas con los mejores valores de este indicador.

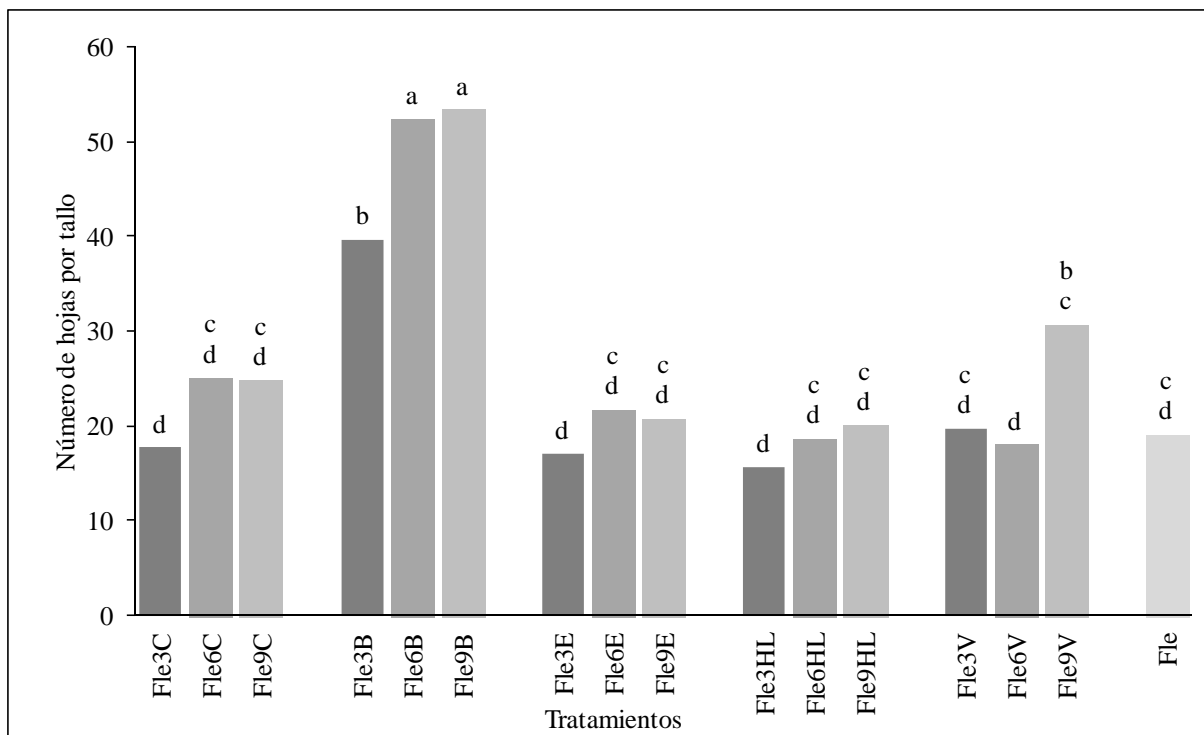


Figura 5. Influencia de los diferentes abonos orgánicos en la relación hoja por tallo.

En la figura 6 se muestran el efecto de los diferentes abonos y dosis en el área foliar de *Alpinia purpurata*. Se destacan con diferencias significativas entre tratamientos la dosis de 9 Mg ha<sup>-1</sup> de bocashi y vermicomposta como las mejores con diferencias con el resto de los tratamientos.

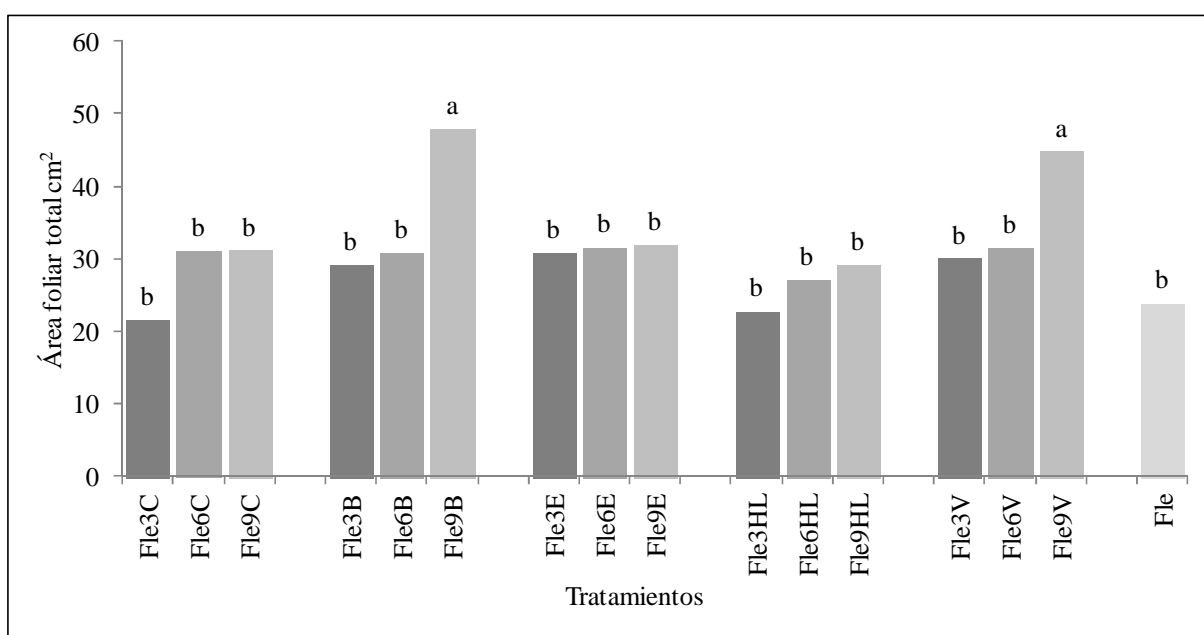
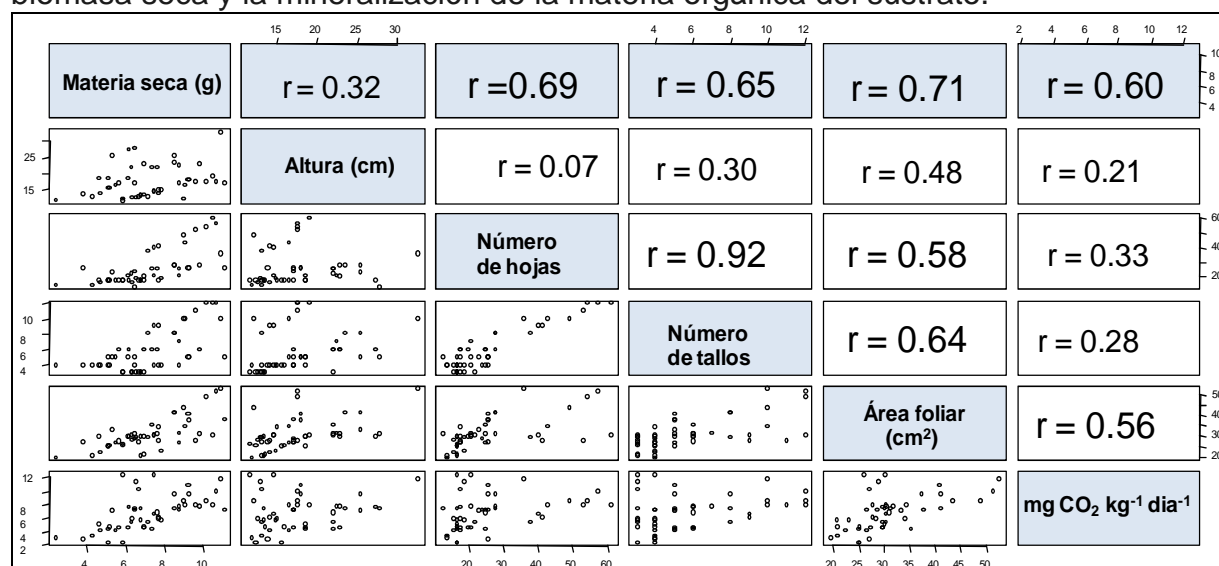


Figura 6. Influencia de los diferentes abonos orgánicos en el área foliar.

En el cuadro 5 se presentan las correlaciones de los principales indicadores de la *Alpinia purpurata* (materia seca g, respiración mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>, altura cm, número de tallos, número de hojas y área foliar cm<sup>2</sup>) los puntos muestran la dispersión de los valores al analizar las relaciones entre los parámetros que se comparan. Los mejores valores de las correlaciones (r) se obtuvieron al comparar la materia seca con el número de hojas (r = 0.69); número de tallos (r= 0.65); área foliar (r = 0.71); y con la mineralización de la MO de los abonos (6 Mg ha<sup>-1</sup>; r = 0.60). En el número de hojas la mejor correlación fue con el número de tallos (r = 0.92), también se encontró una correlación media con el área foliar. (r = 0.58). La altura sólo presentó una correlación media con el área foliar (r = 0.48). El número de tallos presentó la mejor correlación con el área foliar (r = 0.64) El área foliar presentó correlaciones medias con la mineralización de la MO (r = 0.56) y como se mencionó con anterioridad con la materia seca, el número de hojas, número de tallos y altura.

Cuadro 5. Correlaciones entre los parámetros de crecimiento y desarrollo con la biomasa seca y la mineralización de la materia orgánica del sustrato.



## CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES GENERALES

1. La vermicomposta mostro las mejores propiedades, en el contenido de nitrógeno, fósforo, materia orgánica y relación carbono/nitrógeno.
2. El rendimiento en materia seca de *Alpinia purpurata* presentó los valores más altos en el estiércol, sin diferencias estadísticas con la dosis mayor de vermicomposta, bocashi y composta.
3. El orden de mineralización de las diferentes mezclas abonos-suelo fueron de: estiércol > vermicomposta > bocashi > composta > humus líquido > testigo.
4. El estiércol y la vermicomposta mezcladas con suelo, fueron los mejores sustratos, destacándose por sus altos contenidos de MO, excelentes relación C/N, altos valores de C y N, CIC, pH, de arcilla y limo.
5. La respiración microbiana presentó altas correlación con la MO, C, CIC, P y valores medios con N, Materia seca, Arena.
6. La dinámica de la mineralización a través del tiempo mostró los más altos valores de producción de CO<sub>2</sub> con el estiércol, le siguen el bocashi, la vermicomposta y la composta con valores cercanos.
7. La materia seca se incrementó con el aumento de las dosis de los diferentes abonos, obteniéndose los mayores valores para el estiércol, siguiéndoles en orden decreciente la vermicomposta, bocashi, composta y humus líquido.
8. Se obtuvo un incremento en la altura de las plantas al aumentar las dosis de los diferentes abonos. El mayor crecimiento se obtuvo al aplicar vermicomposta.

9. Al aumentar las dosis de abonos se incrementaron el número de tallos y el número de hojas, destacándose el bocashi y la vermicomposta como los abonos que más influyeron.
10. La dosis de 9 Mg ha<sup>-1</sup> de bocashi y vermicomposta fueron las que más influyeron en el incremento del área foliar de la *Alpinia purpurata*.

## ASPECTOS ÉTICOS EN LA INVESTIGACIÓN

Villahermosa, Centro, Tabasco a 15 de Junio de 2012

Comité de Ética para la Investigación

P R E S E N T E

Aspectos Éticos en la Investigación

En mi calidad de tutor de la estudiante Yanet López Reyes que presenta la tesis de maestría **"Efecto de diferentes abonos orgánicos en la producción de *Alpinia purpurata* (Vieill.) K Schum en Tabasco, México"** hago constar que se ha leído la "Guía para la incorporación de aspectos éticos en los protocolos de investigación" y que se comprenden todos sus términos, y se selecciono el siguiente enunciado:

- a) No se identifican consideraciones éticas que requieran revisión por parte del Comité de Ética en la Investigación.

Por lo que se cumple con lo solicitado por el Comité.

A T E N T A M E N T E

Dr. Regino Gómez Álvarez

Nombre y Firma del Tutor



Yanet López Reyes

Nombre y Firma de la estudiante



## LITERATURA CITADA

- Altieri, M., Nicholls, C., (2000) Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Serie textos básicos para la formación ambiental. Pp. 257.
- Ansorena, J, (1995) Propiedades físicas de los sustratos. Chile Agrícola. 20 (208): 217-218.
- Chakraborty, A., Chakrabarti, K., Chakraborty, A. y Ghosh, S., (2011) Effect of long-term fertilizers and manure application on microbial biomass and microbial activity of a tropical agricultura soil. Biol. Fertil Soils 47:227-233
- Crawley, M, J., (2007) The R book. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, England. 942 p.
- Díaz, A, Porzecanski, I., (1997) Educación para el desarrollo de una agricultura sustentable. Pp. 19-25. En: Viglizzo, E., (Ed). Libro verde: elementos para una política agroambiental en el Cono Sur. PROCISUR. Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario del Cono Sur. Montevideo.
- Domínguez, J, Lazcano, C., Gómez-Brandón, M., (2010) Influencia del vermicompost en el crecimiento de las plantas. Aportes para la elaboración de un concepto objetivo. Acta zoológica Mexicana (nueva serie), 2: 359-371.
- Durán, L., C, Henríquez, (2010) El vermicompost: su efecto en algunas propiedades del suelo y la respuesta en la plata. Agronomía Mesoamericana 21(1): 85-93.



- Dych, E., Liebmann, M., (1992) Organic nitrogen source affects an crop weevil interactions: current investigations and future research needs. Pp. 25-30. En: Kopke, U., Schulz, DG. (Eds). Proceedings 9th International Scientific conference. Organic agriculture, a key to a sound development and a sustainable environment.
- Eekeren, N., Boer, H., Bloem, J., Schouten T., Rutgers M., de Goede R., Brussaard, L., (2009) Soil biological quality of grassland fertilized with adjusted cattle manure slurries in comparison with organic and inorganic fertilizers. Biol Fertil Soils 45: 595-608.
- Fernández, Z, M., (2003) Evaluación agronómica de sustancias húmicas derivadas de humus de lombriz. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Departamento de Ciencias Vegetales. Proyecto de título. Pp. 52.
- Gliessman, R., (2002) Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible. Costa Rica. CATIE, Pp. 361.
- Hansen, J., (1993) Field phenology of red ginger, *Alpinia purpurata*. Proc. Fla. State Hort. Soc. 106:290-292.
- Hata, T., Hara, A., Jang, E., Imaino, B., (1992) Pest management before harvest and insecticide dip after harvests as a system approach to quarantine security for red ginger. Journal Economic Entomology. 85 (6): 2310-2316.
- Hernández, R., O., Ojeda-Barrios, D., López, J., Arras, A., (2010). Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Tecnociencia Chihuahua. IV(1): 1-6.

- Hernández, T., C., García, (2003) Estimación de la respiración microbiana del suelo. En García, I.C., Gil, S.F., F.T. Hernández & Trasar, C.C. (eds.), Técnicas de análisis de parámetros bioquímicos en suelos: medida de actividades enzimáticas y biomasa microbiana, pp. 321-346. Grupo Mundi-Prensa, España.
- Lamas, A., (2002). Floricultura tropical: técnicas de cultivo, Maceió. Edición Sebrae. Pp. 58.
- Lamas, N., MA, Neri, FO, Sánchez, RG., (2004) Agricultura orgánica. Una oportunidad de negocios sustentables para el sector agroalimentario mexicano. Fideicomiso Instituido en Relación con la Agricultura. Boletín informativo. México. Pp. 120.
- Laudicina, V A., Badalucco, L., Palazzolo E., (2011) Effects of compost input and tillage intensity on soil microbial biomass and activity under Mediterranean conditions. Biol. Fertil Soils 47:63-70.
- León, J. A., R. Gómez, S. Hernández, J., D. Álvarez, D. J. Palma, (2006) Mineralización en suelos con incorporación de residuos orgánicos en los Altos de Chiapas, México. Universidad y Ciencia, Trópico húmedo 22(2):163-174.
- Luz, P., Almeida, E., Paiva, P., Ribeiro, T., (2005) Cultivo de flores tropicais. Informe agropecuario. 26 (227):62-72.
- Mendiburu, F., (2010) Manual práctico para el uso de agricolae. Departamento de estadística e informática. Facultad de economía y planificación. Universidad Nacional Agraria La Molina, 55 p. (proyecto R ([www.r-project.org](http://www.r-project.org)) del CRAN de un repositorio (R Development CoreTeam, 2010).

- Murphy, D., Stockdale, E., Poulton, P., Willison, T., Goulding, K. (2007) Seasonal dynamics of carbon and nitrogen pools and fluxes under continuous arable and ley-arable rotations in a temperate environment. *Eur J Soil Sci* 58:1410–1424
- Narro, FE., (1994) Física de suelos, con enfoque agrícola. Editorial TRILLAS. México. Pp. 195.
- Nieder, N., D. K. Benbi, (2008) *Carbon and nitrogen in the terrestrial environment*. © Springer Science + Business Media B. V. 430 pp.
- Núñez, ER., (1981) Principios de fertilización agrícola con abonos orgánicos. Pp. 57-53. En: Monroy O, Viniegra GG (Eds). *Bioteología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos*. EGT Editor, S. A. México.
- Palma, D. J., J. Cisneros., E. Moreno., J. A. Rincón., (2007) *Suelos de Tabasco: su uso y manejo sustentable*, Colegio de Postgraduados- ISPROTAB-FUPROTAB, Villahermosa, Tabasco, México, 196 p. ISBN: 968-839-552-8
- Pineda, MR., (1999) Efecto del fosfocompost y humus de lombriz en la fijación de nitrógeno atmosférico de tres leguminosas bajo condiciones de campo en Piura. *Manejo Ecológico de Suelos*. Pp. 125-136.
- Pomares, F., (2009) “Aspectos generales de la agricultura ecológica” en Sociedad Económica de Amigos del País (ed). *La agricultura ecológica: beneficios socioeconómicos y ambientales*. Mesa redonda, 23 de marzo de 2009, Sociedad Económica de Amigos del País, Valencia.
- Porta, CJ., López-Acebedo, RM., Roquero LC., (1999) *Edafología para la agricultura sostenible y el medio ambiente*. 2da edición, Ediciones Mundi-Prensa. Pp. 849.

- R Development Core Team (2012) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Ramírez, M., (1994) *Análisis de la producción y manejo postcosecha de ginger, Alpinia purpurata (Vieill.) K. Schum. en una finca del trópico húmedo de Costa Rica*. Tesis de licenciatura. Costa Rica, Ingeniería Agronómica Guácimo.
- Rodrigues, F., Viégas, M., Frazão, C., Sousa, O., Vasconcelos, D., (2006) Efeito da omissão de macronutriente na produção de massa seca em plantas de *Helicônia psittacorum* L. cv. Golden Torch. En: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas,27; Reunião Brasileira sobre Micorrizas,11; Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo,9; Reunião Brasileira de Biologia do Solo,6.
- Sparks, DL., (2003) Environmental soil chemistry. 2da edición. Academic Press. EUA. Pp. 352.
- Superintendencia de Bancos y Seguros, (2006) Análisis de la Industria Florícola y su comportamiento crediticio. Republica de Ecuador. Subdirección de estudios. Estudio sectorial y crediticio.
- Teixeira, M., Loges, V., (2008) Alpinia: cultivo e comercializacao. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental. 14(1): 9-14.
- Turrent-Fernández, A., Cortés-Flores, J., (2005) Ciencia y tecnología en la agricultura mexicana: I. Producción y sostenibilidad. TERRA Latinoamericana 23(2): 265-272.

- Von Lötow M., I. Kögel (2009) Temperature sensitivity of soil organic matter decomposition – what do we know?. *Biology and Fertility of Soils*, 46(1):1-15.
- Weindorf, D., Muir, J., Landeros-Sánchez, C. (2011) Organic compost and manufactured fertilizers: economics and ecology. Pp 27- 53. En Campbell W., López, S., (eds.), *Integrating Agriculture, Conservation and Ecotourism: Examples from the Field*, Issues in Agroecology – Present Status and Future Prospectus © Springer Science+Business Media B.V.
- Zar, J. H., (2010) *Biostatistical analysis*. Upper Saddle River (New Jersey): Prentice Hall, Incorporated. 944 p.
- Zubillaga, MS., Branzini A., Lavado, RS., (2008) Problemas de fitotoxicidad en compost. *Revista Pilquen. Sección agronomía* X (9): 1-9.

## ANEXOS

### Anexo 1. Fotos del área experimental y actividades de campo realizadas



Foto 1. Vista panorámica donde se estableció *Alpinia purpurata*



Foto 2. Vista en el área de invernadero con malla media sombra donde se estableció la *Alpinia purpurata*.



Foto 3. Producción de vermicomposta usada para su aplicación en *Alpinia purpurata*.



Foto 4. Producción de bocashi usado para su aplicación en *Alpinia purpurata*.





Foto 5. Pesada de los fertilizantes orgánicos para su aplicación a *Alpinia purpurata*.



Foto 6. Preparación de sustrato para la siembra de *Alpinia purpurata* en maceta.





Foto 7. Preparación de sustrato para la siembra de *Alpinia purpurata* en maceta.



Foto 8. Cultivo de *Alpinia purpurata* con fertilizantes orgánicos.



Foto 9. Cámara de respiración para experimento de mineralización.



Foto 10. Determinación de textura del suelo y de los sustratos

## Anexo 2. Análisis estadísticos

Salida de los análisis estadísticos realizados a las muestras de suelo.

### ANOVA DEL pH

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento	5	2.7629	0.5526	105.4	1.59e-15 ***
Residuals	24	0.1258	0.0052		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

MEDIA: 7.412

ERROR ESTANDAR: 0.04579

### PRUEBA DE TUKEY

tratamiento,	means pH	std.err	replication
B	7.344	0.008124038	5
C	7.604	0.035860842	5
E	7.484	0.033555923	5
HL	7.424	0.052782573	5
T	6.816	0.026758176	5
V	7.800	0.017606817	5

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	V	7.8
b	C	7.604
bc	E	7.484
c	HL	7.424
c	B	7.344
d	T	6.816

---



---

### Materia orgánica

#### ANOVA

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento	5	263.05	52.61	24.65	9.97e-09 ***
Residuals	24	51.22	2.13		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

MEDIA: 7.211333

ES: 0.9239

### TUKEY

tratamiento,	means mo	std.err	replication
B	8.706	0.41807416	5
C	6.090	0.20057418	5
E	11.626	1.28584836	5
HL	3.714	0.13800725	5
T	3.688	0.07109149	5
V	9.444	0.81759770	5

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	E	11.626
ab	V	9.444
bc	B	8.706
cd	C	6.09
d	HL	3.714
d	T	3.688

---

---

## NITRÓGENO

ANOVA

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento	5	0.3894	0.07789	17.32	2.83e-07 ***
Residuals	24	0.1079	0.00450		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

MEDIA: 0.3013333

ES: 0.04241

TUKEY

tratamiento,	means	N	std.err	replication
B	0.292	0.012409674	5	
C	0.294	0.009797959	5	
E	0.442	0.048311489	5	
HL	0.136	0.004000000	5	
T	0.200	0.004472136	5	
V	0.444	0.052687759	5	

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	V	0.444
a	E	0.442
b	C	0.294
b	B	0.292
bc	T	0.2
c	HL	0.136

---

---

## FOSFORO

ANOVA

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento	5	1252955	250591	65.22	3.54e-13 ***
Residuals	24	92209	3842		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

MEDIA: 245.719

ES: 39.2

TUKEY

tratamiento,	means	P	std.err	replication
B	330.922	56.555156	5	

C	112.072	8.547218	5
E	573.740	27.676127	5
HL	32.920	3.254921	5
T	24.768	2.184947	5
V	399.892	23.612900	5

Means with the same letter are not significantly different.  
Groups, Treatments and means

a	E	573.74
b	V	399.892
b	B	330.922
c	C	112.072
c	HL	32.92
c	T	24.768

---

---

CIC

ANOVA

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento	5	67.59	13.52	33.8	4.13e-10 ***
Residuals	24	9.60	0.40		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

MEDIA: 25.176

ES: 0.3999

TUKEY

tratamiento,	means	CIC	std.err	replication
B	25.526	0.1705755		5
C	24.858	0.2749254		5
E	28.182	0.4272868		5
HL	23.410	0.1616478		5
T	24.134	0.3564211		5
V	24.946	0.1986353		5

Means with the same letter are not significantly different.  
Groups, Treatments and means

a	E	28.182
b	B	25.526
bc	V	24.946
bc	C	24.858
cd	T	24.134
d	HL	23.41

---

---

% DE CARBONO

ANOVA

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento	5	88.51	17.701	24.65	9.97e-09 ***
Residuals	24	17.23	0.718		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

MEDIA: 4.182908

ES: 0.5359

TUKEY

tratamiento, means carbo std.err replication

B	5.049884	0.24250241	5
C	3.532483	0.11634233	5
E	6.743619	0.74585172	5
HL	2.154292	0.08005061	5
T	2.139211	0.04123636	5
V	5.477958	0.47424461	5

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	E	6.74361948955916
ab	V	5.47795823665893
bc	B	5.04988399071926
cd	C	3.53248259860789
d	HL	2.15429234338747
d	T	2.13921113689095

---

---

## RELACION CARBONO/NITROGENO

ANOVA

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento	5	161.41	32.28	20.08	7.19e-08 ***
Residuals	24	38.58	1.61		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

MEDIA: 13.96603

ES: 0.8019

TUKEY

tratamiento, means C/N std.err replication

B	17.28000	0.1522517	5
C	12.02444	0.2244192	5
E	15.24945	0.2204024	5
HL	15.85940	0.5494789	5
T	10.70401	0.1676659	5
V	12.67889	1.2153516	5

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	B	17.2799995812261
a	HL	15.8594035508189
a	E	15.2494486141251
b	V	12.6788942634997
b	C	12.0244367024109
b	T	10.704007699062

ARCILLA  
ANOVA

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
TRAT	5	127.38	25.476	14.02	0.000117 ***
Residuals	12	21.81	1.817		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

MEDIA: 52.73111

ES: 1.101

TUKEY

TRAT, means arcilla std.err replication

B	49.92000	0.9544283	3
C	50.88000	0.8313844	3
E	51.00000	1.2600529	3
HL	57.54667	0.6666667	3
T	54.88000	0.0000000	3
V	52.16000	0.0000000	3

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	HL	57.5466666666667
ab	T	54.88
bc	V	52.16
c	E	51
c	C	50.88
c	B	49.92

LIMO

ANOVA

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
TRAT	5	66.53	13.307	5.946	0.00543 **
Residuals	12	26.86	2.238		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

MEDIA: 34.80222

ES: 1.221

TUKEY

TRAT, means limo std.err replication

B	34.48000	1.3678207	3
C	38.10667	1.0656662	3
E	32.30667	0.8530208	3
HL	32.90667	0.5848457	3
T	35.09333	0.5848457	3
V	35.92000	0.2400000	3

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	C	38.1066666666667
---	---	------------------

ab	V	35.92
ab	T	35.09333333333333
ab	B	34.48
b	HL	32.90666666666667
b	E	32.30666666666667

---



---

ARENA  
ANOVA

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
TRAT	5	133.72	26.744	12.12	0.000238 ***
Residuals	12	26.47	2.206		

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

MEDIA: 12.46667

SE: 1.213

TUKEY

TRAT	means arena	std.err	replication
B	15.600000	1.1793784	3
C	11.013333	0.6666667	3
E	16.693333	0.8136611	3
HL	9.546667	1.2310068	3
T	10.026667	0.5848457	3
V	11.920000	0.2400000	3

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	E	16.69333333333333
ab	B	15.6
bc	V	11.92
c	C	11.01333333333333
c	T	10.02666666666667
c	HL	9.54666666666667

---



---

## DESPRENDIMIENTO DE CO<sub>2</sub> (MINERALIZACIÓN)

```
model5<-aov(mineralizacion~tratamiento, data=alpinia)
```

```
> compara5 <- HSD.test(model5, "tratamiento")
```

Study:

HSD Test for mineralizacion

Mean Square Error: 0.7410854

tratamiento, means

mineralizacion	std.err	replication
----------------	---------	-------------



B3	6.000000	0.34641016	3
B6	7.853333	0.02905933	3
B9	9.020000	0.44542115	3
C3	5.340000	0.31085902	3
C6	7.230000	0.02309401	3
C9	7.410000	0.29000000	3
E3	6.360000	0.52000000	3
E6	10.850000	0.89455762	3
E9	11.663333	0.43636122	3
HL3	3.290000	0.53693575	3
HL6	4.423333	0.15300690	3
HL9	4.373333	0.04333333	3
T	2.693333	0.24774539	3
V3	4.943333	0.28221347	3
V6	7.343333	0.15878007	3
V9	9.663333	1.30808172	3

alpha: 0.05 ; Df Error: 32

Critical Value of Studentized Range: 5.244024

Honestly Significant Difference: 2.606383

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	E9	11.66333333333333
ab	E6	10.85
abc	V9	9.66333333333333
bc	B9	9.02
cd	B6	7.85333333333333
cde	C9	7.41
cde	V6	7.34333333333333
cde	C6	7.23
def	E3	6.36
def	B3	6
defg	C3	5.34
efgh	V3	4.94333333333333
fgh	HL6	4.42333333333333
fgh	HL9	4.37333333333333
gh	HL3	3.29
h	T	2.69333333333333

Salida de los análisis estadísticos realizados a las muestras de plantas.

MATERIA SECA

```
compara1 <- HSD.test(model1, "tratamiento")
```

Study:

## HSD Test for materia.seca

Mean Square Error: 1.350963

tratamiento, means

	materia.seca	std.err	replication
B3	7.415667	0.1603562	3
B6	9.681333	0.3981128	3
B9	9.936667	0.4831954	3
C3	7.200667	0.3277562	3
C6	8.756667	1.3250451	3
C9	8.733333	0.6120004	3
E3	6.954667	0.3792296	3
E6	7.795667	0.7614220	3
E9	7.202000	1.0251888	3
HL3	4.717667	0.2420718	3
HL6	5.618000	0.2847156	3
HL9	6.049333	0.6544485	3
T	4.043000	0.9944206	3
V3	5.955000	0.6745431	3
V6	5.996667	0.3403103	3
V9	9.296667	0.8046667	3

alpha: 0.05 ; Df Error: 32

Critical Value of Studentized Range: 5.244024

Honestly Significant Difference: 3.519052

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	B9	9.93666666666667
a	B6	9.68133333333333
ab	V9	9.29666666666667
abc	C6	8.75666666666667
abc	C9	8.73333333333333
abcd	E6	7.79566666666667
abcde	B3	7.41566666666667
abcde	E9	7.202
abcde	C3	7.20066666666667
abcde	E3	6.95466666666667
bcde	HL9	6.04933333333333
bcde	V6	5.99666666666667
bcde	V3	5.955
cde	HL6	5.618
de	HL3	4.71766666666667
e	T	4.043

```
> #####  
ALTURA DE LA PLANTA
```

```
> model2<-aov(altura~tratamiento, data=alpinia)  
> compara2 <- HSD.test(model2, "tratamiento")
```

Study:

HSD Test for altura

Mean Square Error: 4.730781

tratamiento, means

	altura	std.err	replication
B3	13.83333	0.4409586	3
B6	17.66667	0.7264832	3
B9	15.66667	1.8333333	3
C3	13.83333	0.4639804	3
C6	17.00000	0.0000000	3
C9	22.50000	0.2886751	3
E3	13.58333	0.7406829	3
E6	15.16667	1.4813657	3
E9	14.06667	2.0021516	3
HL3	14.16667	0.7264832	3
HL6	16.91667	0.8207382	3
HL9	19.16667	1.4813657	3
T	12.58333	0.6009252	3
V3	21.16667	1.3642255	3
V6	27.00000	0.7637626	3
V9	27.25000	2.8099526	3

alpha: 0.05 ; Df Error: 32

Critical Value of Studentized Range: 5.244024

Honestly Significant Difference: 6.585223

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	V9	27.25
a	V6	27
ab	C9	22.5
abc	V3	21.1666666666667
bcd	HL9	19.1666666666667
bcd	B6	17.6666666666667
bcd	C6	17
bcd	HL6	16.9166666666667
cd	B9	15.6666666666667
cd	E6	15.1666666666667

```

d HL3 14.1666666666667
d E9 14.0666666666667
d B3 13.8333333333333
d C3 13.8333333333333
d E3 13.5833333333333
d T 12.5833333333333
>
> #####
ÁREA FOLIAR

> model3<-aov(area.foliar~tratamiento, data=alpinia)
> compara3 <- HSD.test(model3, "tratamiento")

```

Study:

HSD Test for area.foliar

Mean Square Error: 16.83391

tratamiento, means

	area.foliar	std.err	replication
B3	29.18333	0.8122055	3
B6	30.75333	1.9417375	3
B9	47.89667	2.3277910	3
C3	21.54333	0.7217186	3
C6	30.99000	3.4621429	3
C9	31.10667	0.3233333	3
E3	30.80000	1.6814577	3
E6	31.56000	3.0844286	3
E9	31.90667	4.5422107	3
HL3	22.73333	1.1627601	3
HL6	27.08667	1.3673129	3
HL9	29.16000	3.1527184	3
T	23.88000	2.2576758	3
V3	29.99667	0.1675642	3
V6	31.41333	1.0288883	3
V9	44.79333	3.8733333	3

alpha: 0.05 ; Df Error: 32

Critical Value of Studentized Range: 5.244024

Honestly Significant Difference: 12.42214

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

```

a B9 47.8966666666667
a V9 44.7933333333333
b E9 31.9066666666667

```

```

b   E6   31.56
b   V6   31.41333333333333
b   C9   31.10666666666667
b   C6   30.99
b   E3   30.8
b   B6   30.75333333333333
b   V3   29.99666666666667
b   B3   29.18333333333333
b   HL9  29.16
b   HL6  27.08666666666667
b   T    23.88
b   HL3  22.73333333333333
b   C3   21.54333333333333
>
> #####

```

### NÚMERO DE HOJAS

```

> model4<-aov(hojas.num~tratamiento, data=alpinia)
> compara4 <- HSD.test(model4, "tratamiento")

```

Study:

HSD Test for hojas.num

Mean Square Error: 16.97917

tratamiento, means

	hojas.num	std.err	replication
B3	39.66667	0.8819171	3
B6	52.33333	5.2068331	3
B9	53.33333	2.3333333	3
C3	17.66667	0.6666667	3
C6	25.00000	0.5773503	3
C9	24.66667	2.0275875	3
E3	17.00000	0.5773503	3
E6	21.66667	2.3333333	3
E9	20.66667	2.7284509	3
HL3	15.66667	0.8819171	3
HL6	18.66667	1.2018504	3
HL9	20.00000	2.5166115	3
T	19.00000	3.6055513	3
V3	19.66667	1.4529663	3
V6	18.00000	2.8867513	3
V9	30.66667	2.6666667	3

alpha: 0.05 ; Df Error: 32

Critical Value of Studentized Range: 5.244024

Honestly Significant Difference: 12.47562

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	B9	53.3333333333333
a	B6	52.3333333333333
b	B3	39.6666666666667
bc	V9	30.6666666666667
cd	C6	25
cd	C9	24.6666666666667
cd	E6	21.6666666666667
cd	E9	20.6666666666667
cd	HL9	20
cd	V3	19.6666666666667
cd	T	19
cd	HL6	18.6666666666667
d	V6	18
d	C3	17.6666666666667
d	E3	17
d	HL3	15.6666666666667

>

>

> #####

NÚMERO DE HOJAS POR TALLO

```
> model6<-aov(num.hojas.tallo~tratamiento, data=alpinia)
```

```
> compara6 <- HSD.test(model6, "tratamiento")
```

Study:

HSD Test for num.hojas.tallo

Mean Square Error: 0.9157479

tratamiento, means

	num.hojas.tallo	std.err	replication
B3	4.583333	0.09024658	3
B6	4.733333	0.22929845	3
B9	4.716667	0.11666667	3
C3	5.363333	0.30666667	3
C6	5.816667	0.31666667	3
C9	4.346667	0.16189846	3
E3	5.166667	0.34748301	3
E6	5.483333	0.25873624	3
E9	5.733333	0.32773634	3
HL3	3.916667	0.22047928	3

HL6	4.016667	0.20883273	3
HL9	3.523333	0.34333333	3
T	5.946667	1.49884771	3
V3	4.970000	1.20951781	3
V6	3.400000	0.61101009	3
V9	3.533333	0.03333333	3

alpha: 0.05 ; Df Error: 32  
Critical Value of Studentized Range: 5.244024

Honestly Significant Difference: 2.89729

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	T	5.94666666666667
a	C6	5.81666666666667
a	E9	5.73333333333333
a	E6	5.48333333333333
a	C3	5.36333333333333
a	E3	5.16666666666667
a	V3	4.97
a	B6	4.73333333333333
a	B9	4.71666666666667
a	B3	4.58333333333333
a	C9	4.34666666666667
a	HL6	4.01666666666667
a	HL3	3.91666666666667
a	V9	3.53333333333333
a	HL9	3.52333333333333
a	V6	3.4

```
>
>
> #####
NÚMERO DE TALLOS
```

```
> model7<-aov(tallos.num~tratamiento, data=alpinia)
> compara7 <- HSD.test(model7, "tratamiento")
```

Study:

HSD Test for tallos.num

Mean Square Error: 0.7083333

tratamiento, means

	tallos.num	std.err	replication
B3	8.666667	0.3333333	3
B6	11.000000	0.5773503	3

B9	11.333333	0.666667	3
C3	3.333333	0.333333	3
C6	4.333333	0.333333	3
C9	6.333333	0.333333	3
E3	3.333333	0.333333	3
E6	4.000000	0.577350	3
E9	3.666667	0.666667	3
HL3	4.000000	0.000000	3
HL6	4.666667	0.333333	3
HL9	5.666667	0.333333	3
T	3.666667	0.333333	3
V3	4.333333	0.881917	3
V6	5.333333	0.333333	3
V9	8.666667	0.666667	3

alpha: 0.05 ; Df Error: 32  
Critical Value of Studentized Range: 5.244024

Honestly Significant Difference: 2.548138

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	B9	11.33333333333333
ab	B6	11
bc	B3	8.66666666666667
bc	V9	8.66666666666667
cd	C9	6.33333333333333
de	HL9	5.66666666666667
de	V6	5.33333333333333
de	HL6	4.66666666666667
de	C6	4.33333333333333
de	V3	4.33333333333333
de	E6	4
de	HL3	4
e	E9	3.66666666666667
e	T	3.66666666666667
e	C3	3.33333333333333
e	E3	3.33333333333333

> #####



## Anexo 3. Guía de autores de la Revista Fitotecnia Mexicana.

### REVISTA FITOTECNIA MEXICANA: GUÍA DE AUTORES (Versión 2010-2012) Aprobada por el Comité Editorial

La Revista Fitotecnia Mexicana fue fundada en 1971 por la **SOCIEDAD MEXICANA DE FITOGENÉTICA, A. C. (SOMEFI)**, para promover la difusión de resultados de la investigación en ciencias biológicas vegetales enfocadas a producción agrícola, mejoramiento genético, fisiología, calidad de los alimentos y otras áreas afines, mediante la publicación de trabajos científicos totalmente **originales e inéditos**.

Un escrito científico original es el que resulta de la creatividad del autor, y aporta información valiosa, verificable y novedosa. Un escrito científico inédito es el que contiene información que no ha sido publicada en otra revista o libro, excepto como resumen de un congreso, y tampoco se ha enviado simultáneamente a otra revista o casa editora para su publicación.

Estos trabajos pueden ser de tres tipos: **Artículo Científico, Nota Científica y Descripción de Nuevas Variedades**, cuyas normas específicas se describen a continuación. A juicio del Comité Editorial se podrían aceptar **Artículos de Revisión y Ensayos Científicos**.

#### I. ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

##### ASPECTOS GENERALES

En la Revista Fitotecnia Mexicana se publicarán, previo arbitraje y edición, artículos en los que se presenten resultados de investigación originales enfocados a plantas, que no hayan sido publicados ni estén en vías de hacerlo en otra revista nacional o internacional. Al menos uno de los autores debe ser socio de la SOMEFI y todos los coautores deben haber firmado su conformidad con el contenido y los procedimientos para la recepción, evaluación y edición de contribuciones a la Revista Fitotecnia Mexicana, a la entrega del mismo.

Los artículos se publicarán en español o inglés y pueden cubrir áreas relacionadas con mejoramiento genético, recursos genéticos, genética, citología, evolución, fisiología vegetal, fisiología postcosecha, calidad de alimentos, sistemas de producción, fitotecnia, divulgación, producción de semillas, biotecnología agrícola, y otras áreas relacionadas con las ciencias agrícolas, tanto de frutales, ornamentales, hortalizas y pastos, como de cultivos básicos e industriales. Se podrán aceptar artículos que traten temas de economía,

silvicultura, estadística, y otras disciplinas, siempre y cuando tengan relación con las áreas de interés de la Sociedad Mexicana de Fitogenética y del Comité Editorial de la Revista.

Los resultados de investigación experimental que se presenten en forma de artículos deberán ser de trascendencia regional, nacional o internacional y, sobre todo, estar sustentados por información obtenida por procedimientos científicos verificables y válidos.

No se aceptarán artículos que no se ajusten a la presente normatividad. Excepciones a la misma son prerrogativa del Comité Editorial, pues la calidad de la Revista Fitotecnia Mexicana y de los artículos publicados en ella, es responsabilidad de los autores y del Comité Editorial.

#### TEXTO

El artículo tendrá una extensión total no mayor de 20 cuartillas, inclusive cuadros y figuras, sin contar la página de presentación. Su contenido debe referirse a información de un estudio concluido y escribirse en Word 6.0 o posterior, para Windows 98 o posterior, con tamaño de letra 12 tipo C/G Times, Times New Roman, Arial o similar, y a doble espacio en texto, cuadros, figuras y Bibliografía, con margen superior de 3.0 cm y de 2.0 cm el resto, con justificación en ambos márgenes. Cada párrafo iniciará con sangrías de tres espacios, con excepción de la Bibliografía. Cada cuartilla será numerada en el margen inferior en posición centrada y terminar con palabras completas.

A la revista se enviará un ejemplar del artículo original en versión digital, ya sea por correo electrónico o en disco compacto, además de la carta de presentación firmada por todos los autores.

La contribución que no cumpla con los requisitos anteriores no podrá ser recibida.

#### PÁGINA DE PRESENTACIÓN

La primera cuartilla (no numerada), que corresponde a la página de presentación, debe contener únicamente los títulos en español e inglés, ambos en mayúsculas acentuadas, negritas y centradas, así como los nombres de los autores con el siguiente orden: nombre (s), apellido paterno y materno, y las respectivas direcciones en las que se anotará la

institución, la dependencia y la dirección postal completa. El correo electrónico es únicamente del autor para correspondencia. Ver ejemplo en el siguiente recuadro.

**COMPONENTES DEL CRECIMIENTO DE  
GRANO DE VARIEDADES  
PROLÍFICAS DE MAÍZ**

**GRAIN GROWTH COMPONENTS OF  
PROLIFIC MAIZE CULTIVARS**

**José Alberto López Santillán<sup>1\*</sup>, César A. Reyes  
Méndez<sup>2</sup>, Sergio Castro Nava<sup>1</sup> y  
Florencio Briones Encinia<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>División de Estudios de Posgrado, Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Centro Universitario Adolfo López Máteo, 87149, Cd. Victoria, Tlax. Tel. y Fax 01 (834) 318-1721 Ext. 2124. <sup>2</sup>Campo Experimental Río Bravo, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Km. 61 Carr. Matamoros-Kejones, 88680, Río Bravo, Tam.

\* Autor para correspondencia (jalopez@uat.edu.mx)

Si todos los autores trabajan en la misma institución y dependencia, no será necesario numerar a los autores. El autor para correspondencia deberá identificarse con un asterisco en posición de superíndice, en seguida del número. La Revista acepta solamente a este autor como único responsable para todo seguimiento de artículo y no se proporcionará información del estado que guarda el mismo a otra persona.

Cuando el autor responsable haya dejado de laborar o estudiar en la institución donde se realizó la investigación, se recomienda agregar la dirección actual completa.

### TÍTULO Y CAPÍTULOS

El título indica la temática precisa del trabajo y no debe exceder de 15 palabras. Los nombres científicos como parte del título, se recomiendan solamente para especies poco comunes y, en este caso, se escribirán en letras cursivas, con mayúsculas sólo en la primera letra del género y en la del apellido(s) del (los) clasificador(es); este último no se escribe en cursivas. El título se escribirá centrado, con mayúsculas negritas, acentuadas, y sin emplear punto final. Después del título en español se escribirá el título en inglés con las mismas normas.

Los nombres de los capítulos deben también centrarse, escribirse en negritas con mayúsculas acentuadas y sin punto final, e irán en el orden siguiente: RESUMEN, SUMMARY, INTRODUCCIÓN, MATERIALES Y MÉTODOS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN (RESULTADOS Y DISCUSIÓN PUEDEN ESTAR EN CAPÍTULOS SEPARADOS), CONCLUSIONES, AGRADECIMIENTOS y BIBLIOGRAFÍA.

Cuando se trate de artículos que describan planteamientos teóricos, desarrollo de nuevas metodologías u otros casos, que requieran secciones o divisiones diferentes, cada una irá centrada, en negritas con mayúsculas acentuadas y sin punto final.

### RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

El Resumen contendrá como máximo 300 palabras. Es indispensable que contenga lo relevante del trabajo, en cuanto a justificación, metodología, resultados y conclusiones. Es preferible especificar datos concretos; por ejemplo, en lugar de escribir "se compararon tres dosis de N" debe indicarse "se compararon las dosis de 60, 100 y 140 kg N ha<sup>-1</sup>"; es mejor indicar "hubo un incremento de 25 % en el rendimiento" que "hubo un incremento del rendimiento". Favor de no incluir referencias bibliográficas en este capítulo.

**De la redacción y contenido del Resumen depende que el lector aprecie el valor de la investigación y decida leer el artículo completo. Dado que esta sección es la que se reproduce en índices internacionales, debe incluir el nombre científico de cada especie que se mencione en este capítulo.**

Al final del Resumen se anotarán de cuatro a seis palabras clave que permitan ubicar en cualquier índice el tema tratado en el artículo. Se recomienda iniciar las palabras clave con el nombre científico de las especies estudiadas, y continuar con las demás en orden alfabético; en esta sección se permite repetir palabras importantes del título. Ejemplo:

**Palabras clave:** *Zea mays*, densidad de población, periodo efectivo de llenado de grano, prolificación, tasa de llenado del grano.

### SUMMARY E INDEX WORDS

Los contenidos del Summary e Index words deben ser exactamente los mismos que los del Resumen y de las Palabras clave. Es responsabilidad de los autores asesorarse convenientemente con quien domine el idioma inglés.

### INTRODUCCIÓN

En este capítulo se especificará en forma clara y breve el porqué y para qué se hizo el estudio. Debe incluir los antecedentes, la justificación y los objetivos del trabajo. Es decir, contendrá la argumentación científica, técnica, social o económica que motivó la realización del estudio, o bien la importancia de haber desarrollado una teoría, método o proceso. La revisión de literatura se debe incluir en esta sección, en lugar de anotarla como capítulo.

Es importante que los autores verifiquen que los objetivos planteados en el artículo tengan relación directa con las conclusiones, por lo que se enfatiza que los objetivos sean clara y correctamente expuestos en este capítulo.

La revisión bibliográfica debe ser pertinente al tema del trabajo y actualizada; de preferencia, con menos de cinco años de haber sido publicada.

Se recomienda seleccionar las referencias más directamente conectadas con el tema y evitar revisiones múltiples (dos o más citas) para respaldar conceptos sencillos o ampliamente conocidos.

Para consignar las citas, si los autores son el sujeto de la oración se empleará el sistema: Autor (año). Cuando sean más de dos autores en una misma cita, se anotará el apellido del primer autor y a continuación la alocución latina *et al.*, pero en el capítulo de la Bibliografía se incluirán los nombres de todos los autores. Cuando la cita usada no esté expresada como sujeto de la oración, se escribirá dentro de un paréntesis, separando al autor y el año con una coma, y a cada cita con punto y coma. En cada oración, las citas se presentarán en orden cronológico según el año de publicación.

Se recomienda emplear referencias publicadas en revistas arbitradas. No se aceptan referencias de disponibilidad restringida o no arbitradas, como tesis, resúmenes de congresos, informes técnicos, informes anuales y apuntes mecanografiados. Si este tipo de información fuera indispensable, puede citarse como comunicación personal (Com. pers.), y al pie de la página respectiva escribir el nombre, especialidad y adscripción oficial de la persona responsable de esa fuente de información, o la publicación restringida de ser el caso. La decisión final acerca de la incorporación de este tipo de información dependerá del Comité Editorial.

Es preferible que los autores revisen directamente cada referencia en vez de hacerlo mediante terceras personas; así, los autores tendrán su propio juicio de los conceptos, conclusiones y valor de lo informado en la literatura.

Cuando dos o más referencias tengan el (los) mismo (s) autor(es) y hayan sido publicadas en el mismo año, se diferenciarán mediante una letra minúscula progresiva (a, b, c, etc.), colocada inmediatamente después del año de publicación. Las citas obtenidas de internet podrán ser aceptadas si provienen de una institución reconocida o de la página electrónica de una revista arbitrada, y se agregará la fecha de actualización o de consulta.

En el uso de citas bibliográficas, con frecuencia los árbitros y editores detectan las siguientes deficiencias: 1)

Los autores no incluyen en la Bibliografía a todas las referencias citadas en el texto; 2) Uso de referencias innecesarias que no están directamente relacionadas con el tema estudiado ni con los objetivos de trabajo; 3) Exceso de citas obsoletas o antiguas (más de cinco años de "edad"); 4) Falta de concordancia entre los nombres de autores o el año de la publicación consignados en la Bibliografía, con el anotado en el texto; 5) Uso de citas no válidas para la revista, como tesis y resúmenes de congresos o referencias sin arbitraje formal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se indica dónde, cuándo y cómo se hizo el trabajo. Por tanto, se describirán en forma concisa, clara y completa, los materiales y la metodología empleados. Por ejemplo, se consignará el lugar, ciclo agrícola, labores culturales, tratamiento, método y diseño experimental, unidad experimental, variables evaluadas, forma y época en que se obtuvieron los datos, tipo de análisis realizado, método de comparación de medias, así como otra información que permita que la investigación desarrollada pueda ser cotejada o validada.

Es necesario incluir referencias que amplíen o detallen la información de algún método, sobre todo cuando se describen métodos genotécnicos, estadísticos o de laboratorio.

Frecuentemente se observa que algunos métodos consignados en este capítulo están incompletos o no coinciden con el análisis que se presenta en el capítulo de Resultados y Discusión. Otras veces, la metodología aplicada no permite cumplir con los objetivos del estudio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este capítulo constituye la parte medular del artículo, pues es donde se describen los resultados del estudio y la interpretación de los mismos, en función de los objetivos planteados o de la hipótesis formulada.

Los resultados corresponden a la información obtenida y debidamente analizada desde el punto de vista estadístico, la cual generalmente se presenta en forma de cuadros y figuras. En este caso, la descripción textual se enfocará a destacar los aspectos relevantes de los resultados, y no para hacer una repetición en prosa de los datos tabulados o graficados. Los lineamientos para elaborar los cuadros y figuras se presentan en apartados posteriores y específicos en esta guía.

La discusión corresponde a la interpretación de los resultados y su comparación objetiva e imparcial con los de otros trabajos similares. En esta sección se recomienda enfatizar



la relación entre los resultados y los objetivos (o hipótesis) planteados. Cuando los resultados sean imprevistos o difieran de los obtenidos por otros autores, deben discutirse las posibles causas y plantear alternativas para futuros estudios, sin caer en especulaciones que carezcan de sustento. En este capítulo podrán incorporarse referencias bibliográficas que no se incluyeron en los capítulos anteriores, a la luz de los resultados y su discusión. En general, el autor debe tomar en cuenta que no basta con presentar datos, sino debe explicarlos en función de su relevancia y compararlos con los conocimientos actuales.

A continuación se anotan las fallas principales que los árbitros y editores con frecuencia detectan en este capítulo, que de evitarse acortaría significativamente el tiempo de proceso editorial requerido para que el artículo sea aprobado para su publicación.

1. Presentación de cuadros y figuras que no se apegan al formato de la revista ni a la guía de autores.
2. Incongruencia entre los objetivos planteados, la metodología utilizada y los resultados presentados.
3. Incoherencia entre la herramienta estadística utilizada, el resultado del análisis y la presentación de resultados.
4. Cálculos erróneos en porcentajes, promedios, tasas, etc.; ausencia de pruebas estadísticas adecuadas y empleo de unidades incorrectas.
5. Exceso de cuadros o figuras que no se discuten en el texto, y redundancia de datos (se repiten tanto en cuadros como en figuras).
6. Inclusión indebida de aspectos metodológicos en este capítulo (que debieron haberse indicado en Materiales y Métodos).
7. Omitir la evidencia que ofrecen las pruebas estadísticas de comparación de medias y discutir (y hasta concluir) acerca de diferencias que no fueron validadas con tales pruebas.
8. Hacer interpretaciones erróneas o sesgadas de los datos presentados, ofrecer explicaciones o inferir acerca de variables no incluidas en el artículo, o especular mediante inferencias no sustentadas por los resultados.

### CONCLUSIONES

En este capítulo se anotarán, en forma breve y concisa, las aportaciones concretas al conocimiento, avaladas por los resultados del estudio.

No se justifican las conclusiones derivadas de posibilidades o tendencias, y tampoco se acepta incluir en este capítulo sugerencias para estudios futuros. No numerar cada conclusión. El capítulo debe ser totalmente con-

gruente con los objetivos y el texto del Resumen.

### AGRADECIMIENTOS

Esta sección es la que se emplea para dar crédito a personas o instituciones que financiaron, asesoraron o auxiliaron en la realización de la investigación, que no sean coautores.

### BIBLIOGRAFÍA

Contendrá la lista de todas las citas mencionadas en el artículo, en orden alfabético según las primeras letras del apellido del autor principal. Su elaboración se basa en algunas reglas, entre las que destacan las siguientes:

1. Asegurarse que solamente se incluyan referencias que fueron sometidas a procesos formales de arbitraje y edición, previo a su publicación. No se aceptarán tesis ni resúmenes de memorias como referencias.
2. En cada referencia colocar primero el apellido o apellidos del autor principal y luego las iniciales del nombre o nombres de dicho autor. A continuación la (s) inicial (es) del segundo autor y luego sus apellidos. En el caso del tercero y demás coautores se procede como en el segundo. Tales iniciales no llevarán punto, y la separación de autores es mediante coma; con negritas, al igual que el año.
3. Primero se colocan las referencias cuyo autor fue único y luego las citas en que fue el primer autor.
4. Cuando en varias obras consultadas el primero o los primeros autores sean los mismos, las citas se ordenarán alfabéticamente con base en el apellido del primer coautor que sea diferente.
5. Cuando varios artículos tengan a los mismos autores, las referencias se ordenarán cronológicamente, a partir de la más reciente. Si el año de publicación fue el mismo para varias citas, se diferenciarán con las letras a, b, c, etc.
6. Anotar cada cita, según se trate de un artículo o libro, separando cada parte con un punto, excepto el año que debe ir entre paréntesis.
  - a) En el caso de artículos se indicará en orden: autor(es), año de publicación, título del artículo, nombre completo (sin abreviar) de la revista, volumen y páginas.
  - b) En el caso de libros, el orden es el siguiente: autor(es), año, título, nombre del traductor (cuando lo haya), número de la edición (si no es la primera), nombre y ubicación de la editorial o de la institución donde se imprimió la obra y la paginación total (i.e., 150 p.), o específica si sólo se consultó parte de la obra (i.e., pp:25-30).
7. Cuando el trabajo que se cita es parte de una publicación cuyos capítulos fueron escritos por diferentes au-

tores, como memorias arbitradas en extenso aceptables (cuatro o más páginas) de congresos, simposia, etc., la cita bibliográfica se estructurará en la siguiente forma: autor(es), año, título del capítulo; a continuación se pondrá *in*: título del libro (con mayúsculas en las primeras letras), nombre(s) del editor (es) o compilador (es), y entre paréntesis se indicará (ed, eds) o (comp, comps) según el caso; lugar y fecha de realización del evento, nombre de la casa editorial o institución donde se imprimió la publicación, y la numeración de páginas del artículo o capítulo.

8. Los títulos de los artículos y de capítulos de libros se escribirán con letra minúscula, excepto la primera letra del título y la de los nombres propios. En cambio, los títulos de libros deben iniciar con letra mayúscula en todas las palabras, con excepción de proposiciones y artículos gramaticales.

Ejemplos:

**Artículos**

Binh L T, L T Mnoi, H T K Oanh, T D Thang, D T Phong (1990) Rapid propagation of agave by *in vitro* tissue culture. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 23:67-70.  
 Higuchi H, N Utsunomiya, T Sakuratani (1998) High temperature effects on cherimoya fruit set, growth and development under greenhouse conditions. *Scientia Horticulturae* 77:23-27.  
 Vyskot B, Z Jara (1984) Clonal propagation of cacti through axillary buds *in vitro*. *Journal of Horticultural Science* 59:449-452.

**Libros**

Macheix J J, A Fleuriot, J Hillot (1990) *Fruits Phenolics*. CRC Press. Florida, USA. 378 p.  
 Pimienta E (1987) Polinización y Fecundación en Frutales Perennes. Tema Didáctico No. 4. SARH-INIEAP. México. 27 p.  
 Steel R G D, J H Torrie (1960) *Principles and Procedure of Statistics*. McGraw-Hill Book Company. Inc. New York. 481 p.  
 Whitam F D, D F Blaydes, R M Devlin (1971) *Experiments in Plant Physiology*. Van Nostrand Reinhold C. New York, USA. 245 p.

**Capítulos de libros**

Burdon J J, A M Jarosz (1989) Wild relatives as sources of disease resistance. *In*: *The Use of Plant Genetic Resources*. A H Brown, O H Frankel, D R Marshall, J T Williams (eds). Cambridge University Press. Cambridge, UK. pp:281-296.  
 Roelfs A P (1988) Resistance to leaf and stem rusts in wheat. *In*: *Breeding Strategies for Resistance to the Rusts of Wheat*. N W Simmonds, S Rajaram (eds). CIMMYT, México. pp:10-22.

**Memorias arbitradas en extenso (de cuatro o más páginas impresas)**

Crosbie T M (1982) Changes in physiological traits associated with long-term breeding efforts to improve grain yield of maize. *In*: *Proc. 37th Annual Corn and Sorghum Industry*. H D Loden, D Wilkinson (eds). Research Conference. Chicago IL. 5-9. Dec. Am. Seed Trade Assoc., Washington, D.C. pp:206-233.

En este capítulo es común que las referencias estén incompletas; se omite el año de la publicación, no se coloquen los nombres de todos los coautores, no se indiquen las páginas consultadas, no se anoten referencias que se citan en el artículo, se enlistan citas que no se presentan en el texto, o que los apellidos de los autores o el año de la publicación de las referencias que se indican en el texto no coincidan con lo que se enlistan en el capítulo de Bibliografía. Es indispensable que los autores no abrevien el nombre de la revista porque eso es responsabilidad de los editores.

**ELABORACIÓN DE CUADROS**

**Información general:**

- Sólo se aceptarán cuadros en formato de "tabla" de Word de Microsoft. No se aceptarán los elaborados con espaciador o con tabulador.
- Sólo usar dígitos significativos en los valores numéricos, en congruencia con el nivel de precisión con que se midió la variable. Las columnas deben ir alineadas por el punto decimal.
- Los cuadros irán numerados progresivamente (i.e., Cuadro 1, 2..., n), según se citan en el texto. La leyenda de cada uno debe contener el título escrito con negritas en la parte superior y con letras minúsculas, excepto la inicial de la primera palabra y las iniciales de los nombres propios. Su ubicación debe ser al final de artículo. No utilizar la palabra tabla en sustitución de cuadro.
- En el texto los cuadros se especifican como Cuadro 1, Cuadro 2, ..., etc. Cada cuadro debe presentar los datos en forma organizada, de manera que facilite las comparaciones, se muestren clasificaciones, se observen rápidamente las relaciones y, sobre todo, se ahorre espacio del texto. Cada cuadro debe explicarse por sí mismo, sin repetir su contenido en figuras ni en el texto del artículo.
- Cada variable será identificada con su nombre y unidades.
- Cada cuadro contendrá tres líneas horizontales a todo lo largo o "mayores" (aunque puede haber varias sublíneas que abarquen parte de las columnas o conceptos). La primera línea se coloca debajo del título del cuadro, la segunda debajo de los criterios de clasificación principales, y la tercera al final del cuadro (Formato básico)



1, de Word; es decir, las líneas no deben hacerse con la herramienta de dibujo, porque son diferentes a las del formato de cuadros). Después de la última línea horizontal mayor se colocan las notas de pie del cuadro, las que son de tres tipos:

- a) Para identificar niveles de significancia estadística de cuadrados medios, se emplearán exclusivamente asteriscos (\* =  $P \leq 0.05$ , \*\* =  $P \leq 0.01$ ).
- b) Para diferenciar medias de tratamientos se emplearán letras minúsculas (a, b, c, etc.) con la siguiente leyenda: Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes; y se añade entre paréntesis el tipo de prueba y el nivel de significancia (ej., Tukey, 0.05).
- c) Para dar información complementaria al título, a los encabezamientos o a los datos se emplearán símbolos, a manera de superíndices; se recomienda utilizarlos en el orden siguiente:  
†, ††, §, §§, x, xx, f, ff

Un ejemplo del formato para cuadros se presenta en esta guía.

Además de los aspectos anteriores, los autores tendrán especial cuidado en no saturar su escrito con cuadros, cuando en uno se puede reunir la información de varios. El tamaño final de un cuadro no debe exceder a una página tamaño carta, y estar impreso en una misma página. Sólo podrán incluir en el cuadro variables que fueron descritas en Materiales y Métodos.

#### PRESENTACIÓN DE FIGURAS

1. Las figuras corresponden a dibujos, gráficas, diagramas y fotografías que ilustren resultados, y su información no debe estar duplicada en cuadros.
2. Las figuras se presentarán cada una por separado al final del texto, en el orden en que se citan en el mismo.
3. Las leyendas de las figuras se anotarán también en hoja aparte, con negritas y mismo tipo de letra que en el texto.
4. El tamaño original máximo de una figura es una cuartilla, y debe permitir su reducción hasta 1/8 de página, sin perder legibilidad ni detalles. Por lo mismo, evite las figuras sobrecargadas.
5. Las gráficas y diagramas pueden estar procesadas en Word, Excel, Power Point o Sigma Plot. Al reverso de cada una, anotar con lápiz el número de la figura y el procesador utilizado.
6. No se aceptarán gráficas con fondo rayado o sombreado, ni gráficas bidimensionales con simulación tridimensional sin justificación técnica.
7. Cuando las gráficas correspondan a modelos matemáticos, se anotarán las respectivas ecuaciones y sus coeficientes de determinación en la figura o leyenda.
8. Las gráficas y diagramas deben tener líneas y letras nítidas (no "aserradas" ni "de puntos").

9. Las fotografías, de preferencia digitalizadas, se enviarán en positivo, original y en color o blanco y negro, anotando al reverso con lápiz suave, el número que les corresponde. Las fotografías deberán tener nitidez (ya sea digitalizada o en positivo) y estar claramente relacionadas con el tema. En caso de orientación dudosa, indicar ésta con una fecha () y la palabra "arriba" al reverso de la fotografía, con lápiz suave. Incluir escala en microfotografías.
10. La revista podrá solicitar los archivos de datos con los que se elaboraron las gráficas, o de las fotografías digitalizadas por separado, para fines de edición en el formato de la revista.
11. En caso de figuras "compuestas" (un conjunto de figuras presentadas con una sola leyenda), además de lo anterior, los componentes se identificarán con letras mayúsculas (A, B, C, ...), bien alineadas, del mismo tamaño y tipo, y líneas del mismo grosor.
12. Al igual que en el caso de los cuadros, la figuras se especifican en el texto como Figura 1, Figura 2, ..., etc.
13. Los autores deben considerar que en la reproducción de fotografías puede perderse nitidez durante el proceso de impresión.

#### II. NOTAS CIENTÍFICAS

En general, los requisitos que deben satisfacer los autores de este tipo de contribuciones y las normas para redactar aportaciones a esta sección de la Revista son las mismas que las indicadas para Artículos Científicos, excepto en los siguientes puntos:

1. Como Notas Científicas podrán presentarse: a) Resultados de investigación de trascendencia local o restringida; b) Resultados preliminares pero importantes y novedosos; c) Resultados de modificaciones o mejoramiento de algún método genotécnico, técnica experimental, análisis estadístico, aparato o instrumento de campo, invernadero o laboratorio.
2. El texto total de este tipo de contribuciones ocupará un máximo de diez cuartillas a doble espacio, incluyendo en su caso, cuadros y figuras.
3. La contribución contendrá los siguientes capítulos: RESUMEN y Palabras clave, SUMMARY, Index words, INTRODUCCIÓN (donde se incluirá la revisión de literatura), MATERIALES Y MÉTODOS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN (en un solo capítulo, incluyendo las conclusiones principales), y BIBLIOGRAFÍA.

#### III. NUEVAS VARIEDADES

Este tipo de contribución tiene como propósito dar a conocer nuevas variedades de plantas que fueron obtenidas mediante mejoramiento genético, porque presentan al me-



nos una ventaja clara y verificable sobre la mejor variedad comercial de la región de interés y que ya fueron registradas en el SNIICS. La descripción debe incluir las principales fases del mejoramiento aplicado y los resultados relevantes de evaluación en campo, invernadero y laboratorio cuando proceda, en forma clara y breve, pero suficiente para demostrar la utilidad de la nueva variedad. Estas contribuciones también se someten a arbitraje formal. **El tiempo límite para reportar una variedad como nueva será de dos años después de que haya recibido su registro oficial.**

Se recomienda a los autores tomar en consideración lo siguiente:

1. En un máximo de cuatro cuartillas tamaño carta, escritas a doble espacio y sin separar en capítulos, indicar el origen de la variedad (líneas o poblaciones parentales), el método genotécnico aplicado, las características agronómicas más importantes, los principales resultados de las evaluaciones del rendimiento y estabilidad del mismo, comparados con los de variedades comerciales vigentes, y el número de registro en el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNIICS). En caso de que la variedad ya tenga uso comercial, señalar la fecha de liberación así como el lugar donde puede obtenerse la semilla. Las referencias bibliográficas serán la mínimas indispensables, hasta un máximo de diez.
2. Se debe incluir al menos una fotografía a color que ilustre a la variedad descrita.
3. Enviar un ejemplar digital de la contribución, en CD.
4. Los autores anexarán a su comunicación inicial, copia de todas las publicaciones (boletines informativos, folletos técnicos, folletos para agricultores, hojas desplegadas, etc.) donde se presente información de la variedad, para que el Comité Editorial pueda emitir un mejor dictamen. En caso de ser necesario, deberán aportar las evidencias experimentales que solicite el Comité Editorial.

#### ARTÍCULOS DE REVISIÓN Y ENSAYOS CIENTÍFICOS

Este tipo de contribuciones deberán ajustarse a la misma normatividad de los artículos científicos, excepto en lo referente a los capítulos de Materiales y Métodos y de Resultados y Discusión, que no proceden estos dos casos. Es decir, los capítulos deberán ser pertinentes con el desarrollo de la temática tratada en el manuscrito. Al respecto, se recomienda ver contribuciones de este tipo publicados en la revista en años recientes.

#### NORMAS Y RECOMENDACIONES GENERALES

1. De primordial importancia es que tanto los Artículos

Científicos como las Notas Científicas tengan un tamaño proporcional en sus capítulos. Aunque el balance depende del tema tratado, se sugiere la siguiente distribución del total de páginas: 40 % para Resultados y Discusión, 20 % en Materiales y Métodos, 15 % para Introducción y 15 % para Conclusiones y Bibliografía.

2. Emplear las unidades y símbolos del Sistema Internacional (SI) de medidas. En una serie de datos con igual unidad de medición, utilizar numerales seguidos de la forma abreviada de la unidad (sin colocar punto al final ni mayúsculas al principio). Por ejemplo: 2, 4 y 6 ml. L<sup>-1</sup>; 16, 20 y 33 %; 3400, 1200 y 400 kg; 4 y 9 meses. En cambio, si sólo hay una cifra menor de 10, y la variable no es del SI, debe escribirse con palabras (seis variables, cuatro repeticiones, ocho ambientes); sin embargo, si esa cifra va acompañada inmediatamente de alguna unidad del sistema métrico decimal, debe expresarse con número (2 m, 6 g, 5 km) al igual que cuando esté precedida por un nombre con mayúsculas (Cuadro 6, Figura 9, Cuadros 2 y 3).

3. No empezar una frase o un párrafo con un numeral. Debe cambiarse la frase o escribir el número con letras.

4. Cuando se trate de cantidades grandes en el texto, procure redondear la cifra y emplear palabras como parte del número; así, 2 128 430 ha puede expresarse como "casi 2.1 millones de hectáreas".

5. Los diccionarios de los programas electrónicos (como "Word") no son recomendables para correcciones ortográficas. Es mejor cotejar la ortografía con un buen diccionario y revisar la redacción. También se recomienda que solicite a uno o más colegas revisen su artículo antes de enviarlo a la Revista, y que dicha revisión se base en esta guía.

#### REFERENCIAS SOBRE LA ESCRITURA Y EDICIÓN DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

- Alley M (1995) *The Craft of Scientific Writing*. 3rd ed. Springer. New York. 282 p.
- Alvarado I J (2000) *Redacción y Preparación del Artículo Científico*. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo y Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México. 2da ed. 241 p.
- ASA, CSSA, SSSA (1998) *Publications Handbook and Style Manual*. American Society of Agronomy, Crop Science of America and Soil Science Society of America. Madison, Wis. USA. 92 p.
- Carballo Q A (s/f) *Escribir Ciencia, un Manual Básico de Estilo*. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 300 p.
- Day R A (1998) *How to Write and Publish a Scientific Paper*. 5th ed. Cambridge University Press. Cambridge. 275 p.
- Mari M J A (2004) *Manual de Redacción Científica*. Publicación Especial No. 3. Caribbean Journal of Science ([caribjsci.org/epub1/](http://caribjsci.org/epub1/)).

### Ejemplos de figuras y cuadros con el formato de publicación de la revista

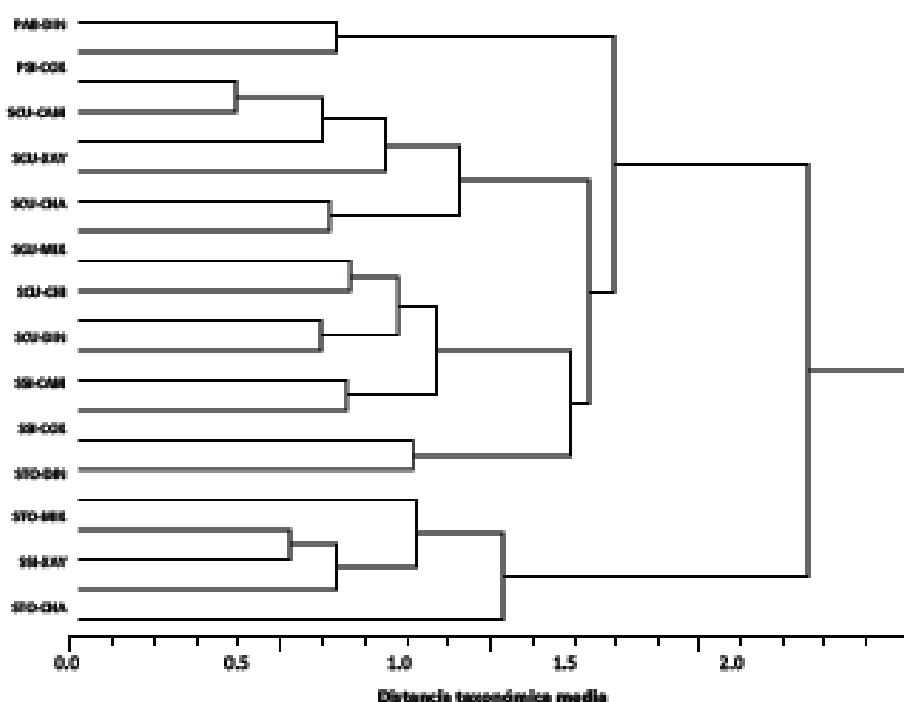


Figura 4. Clasificación de las 21 poblaciones de pitaya (*Stenocereus* spp.) con base en las características de sus frutos. Especie: P = *Stenocereus peruvianus*; S = *S. Scleratus*; H = Probable híbrido; Tipo de población; CU = Cultivada; AB = Abandonada; TO = Tolerada; SI = Silvestre; Localidad: DIN = Dinicalli; COX = Coxcatlán; CAM = Camotlán; XAY = Xayacatlán; CHA = Chalcatzingo; MIX = Mitiquilixco; CHI = Chichihualtepec; JOL = Joloxitla; TIA = Tlanguistengo; ACA = Acaquilzapán.

Cuadro 3. Medios genéticos y valores estimados de los efectos genéticos del período (PLLG) y de la tasa (TLLG) de llenado del grano, en cuatro cruces de sorgo evaluadas en Harvelock, NE, EE. UU. 1997.

Cruza	Efectos genéticos ± se					Desviaciones valor de F
	m	i	d	aa	dd	
PLLG (dlm)						
W-A x 22830R	36.1 ± 0.2**	-0.6 ± 0.2**	-2.8 ± 0.8**	-1.4 ± 0.6*		1.95
W-A x 17667R	39.7 ± 0.3**	1.2 ± 0.2**	-2.1 ± 0.5**			1.45
SP-A x 22830R	39.2 ± 0.2**	-2.9 ± 0.1**	-2.1 ± 1.0*	3.2 ± 0.9**	-6.8 ± 1.5**	0.88
SP-A x 17667R	31.8 ± 0.1**	-1.1 ± 0.2**	-1.2 ± 0.3**			2.18
TLLG (g dlm/planta)						
W-A x 22830R	1.29 ± 0.05**	0.02 ± 0.04	1.53 ± 0.23**	0.75 ± 0.21**	-1.55 ± 0.35**	1.73
W-A x 17667R	1.29 ± 0.04**	-0.02 ± 0.04	0.33 ± 0.08**			0.31
SP-A x 22830R	1.67 ± 0.03**	-0.10 ± 0.04*	0.83 ± 0.08**			0.87
SP-A x 17667R	1.40 ± 0.03**	-0.16 ± 0.04**	0.14 ± 0.07*			0.79

\*, \*\* Diferente de cero a una probabilidad de 0.05 y 0.01, respectivamente. Desviaciones y efectos genéticos fueron probados contra la interacción repeticiones x generaciones. m, i, d, aa, y dd son la media, y los efectos aditivo, de dominancia, aditivo x aditivo y dominante x dominante respectivamente, se = error estándar.



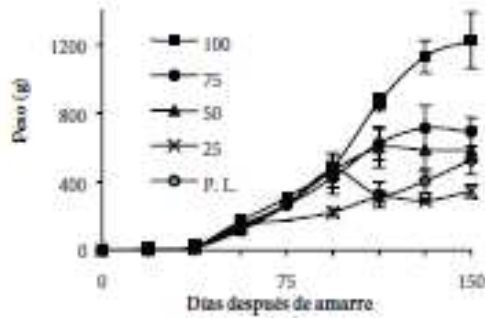


Figura 2. Patrón del crecimiento acumulativo de frutos de *Annona muricata* L. determinado por su peso, en función del porcentaje de polinización manual, así como de polinización libre (P.L.) las barras verticales en cada punto representan la desviación estándar de la media.

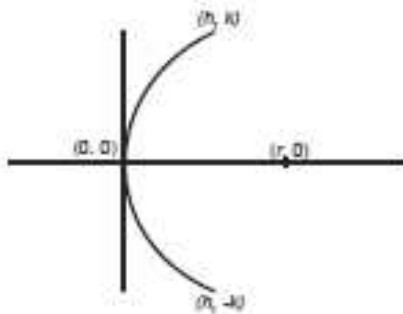


Figura 1. Representación de la sección longitudinal de un capitulo a lo largo de su eje central, en un sistema de coordenadas cartesianas. El símbolo h representa la profundidad si el capitulo es cóncavo, o la altura si el capitulo es convexo, k es el radio del disco, y r es el radio de curvatura. En este caso particular se representa a un capitulo convexo.

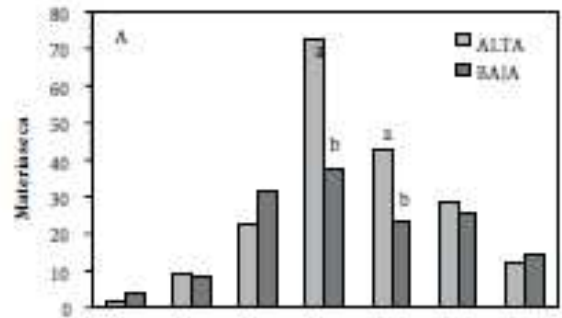
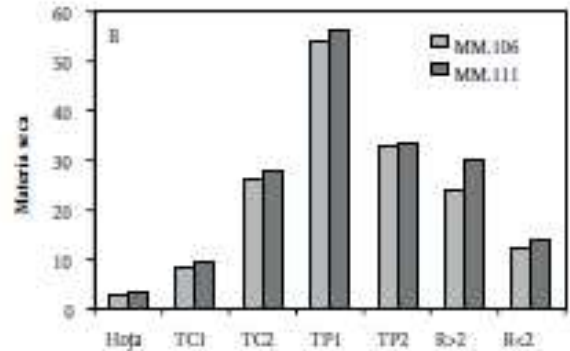


Figura 1. Distribución de materia seca en el cv 'Ajua Nueva II' afectada por la posición del injerto (A) y el portainjerto (B) en Montecillo, México. (Barras sin letras en cada órgano de la planta son estadísticamente iguales, de acuerdo con Tukey, 0.05). TC1-Tallo del cultivar de un año; TC2-Tallo del cultivar de dos años; TP1-Tallo del portainjerto parte aérea; TP2-Tallo del portainjerto bajo el suelo; R>2-Raíces mayores de 2 mm; R<2-Raíces menores de 2 mm.

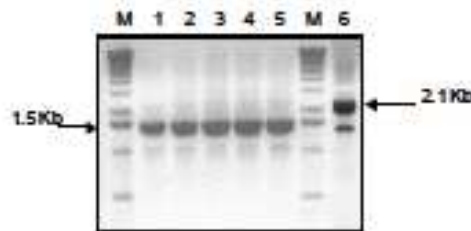


Figura 2. Ensayo por PCR en plantas transgénicas de *A. theophrasti*. Se muestra la amplificación de una región del T-ADN de las construcciones pBADH-GUS-NOS (carriles 1-5) y pBI121 (carril 6). Para amplificar la región de 1.5 Kb del promotor del gen *alb1* (carriles 1-5) se utilizaron los oligonucleótidos M13 reverso y *alb1*. Para obtener el fragmento de 2.1 Kb del gen reportero GUS (carril 6) se utilizaron los oligonucleótidos 355 y M13 universal. M: marcadores de peso molecular (1 Kb ladder, Gibco BRL).

#### Anexo 4. Carta de recepción de artículo de investigación por la revista fitotecnia mexicana

**Re: artículo de inv.**

lunes, 11 de junio, 2012 15:51

**De:**

"Revista Fitotecnia" <revfitotecniamex@gmail.com>

[Añadir remitente a Contactos](#)

**Para:**

"Regino Gómez Álvarez" <regomez11@yahoo.es>

ESTIMADO DR. REGINO GÓMEZ,

RECIBI SU ARTÍCULO PARA SU POSIBLE PUBLICACIÓN.  
SALUDOS CORDIALES

THELMA

El 10 de junio de 2012 11:31, Regino Gómez Álvarez <[regomez11@yahoo.es](mailto:regomez11@yahoo.es)> escribió:

Hola Thelma y Victor:

Un saludo cordial deseándoles éxitos en el trabajo.

Estoy de nuevo por acá después de un año de trabajo - estudio en Brasil. Les someto a consideración de la revista un artículo de un estudiante de Maestría de nuestro grupo de investigación, el mismo es parte de la tesis que defenderá en este mes, por lo que les pido de favor me envíen la carta de recibido (sólo dando constancia que la revista recibió el manuscrito), que es parte de la documentación formal que se pide para autorizar la defensa de la tesis. Le adjunto el manuscrito de artículo y una solicitud formal de publicación del artículo en le Rev. Fit. Mex.

Saludos de Dr. Regino.