



Universidad Nacional Autónoma de México

Centro de investigaciones en Ecosistemas

Evaluación de cuatro fertilizantes orgánicos en la germinación, crecimiento y desarrollo reproductivo de la calabaza *Cucurbita pepo* L.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

LICENCIADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

P R E S E N T A:

RODRIGO OROZCO MARTÍNEZ

DIRECTOR DE TESIS: DR. ERICK DE LA BARRERA MONTPELLIER



Morelia, Michoacán

Noviembre, 2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Licenciatura en Ciencias Ambientales



100 UNAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE MÉXICO
1910 - 2010

DR. ISIDRO ÁVILA MARTÍNEZ
DIRECTOR GENERAL DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR.
PRESENTE

Por medio de la presente me permito informar a usted el Comité Académico de la Licenciatura en Ciencias Ambientales, acordó poner a su consideración el siguiente jurado para el Examen Profesional del alumno **RODRIGO OROZCO MARTÍNEZ** con número de cuenta **303313807** con la tesis titulada: "**Evaluación de cuatro fertilizantes orgánicos en la germinación, crecimiento y desarrollo reproductivo de la calabaza, Curcubita Pepo (L)**" bajo la dirección del Dr. Erick de la Barrera Montppellier.

Presidente:	Dr. Mauricio R. Quesada Avendaño
Vocal:	Dr. Horacio A. Paz Hernández
Secretario:	Dr. Erick de la Barrera Montppellier
Suplente:	Dr. Roberto Antonio Lindig Cisneros
Suplente:	Dra. Ek del Val de Gortari

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Morelia, Michoacán., a 11 de noviembre del 2010.

DR. ALEJANDRO CASAS FERNÁNDEZ
COORDINADOR DE LA LICENCIATURA

CAMPUS MORELIA

Apartado Postal 27-3 (Sta. Ma. de Guido), 58090, Morelia,
Michoacán Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, col. Ex-
hacienda de San José de la Huerta 58190, Morelia,
Michoacán, México Tel. (443)322.38.03 y (55) 5623.2803,
fax. (443)322.27.19 y (55)5623.2719 www.oikos.unam.mx



Agradecimientos

Gracias al financiamiento otorgado por PAPIIT al proyecto “Ecofisiología reproductiva de la calabaza *Cucurbita pepo*” registrado con el número IN221407; apoyo sin el cual esta investigación no hubiera podido realizarse.

A toda la comunidad del Centro de Investigaciones en Ecosistemas por enriquecer, complementar y compartir ideas y conocimientos para la elaboración de este proyecto. Así mismo a cada uno de los compañeros y profesores con los cuales tuve la fortuna de convivir dentro del CIEco, gracias por facilitar la estancia en este centro.

A la Coordinación de la Licenciatura en Ciencias Ambientales, al Dr. Jorge Ernesto Schondube y al Dr. Alejandro Casas; y un especial agradecimiento a Dolores Rodríguez asistente de la Licenciatura en Ciencias Ambientales, por catalizar los tramites burocráticos para que este proyecto llegara a un buen termino, gracias Lola y Alex por su amistad.

Al Dr. Erick De la Barrera por su tiempo, confianza, apoyo y conocimiento. Por su amistad paternal, y apoyo incondicional durante la licenciatura y la elaboración de este proyecto. Gracias por ayudarme en la inmersión a la investigación científica, por las emotivas charlas enriquecedoras de nuevas perspectivas, por el tiempo dedicado fuera de horario de oficina, por el apoyo e incentivos económicos; sería poco agradecer únicamente su figura académica, por ello agradezco su amistad. Muchas gracias Erick, sin ti todo este proceso hubiera sido en demasía complicado. Mil gracias, *Doc*.

A los miembros de mi jurado, al Dr. Roberto Lindig, Dr. Horacio Paz, Dr. Mauricio Quesada y a la Dra. Ek del Val, por sus comentarios, consejos y por destinar su tiempo a la valoración de esta tesis, gracias por apoyarme en este momento.

A mis compañeros del Laboratorio de Fisiología Ecológica y Agroecológica, a Whaleeha, Rosa Luz, Fer y Daisy; sin su apoyo y emotivos impulsos esto no hubiera sido tan emocionante; gracias a todos por sus alientos y buenos comentarios.

A mis compañeros de generación; Daniel y Andrés; gracias hermanos por la mutua compañía en el ultimo año. Gracias por la tolerancia y apoyo. Animo que la batalla no termine aquí, seamos dignos guerreros. A mis carnalazos *Nachin* y *Richie* por todas las platicas y ánimos brindados, gracias carnales por todo lo vivido. A mis amigos Nina, Alfredo, Cinthia, Itzel, Liz, Karlita, Claudia, Kenia, José Luis e Israel “*El machin*”, gracias por su amistad y compañía. A todos ustedes mil gracias, pues no son solo mis amigos, fueron y son el sustento anímico más parecido a la familia, gracias por serlo.

A mis tíos René, Pedro, Julio, Toño, Erasto, Simitrio(†), Damian, Raymundo y Juan Carlos; sus consejos fueron pilares fundamentales para adquirir fuerza y madurez durante mi formación académica y personal.

A René David Martínez por fungir, sin ninguna obligación, como esa figura ausente. Por su apoyo emocional y económico, sus grandes y geniales consejos e ideas, por su amistad, por su cariño, por las largas charlas existenciales, por su apoyo incondicional en momentos cumbres, por ser el anfitrión al momento de abandonar mi núcleo familiar. Gracias Mae, sabes lo que significas para mí. Gracias a ti y a tu familia. Gracias miles a mi tía Yola por sus consejos inteligentes y su apoyo emocional.

A mi pequeña gran prima; gracias Emmy por tus sonrisas, carcajadas, sueños e ilusiones, y sobre todo por los abrazos. Los quiero mucho.

A Pedro Martínez por sus consejos, aprecio y apoyo incondicional. A Monse y Ana, gracias hermanas por motivarme y acompañarme hasta este momento. También a mi tía Toña, por ser consejera en todo momento, gracias, sabes el gran aprecio que te tengo. Gracias por su apoyo de toda la vida.

A mi Abuela, por todo su cariño, conocimiento y acertados consejos. Cenito muchas gracias, ésta va por usted, la quiero mucho.

A mis padres Plácido Orozco y Gloria Martínez, por su apoyo en todo momento, por darme grandes oportunidades, confianza, cariño, y mucho conocimiento. Gracias madre por ser tan comprensible, tan valiente y admirable, te quiero y esto es fruto de tantos esfuerzos realizados; gracias por ser la mejor de mis amigas. Te quiero madre. A mi padre por ser un gran amigo y compañero, sé que de estar cerca te sentirías orgulloso, muchas gracias. Gracias a ambos por todo. Son admirables.

A mis mejores amigos, mis hermanos Cesar y Noe, que con palabras secas me hacían reflexionar y me motivaron a terminar todo esto que comenzó hace tres años, gracias y recompensaré la ausencia. Los quiero Huesitos y Chaparro. Gracias son la mejor familia.

A la familia Tapia Hernández por ser tan cálidos, gracias por todo al señor Agustín y la señora Yolanda. Gracias a mis hermanos Karla, Cika y Dante. Muchas gracias por el seguimiento, cariño y apoyo.

Una muy especial mención a la familia Ramírez Castillo por ser una familia adoptiva, gracias por sus consejos, ánimos, emociones, viajes y gran apoyo en todo momento. Gracias al señor Hilario, a la señora Ana María, a Mariana Grey, a Bren y Annie. Gracias Ra por todo el tiempo, el gran cariño y amor brindado sin escatimar; por acompañarme en los últimos años siendo amiga incondicional, compañera de vida y gran motor de emociones. Gracias por tu compañera, ya que me has acompañado en los momentos decisivos de nuestras vidas.

A mis primos Javi(†), Armando, Ray, Víctor, Ana, Monse, Mike, Arely, Andy, Ely, Darío, Carlos, Claudia, Emmanuel, Amparo y Placida, por su compañía durante todo este tiempo, gracias por el apoyo y ánimos.

A la bandita CCHera: Rafael “El Bocho”, Edson, Beto, Juan Carlos, Erick, Morrys, Benjamin “Bisbal”. Laura, Adriana, Miguel “El chico”, Chucho, Yair y en especial al profesor Efraín Cruz Marin, por su apoyo y consejos varios.

Gracias también los nombres ausentes, todos ustedes que de buena manera han ayudado a que haya finalizado este ciclo exitosamente.

A todos ustedes, muchas gracias.

Índice

I. Resumen	5
II. Introducción	6
III. Objetivos	11
IV. Materiales y métodos	12
Material vegetal	12
Fertilizantes	12
Sembrado	14
Acumulación de biomasa	15
Análisis de datos	15
V. Resultados	16
VI. Discusión	25
Germinación	25
Apertura de cotiledones	25
Relación raíz/vástago	26
Peso seco y contenido de agua	27
Producción floral total	28
Longitud y peso de las flores	29
Adignación sexual de flores	29
VII. Consideraciones finales	30
VIII. Literatura citada	33

Evaluación de cuatro fertilizantes orgánicos en la germinación, crecimiento y desarrollo reproductivo de la calabaza, *Cucurbita pepo* L.

El postulado central de la agroecología es encaminar la producción de alimentos por una ruta sustentable. Entre los factores más importantes a considerar es la disminución en el uso de fertilizantes químicos y su remplazo por fertilizantes orgánicos, buscando la reducción en el suministro de energía a los agroecosistemas y con ello mitigar emisiones que contribuyen al cambio climático. La calabacita (*Cucurbita pepo*) es una especie de gran valor económico nutricional, cultural y ecológico. Dada su importancia, se valoraron algunos efectos de la aplicación de cuatro fertilizantes orgánicos locales (lirio composteado, lombricomposta, gallinaza y el fertilizante comercial Guanofol, además un control de arena), en la germinación, crecimiento y desarrollo reproductivo de la calabaza. En general, la gallinaza mejoró el desempeño más que los otros tratamientos, pero inhibió la germinación. Por su parte, el peso seco y la producción de flores fue mayor en plantas cultivadas con gallinaza y humus de lombriz que con los demás tratamientos; siendo 400% y 200% mayor al control, respectivamente. Asimismo la gallinaza fue el único tratamiento que indujo la diferenciación de flores pistiladas, las cuales fueron más abundantes en los días de mayor producción floral.

Evaluación de cuatro fertilizantes orgánicos en la germinación, crecimiento y desarrollo reproductivo de la calabaza, *Cucurbita pepo* L.

Introducción

La calabacita pertenece al género *Cucurbita*, uno de los géneros cultivados para alimento más importantes. Este género se conforma por veintidós especies silvestres y cinco cultivadas (Decker, 1998). Las especies cultivadas son *C. pepo*, *C. moschata*, *C. maxima*, *C. ficifolia* y *C. argirosperma*, de las cuales las tres primeras juegan un papel preponderante dentro de la economía mundial.

La especie *Cucurbita pepo* es la más importante del género *Cucurbita* por su valor económico. La importancia económica de *Cucurbita pepo* radica en las grandes extensiones que son destinadas para su cultivo; por ejemplo, en 2001 se cultivaron 1'297,104 ha en el mundo; y aunque sus rendimientos experimentales pueden tener un máximo de producción de hasta 73 ton/ha, el rendimiento de los cultivos mexicanos está muy por debajo de los experimentales (Ayala, 2001).

Así mismo, esta especie es la más polimórfica del género, mostrando gran diversidad en las del fruto como son el tamaño, forma, color, patrón de coloración, textura y otras características físicas. Además, las características vegetativas son variables en la especie; por ejemplo el hábito de crecimiento, la longitud y grosor de los entrenudos y también el tamaño de las hojas, son particularidades que no suelen tener un patrón estricto dentro de las características de crecimiento de *Cucurbita pepo* (Rosales, 2007).

Aunque México está considerado como uno de los mayores productores del mundo, las cifras son muy confusas. Sin embargo, datos de la SAGARPA (2005) señalan que la producción de calabaza a nivel nacional durante el periodo de 1995 a 1999 promedió una producción de 399,000 toneladas, lo cual reivindica a México no solo como un gran productor, sino también como el mayor exportador de calabaza.

Para México la importancia de la calabaza no es únicamente económica. Nuestro país es reconocido como un centro de origen y domesticación de la calabaza. La mayoría de las calabazas que se cultivan en el mundo que son destinadas para la alimentación humana son originarias de América, sin embargo se reconoce el origen de algunas especies en África (Paris y Janick, 2005).

Estudios realizados por Decker (1988) sugieren que el Valle de Oaxaca pudiera ser reconocido como un centro de domesticación de *Cucurbita pepo*, ya que se encontraron vestigios de semillas de esta especie con una antigüedad de aproximadamente 9000 años. Este hallazgo sugiere que el ancestro de la subespecie cultivada *Cucurbita pepo* se desarrolló y domesticó en el centro de México. Por su parte, la otra subespecie *Cucurbita pepo ovifera* proviene de una domesticación posterior ubicada hace unos 5000 años en el este de los Estados Unidos (Rosales, 2007).

La calabaza también ha estado presente en el policultivo mesoamericano, la llamada “Santísima Trinidad” alimenticia mesoamericana que es la milpa (Terán y Rasmussen, 1994). La milpa, policultivo sinérgico compuesto principalmente por el maíz (*Zea mays L.*), pero complementado de manera dirigida con frijol (*Phaseolus spp.*) y calabaza (*Cucurbita spp.*). Esta asociación agroecológica, cuyo modelo parece haber sido tomado y replicado de sistemas naturales (Flannery, 1973), tiene más capacidad de respuesta ante los embates del

ambiente, que sí se cultivara solamente una especie. Las sinergias generadas con un fijador de nitrógeno (el frijol) y una especie con hojas protectoras del suelo (la calabaza), produjeron para el maíz y para el complejo vegetal que componía la milpa una gran importancia ecológica y productiva significativa para la autosuficiencia alimentaria de las sociedades mesoamericanas y las sociedades contemporáneas que actualmente siguen reproduciendo el sistema de producción de la milpa. Además de la importancia ecológica, la calabaza tiene un alto valor nutritivo ya que se aprovechan las flores, el fruto y las semillas.

Por su parte la agricultura moderna, basada en tecnologías químicas, motomecánicas y genéticas, comienza a consolidarse a principios del siglo XX a partir de una serie de descubrimientos científicos y aplicaciones tecnológicas como los fertilizantes químicos, el mejoramiento genético de las plantas y el desarrollo de los motores de combustión interna. Hasta entonces la fertilidad de los suelos se mantenía mediante la rotación de cultivos y se reintegraban la producción animal y la vegetal. La introducción de los fertilizantes químicos y posteriormente de plaguicidas o agrotóxicos en forma masiva, la utilización de híbridos de alto rendimiento y la mecanización de la agricultura, permitieron intensificar los sistemas productivos, abandonar el sistema de rotación y pasar al monocultivo, así como divorciar la producción animal y vegetal (Gómez Perazzoli, 2001). El salto a este nuevo tipo de producción ha acarreado problemáticas que van mas allá de la erosión y la pérdida de la fertilidad de los suelos, y trasciende en fenómenos como la destrucción de bosques, la pérdida del reservorio genético generado históricamente por los agricultores, la pérdida de diversidad, contaminación de los suelos, agua y atmósfera, y que en varios casos puede causar intoxicación a la gente del campo que está en contacto directo con los agrotóxicos, así como a los consumidores de los productos agrícolas finales.

La pérdida del suelo fértil, como resultado de la vulnerabilidad causada por una mala,

escasa y en ocasiones nula cobertura del suelo, acarrea consigo la pérdida de nutrientes esenciales para las actividades fisiológicas de las plantas, con lo que disminuye o se pierde la vocación productiva, ya sea natural (vocación forestal) o manejada (actividades agrícolas con beneficios al hombre). Y es justo en la segunda de las problemáticas en donde se debe poner gran atención, pues la pérdida del suelo producto de la erosión, puede ocasionar una disminución en las áreas con vocación y capacidad de producción agrícola, generando problemas socioeconómicos.

Por todo lo antes mencionado, es necesario preservar el suelo como recurso productivo y no renovable en corto plazo, además de generar relaciones sinérgicas que se empaten con la viabilidad de la producción agrícola. Todo esto puede alcanzarse con la implementación de técnicas agroecológicas, las cuales garanticen la producción de un sistema de manejo sin olvidar que lo más importante para dicha producción es la preservación y buen manejo de los recursos productivos, como el suelo.

La agricultura debe dar un giro en su tendencia y desarrollo; debe construirse sobre la base de la conservación de los recursos naturales y otros aspectos de la agricultura tradicional, local y de pequeña escala, y que al mismo tiempo aproveche los conocimientos y métodos modernos de la ecología (Gliessman, 2002). Todos estos postulados están incluidos en la disciplina conocida como agroecología, la cual se define como la aplicación de los conocimientos y principios ecológicos, para encaminar la producción agrícola por una ruta sostenible.

Uno de los postulados más importante que se incluyen en la agroecología es la utilización de fertilizantes orgánicos sobre los químicos; ya que esto disminuye la cantidad de energía que es aplicada a los sistemas agrícolas (insumos), además de acarrear beneficios en las interacciones bióticas que se dan en el microecosistema agrícola. La aplicación de

fertilizantes orgánicos, a diferencia de los químicos, trae consigo beneficios como la mejor retención de agua, conservación de las estructuras tanto físicas, químicas y biológicas del suelo, el aumento en la actividad microbiana, y sobre la disponibilidad de micro y macronutrientes para el cultivo establecido (Gliessman, 2002).

Considerando que la agroecología como disciplina busca la disminución en el uso de los insumos químicos, pero que al mismo tiempo ofrece a los fertilizantes orgánicos como solución; y dada la importancia económica, ecológica y cultural de la calabacita (*Cucurbita pepo*), y ha sabiendas de los bajos rendimientos en este cultivo; la presente tesis: plantea, evaluar la germinación, el crecimiento y el desarrollo reproductivo de la calabacita bajo el efecto de cuatro fertilizantes orgánicos.

En la investigación aquí propuesta se valoró, mediante un experimento de invernadero, los efectos de la aplicación de cuatro fertilizantes orgánicos disponibles localmente en la germinación, el crecimiento y el desarrollo reproductivo de la calabaza, *Cucurbita pepo*.

Objetivos

Evaluar algunos efectos de la aplicación de cuatro fertilizantes orgánicos en la germinación, el crecimiento y el desarrollo reproductivo de la calabaza, *Cucurbita pepo*.

1. Evaluar el efecto de cuatro fertilizantes orgánicos en la germinación de *Cucurbita pepo*.
2. Caracterizar los efectos de cuatro fertilizantes orgánicos en el crecimiento de *Cucurbita pepo*.
3. Determinar el efecto de cuatro fertilizantes orgánicos en el desarrollo reproductivo de *Cucurbita pepo*.

Materiales y métodos

MATERIAL VEGETAL

Las semillas de la calabacita, *Cucurbita pepo* se obtuvieron de un proveedor comercial que garantizó la viabilidad de las semillas, y que se apegó a los protocolos que aseguraran la latencia del material.

FERTILIZANTES

En este proyecto se emplearon cuatro fertilizantes orgánicos y un control adquiridos localmente.

Arena (sustrato base)

Se utilizó arena de río lavada, para evaluar la germinación, crecimiento y desarrollo reproductivo de la calabacita; este tratamiento no tuvo ningún insumo nutritivo, fungiendo así como un control del experimento.

Gallinaza

La gallinaza es guano de aves de corral, principalmente de gallinas. El producto ha sido utilizado en diferentes cultivos como abono orgánico, la mayoría de las veces en cultivos de papas (González *et al.* 1996 y González *et al.* 1998). También ha sido utilizado como complemento alimenticio para el ganado vacuno, siendo foco de gran polémica dentro de la bioseguridad (Muñoz y Vera 1991).

Lirio

En las distintas islas del lago de Patzcuaro el lirio en estado de descomposición es incorporado a las tierras de cultivo (principalmente maíz) como único insumo nutritivo. En una primera etapa el lirio en descomposición es colocado sobre las tierras de cultivo, sin embargo, en una segunda etapa es incorporado al suelo mediante un barbecho. El lirio que se utilizó en el proyecto provenía del estanque ubicado en el Vivero Forestal Estatal “José Maria Morelos” ubicado a un costado del Campus Morelia de la UNAM.

Guanofol

El Guanofol es un fertilizante líquido y enriquecido que se produce a partir de la fermentación del guano de los murciélagos. Según el fabricante, grupo CAMEX, le aportan a la planta nitrógeno, fósforo, potasio y otros elementos menores, lo que favorece un adecuado desarrollo de las plantas en cualquier etapa del cultivo. La importancia del Guanofol en este proyecto, nace de que el Gobierno del Estado de Michoacán lo está impulsando como un complemento o alternativa a los fertilizantes químicos.

Humus de Lombriz

El humus de lombriz es un fertilizante orgánico comercial. El humus de lombriz o lombricomposta es el producto resultante de la transformación digestiva y metabólica de la materia orgánica, mediante la crianza sistemática de lombrices de tierra, denominado lombricultura. Este fertilizante orgánico ha sido utilizado

como mejorador de suelos, fertilizante orgánico, también como un medio para facilitar la germinación y el enraizamiento de diferentes plantas.

Para los tratamientos de humus de lombriz, lirio y gallinaza se colocó una cama de arena de río lavada (la misma que se utilizó en el tratamiento de arena), seguida de esta primera capa de arena se colocó una capa del fertilizante orgánico; una segunda capa de arena se colocó sobre el fertilizante y finalmente se colocó una capa superior de fertilizante orgánico.

A diferencia de los otros tres tratamientos, para la arena y el Guanofol se colocó únicamente arena de río lavada. Ya que la arena no fue solo otro tratamiento, sino también el control del experimento, no contó con ningún insumo nutritivo, más que mantenerla bien regada como a todos los demás tratamientos. Por su parte el Guanofol, al ser un fertilizante orgánico líquido, no fue necesario utilizar un sustrato nutritivo; uno de cada siete eventos de riego, se le agregó una solución de 5:1000 ml, es decir 5 ml de Guanofol líquido aforado a 1 litro con agua destilada, agregando 100 ml a cada maceta en cada evento de riego nutritivo, esta periodicidad fue recomendada por el proveedor.

SEMBRADO

Las semillas fueron colocadas en agua durante 24 horas, antes de ser sembradas en macetas plásticas de una capacidad de 10l (n=10 repeticiones por tratamiento). Las macetas contenían una mezcla de arena río lavada y uno de los fertilizantes orgánicos mencionados arriba. Después de sembradas, las macetas son colocadas en el invernadero de manera aleatoria para evitar sesgos y fueron regadas diariamente a capacidad de campo.

Las macetas fueron monitoreadas diariamente por un periodo de 67 días, para registrar la germinación, crecimiento y floración. Finalizado este periodo las plantas fueron

cosechadas para un análisis de biomasa.

ACUMULACIÓN DE BIOMASA

Después de 67 días las plantas cosechadas fueron secadas en un horno de convección por gravedad a una temperatura de 70 °C durante seis días, después de este periodo los individuos alcanzaron un peso constante. Se registraron los valores de la biomasa fresca, diferenciando entre biomasa radicular y vascular, para evaluaciones posteriores.

ANÁLISIS DE DATOS

Para cada experimento los datos fueron analizados con ANOVAs de una vía y posteriormente con pruebas pareadas de HolmSidak ($p < 0.05$) para identificar diferencias específicas entre los tratamientos. La excepción fue el análisis de producción de flores, en cuyo caso se aplicó una prueba de Friedman de medidas repetidas seguidas de pruebas de Tukey ($p < 0.05$). Los datos se muestran como promedio \pm 1 Error Estandar (n = número de repeticiones). Todos los análisis fueron realizados con SigmaStat 3.5 (Systat Software, Richmond, California, EEUU).

Resultados

Los diferentes fertilizantes orgánicos utilizados tuvieron un efecto significativo en la velocidad de germinación de *Cucurbita pepo* (Cuadro 1). Mientras que en el tratamiento de arena, la germinación ocurrió 4.3 ± 0.21 días después de la siembra, en los tratamientos de lirio y humus de lombriz la germinación fue significativamente más lenta (5.0 ± 0.21 y 5.3 ± 0.26 días, respectivamente). Por su parte el tratamiento de gallinaza inhibió la germinación.

También, los tratamientos orgánicos tuvieron efecto significativo en el tiempo de apertura de cotiledones de *C. pepo* (Cuadro 1). En este caso, sólo las plántulas del tratamiento de gallinaza mostraron una apertura de cotiledones significativamente más lenta que sus contrapartes del tratamiento de arena, teniendo una diferencia de aproximadamente cuatro días. Los demás tratamientos no tuvieron efecto significativo en la velocidad de apertura de los cotiledones.

A diferencia de lo ocurrido para la germinación y la apertura de cotiledones, los tratamientos nutritivos aceleraron la apertura de la primera flor (Cuadro 1). La primera flor del tratamiento de arena se abrió 58.44 ± 1.34 días después de la siembra, mientras que la primera flor de los tratamientos de lirio, humus de lombriz y gallinaza se abrieron respectivamente, 4.64, 6.70 y 11.94 días más temprano, respectivamente.

Cuadro 1. Número de días para la germinación, apertura de cotiledones y apertura de la primera flor para plantas de *Cucurbita pepo* sembradas en los diferentes tratamientos. Los datos se muestran como promedio \pm 1 E.E. (n = 10 repeticiones por tratamiento). Para cada columna, letras diferentes indican una diferencia estadística con $p > 0.05$.

Tratamiento	Germinación (días después de la siembra)	Apertura de cotiledones (días después de la siembra)	Primera flor (días después de sembrado)	Promedio de flores por individuo al finalizar el experimento
Arena	4.3 \pm 0.2 ^a	6.7 \pm 0.3 ^a	58.4 \pm 1.3 ^{a**}	10.2 \pm 2.2 ^a
Lirio	5.0 \pm 0.2 ^a	6.8 \pm 0.2 ^{ab}	53.8 \pm 1.2 ^{bc}	16.3 \pm 2.0 ^{ab}
Guanofol	4.9 \pm 0.2 ^{ab}	7.4 \pm 0.3 ^{ab}	55.4 \pm 1.1 ^{ac}	13.6 \pm 2.2 ^{ab}
Humus de lombriz	5.3 \pm 0.3 ^b	7.1 \pm 0.2 ^{ab}	51.7 \pm 1.0 ^{bc}	22.6 \pm 2.5 ^b
Gallinaza	*	11.0 \pm 0.2 ^b	46.5 \pm 0.5 ^d	47.7 \pm 4.4 ^c

* No hubo germinación después de 9 días en el tratamiento de gallinaza.

** Una de las repeticiones del tratamiento de arena no produjo flores, por lo que el análisis se hizo para n = 9.

La respuesta de las plantas a los diferentes fertilizantes orgánicos también evidenció diferencias significativas en la acumulación de peso seco 67 días después de sembrar las semillas (Fig. 1A). El peso seco de las plantas de los tratamientos de lirio y Guanofol fue indistinto de las plantas cultivadas en arena, promediando 1.59 g. Por su parte el peso seco de las plantas del tratamiento de humus de lombriz fue 3.5 veces mayor que el de las plantas cultivadas en el tratamiento de arena (1.3 \pm 0.15 g). El peso seco de las plantas del tratamiento de gallinaza fue aún mayor, 28.2 veces la magnitud del peso seco registrado para de las plantas del tratamiento control.

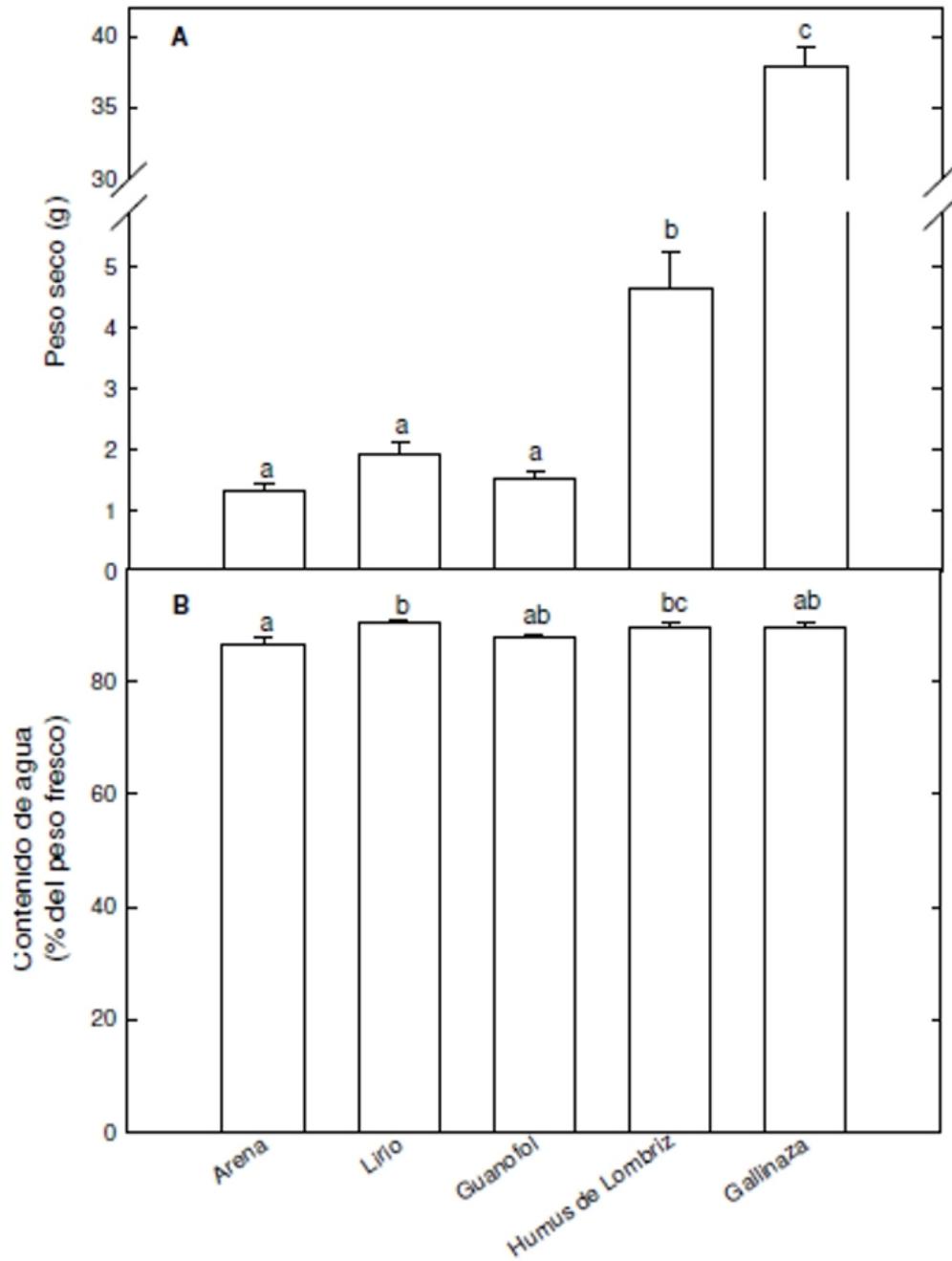


Figura 1. Peso seco (A) y contenido tisular de agua (B) para plantas de *C. pepo* cosechadas 67 días después de su siembra en macetas con distintos fertilizantes orgánicos. Los datos se muestran como promedio \pm 1 E.E. (n = 10). En cada panel, letras distintas indican diferencias significativas con $p > 0.05$.

El contenido de agua en el tejido de las plantas de *C. pepo* cosechadas 67 días después de la siembra fue de 84.6% para las plantas del tratamiento de arena (Fig. 1B). No se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos de Guanofol y gallinaza, Sin embargo, se encontraron diferencias sutiles, pero significativas entre los tratamientos de lirio y humus de lombriz, cuyo contenido de agua promedió 90.3 y 89.8, respectivamente.

Con lo que respecta a la relación raíz/vástago, únicamente se observaron diferencias significativas entre las plantas cultivadas en los tratamientos de Guanofol y gallinaza, cuya relación raíz/vástago fue 0.183 ± 0.020 y 0.090 ± 0.012 , respectivamente (Fig. 2).

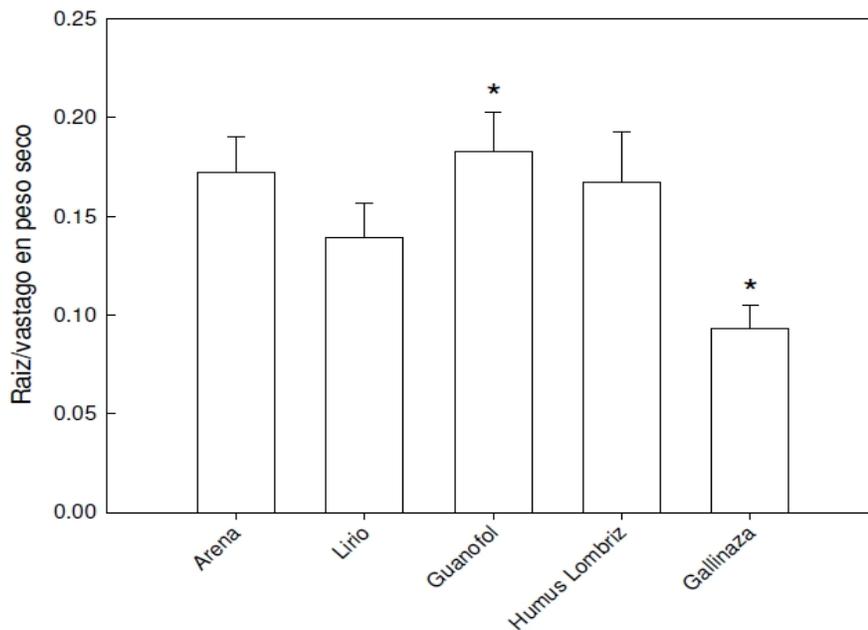


Figura 2. Relación raíz/vástago para el peso seco de las plantas de *C. pepo* sometidas a cuatro diferentes fertilizantes orgánicos durante 67 días posteriores a sus siembra. Los datos se muestran como promedio \pm 1 E. E. (n = 10). La diferencia significativa ($p > 0.05$) encontrada entre los tratamientos de Guanofol y gallinaza se señalan con asteriscos.

Los fertilizantes orgánicos utilizados también tuvieron un efecto significativo en el promedio de floración diaria de *C. pepo* (Fig. 3). Con los tratamientos de lirio y Guanofol, no se observaron diferencias en la producción diaria de flores comparados con el tratamiento de arena. En dicho control se observó una tasa máxima de floración en el día 61, con un valor de 1.6 flores. Por su parte, el tratamiento de humus de lombriz indujo una producción diaria de flores significativamente mayor que el control, ubicando su pico de floración el mismo día 61, y promediando un valor de 3.3 flores (Fig. 3D). Finalmente, las plantas cultivadas con gallinaza produjeron una cantidad diaria de flores significativamente mayor que la de las demás tratamientos, con un promedio de 2.21 flores diarias durante los 67 días que duró el experimento, ubicando su máximo de floración en el mismo día 61 con un valor promedio de 4.9 flores (Fig. 3E).

Al momento de la cosecha, 67 días después de la siembra, las plantas cultivadas en arena produjeron un total de 10.2 ± 2.2 flores por individuo (Cuadro 1; Fig. 3A). Los tratamientos de lirio y Guanofol no mostraron diferencias significativas comparados con el control, 16.3 ± 2.0 y 13.6 ± 2.2 flores, respectivamente (Fig. 3B, C). En cambio, las plantas bajo el tratamiento de humus de lombriz produjeron el doble de flores (22.6 ± 2.5) que las plantas cultivadas en la arena (Fig. 3D). Por su parte, las plantas sometidas al tratamiento de gallinaza produjeron un número significativamente mayor que la de los demás tratamientos, sumando 48.7 ± 4.5 flores por planta al final del experimento (Cuadro 1; Fig. 3E).

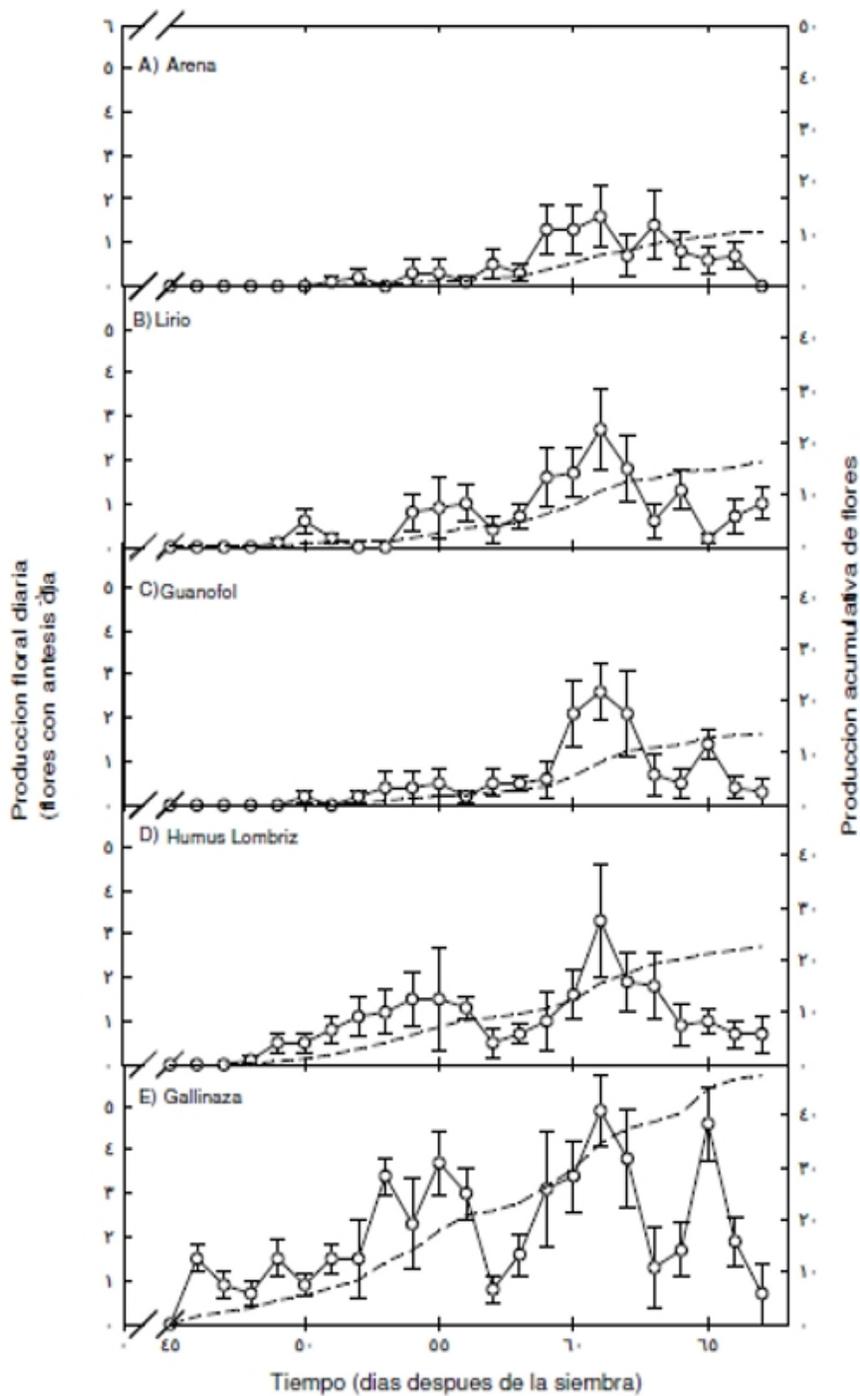


Figura 3. Producción de flores por individuos de *C. pepo* cultivados en arena (A), lirio (B), Guanofol (C), humus de lombriz (D) o gallinaza (E). La producción (flores con antesis) diaria se muestra como promedio \pm E. E. (n = 10) La línea contnua indica el promedio de flores acumuladas por planta.

La longitud de las flores cosechadas respondió a los distintos fertilizantes orgánicos (Fig. 4A). Las flores producidas por las plantas bajo los tratamientos de lirio, Guanofol y humus de lombriz no mostraron diferencias significativas con los 4.13 ± 0.26 cm hallados para las flores de plantas del tratamiento de arena. A su vez, las flores del tratamiento de gallinaza fueron significativamente más largas que aquellas del control, lirio y Guanofol.

Por su parte, el peso fresco de las flores de los tratamientos de lirio, Guanofol y humus de lombriz no fue diferente al peso fresco registrado para las flores del tratamiento de arena, las cuales pesaron 0.9 ± 0.18 g. En cambio, el peso fresco de las flores del tratamiento de gallinaza fue significativamente mayor al de los demás tratamientos (Fig. 4B).

El tratamiento de gallinaza fue el único que indujo la diferenciación de flores hembra o pistiliadas (Fig. 4). Para este tratamiento, la producción de flores hembra tuvo una diferencia significativa con la producción floral diaria de flores macho (Fig. 5A). El promedio de floración diaria de machos registró un valor de 1.73 ± 0.33 flores con antesis diaria. Por su parte, la producción floral con antesis de hembras promedió 0.5 ± 0.12 flores diarias.

La relación que existió entre la producción de flores hembra y el total de flores con antesis (Fig. 5B), es decir flores hembra/(flores hembra + flores macho), registró un promedio de 0.21 ± 0.05 durante los 67 días que abarcó el experimento. Las tasas máximas de producción de flores hembra coincidieron con los días de mayor producción de flores totales. Se observó que el primer día de floración de este tratamiento (46 días después de la siembra), la presencia de flores hembra tuvo mayor representatividad que en ningún otro día del experimento.

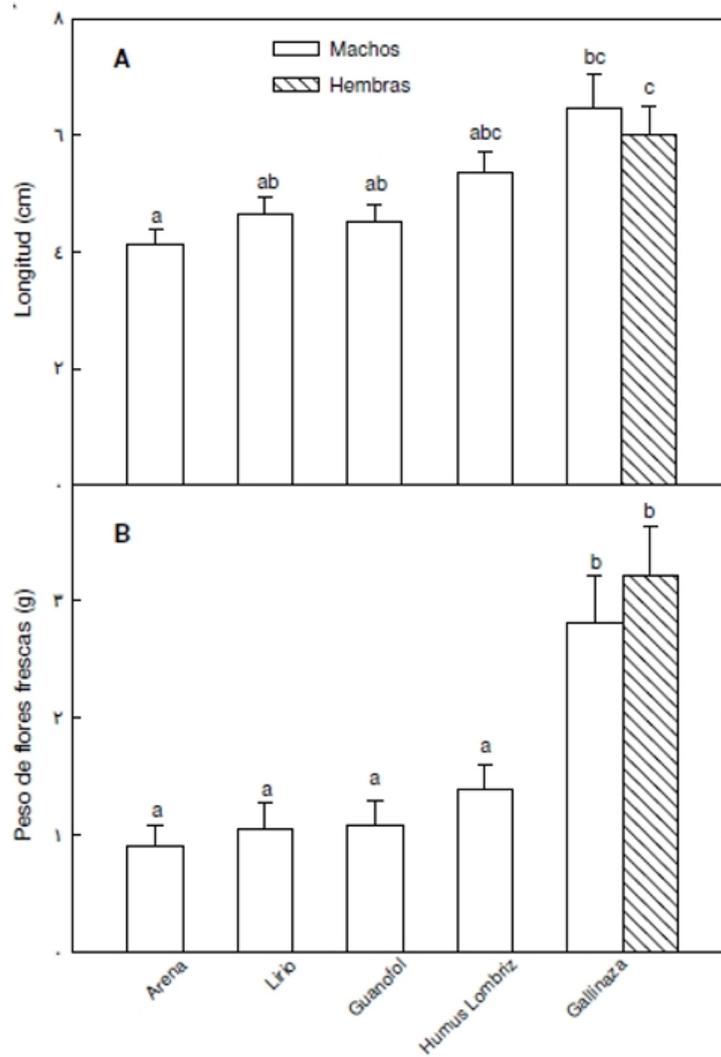


Figura 4. Longitud (A) y peso fresco (B) de flores de *C. pepo* en respuesta a diferentes fertilizantes orgánicos. Las gráficas muestran el promedio \pm 1 E. E. (n = 10). Letras distintas indican diferencias significativas en cada panel. Las barras blancas representan a las flores macho, mientras que las barras rayadas representan a las flores hembra, las cuales se encontraron únicamente en el tratamiento de gallinaza.

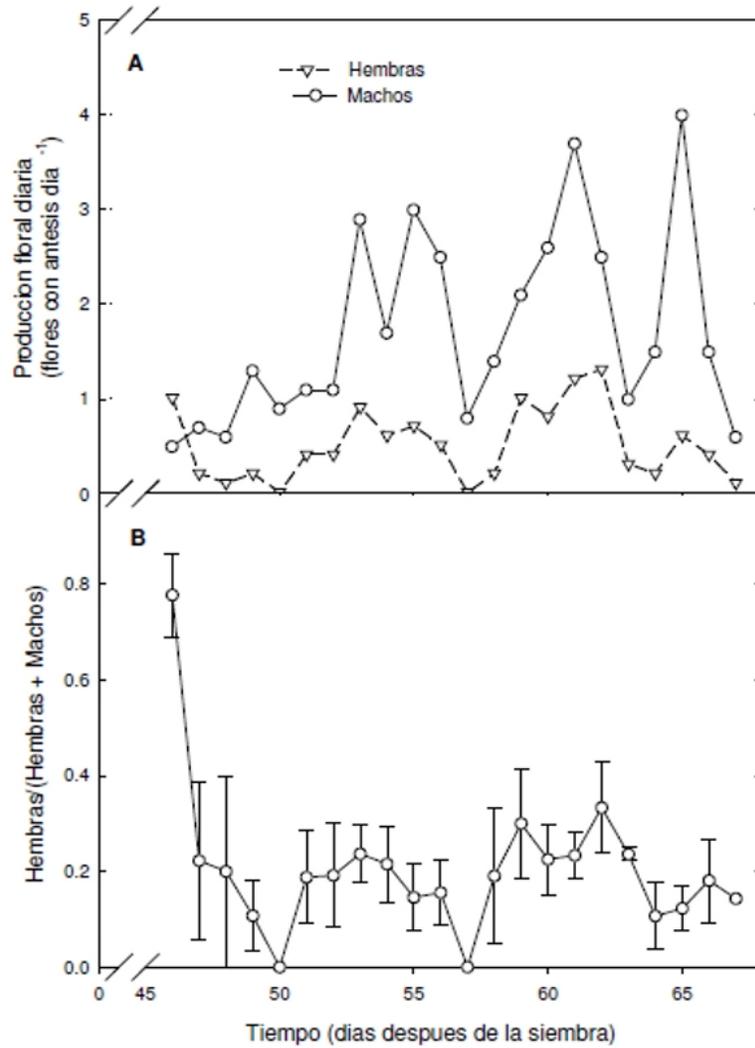


Figura 5. Producción floral diaria (A), para el tratamiento de gallinaza, que fue el único en el que se produjeron flores hembra. Los datos se muestran como el promedio (n = 10). Debido a que las curvas son significativamente diferentes, se omitieron los errores estándar para facilitar la lectura de la figura. Para la proporción de hembras con respecto a las flores totales (B) los datos se muestran como el promedio \pm 1 E. E. (n = 10).

Discusión

Germinación

El efecto de los fertilizantes orgánicos se vio reflejado en la velocidad de germinación de las semillas de *Cucurbita pepo*, siendo la arena el sustrato que propicio un menor tiempo para la germinación de las semillas. El tratamiento de Guanofol no mostró diferencia significativa respecto al tiempo de germinación del control, esto puede deberse a que ambos tratamientos contenían el mismo sustrato, sin ningún otro insumo nutritivo sólido como en el caso de los demás fertilizantes empleados. Por su parte los tratamientos de lirio y humus de lombriz, fueron significativamente más lentos que el control para la germinación de las semillas. De estos tratamientos se hubiera esperado una germinación más rápida pues, al modificar la estructura del suelo y diversificar el tamaño y características de las partículas edáficas, se hubiera esperado que el periodo de residencia del agua aumentara en los recipientes utilizados, y ésta no percolaría tan rápido como lo hace en la arena.

En cambio, el tratamiento de gallinaza inhibió la germinación de las semillas de *C. pepo*. Esto puede deberse a que la gallinaza tiene un alto contenido de compuestos nitrogenados, los cuales limitan o impiden el desarrollo de las semillas, tal como se ha demostrado en la inhibición de semillas de maíz, sorgo, cebada, mijo y centeno (Bhandari *et al.* 1971; Pesch y Pieterse 1982; Bremner y Krogmeier 1989) por altas concentraciones de sulfato de amonio $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$, carbonato de amonio $[(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3]$, amoniaco (NH_4OH), nitrito (KNO_2), nitrato (KNO_3) y urea $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$. En este sentido, las excretas de las aves contienen una alta concentración de ácido úrico (Schmind-Nielsen 2001), de manera que los desechos nitrogenados de estos organismos uricotélicos podrán ser los causantes de la inhibición de la germinación de las semillas de *C. pepo* en el tratamiento de gallinaza.

Apertura de cotiledones

La velocidad en la apertura de cotiledones mostró diferencias significativas entre las plántulas del tratamiento de arena y las plántulas cultivadas en gallinaza, con una diferencia de aproximadamente

cuatro días. Por esta diferencia en la velocidad de apertura, se podría suponer que la disponibilidad de nutrimentos influye en la tasa de apertura. Los cotiledones de *C. pepo*, podrán abrirse más pronto en las plántulas cultivadas arena debido al requerimiento de convertir el CO₂ atmosférico en biomasa y destinarla a la raíz para la captura de nutrientes que fueron escasos en este tratamiento. Por su parte, la lenta apertura de los cotiledones de las plántulas cultivadas en gallinaza, podría estar determinada por la mayor concentración de nutrientes en el sustrato que garantizan la disponibilidad y asimilación de estos, para el desarrollo de las plántulas.

Relación raíz/vástago

Los resultados obtenidos para la relación entre la raíz y el vástago sugieren que ninguno de los tratamientos fue significativamente diferente al control. En cambio, se encontraron diferencias significativas entre la relación raíz/vástago de las plantas cultivadas en Guanofol y las plantas del tratamiento de gallinaza, siendo la relación en esta última 50% menor a la del Guanofol. Una posible explicación de la asignación de biomasa a la raíz, se encuentra ampliamente estudiada cuando el agua es el principal recurso limitante. Comúnmente se ha relacionado el aumento en la asignación de biomasa a la raíz con aumentar la superficie total de captura de agua (Chapin . 1983; Paz 2003).

Bajo la lógica de la regla de von Liebig (Brady y Weil 1996) sobre el factor limitante, en este estudio la elongación de las raíces en los tratamientos de arena, lirio, Guanofol y humus de lombriz podría estar relacionada directamente con la obtención de nutrientes en niveles bajos. La elevada asignación de biomasa a las raíces podría ser, en este caso, una respuesta de las plantas a niveles bajos de nutrientes. De manera contrastante, la razón raíz/vástago de las plantas cultivadas en gallinaza fue significativamente menor que lo mostrado por el tratamiento de Guanofol, lo que podrá estar dictado por una elevada disponibilidad de nutrientes asimilables en los horizontes superficiales de este tratamiento.

Peso seco y contenido de agua

La acumulación de peso seco no mostró diferencias significativas entre el control y los tratamientos de lirio y Guanofol después de 67 días de haber sembrado las semillas. Sin embargo, las plantas cultivadas en el tratamiento de humus de lombriz acumularon más del triple de peso seco que las plantas del tratamiento de arena. Por su parte, las plantas cultivadas en gallinaza tuvieron una impresionante acumulación de peso seco, siendo 28 veces mayor que las cultivadas en arena. Esta gran diferencia muestra que la disponibilidad de nutrientes tuvo gran influencia en la acumulación de tejido seco, ya que estudios previos realizados con papa señalan, que al aplicar la gallinaza como fertilizante orgánico, no únicamente aumentan la acumulación de peso seco, sino aumentan la productividad de la papa a razón de 38 t/ha (González . 1996).

Por otra parte, el contenido de agua en las plantas del tratamiento de arena, no mostró ser significativamente diferente del contenido de agua en las plantas de los tratamientos de Guanofol y gallinaza. En cambio, fue significativamente mayor en las plantas del tratamiento de lirio y humus de lombriz. A pesar de que el riego fue homogéneo en todos los tratamientos, el mayor contenido de agua en las plantas de estos dos tratamientos, puede deberse a que la materia orgánica agregada al sustrato mejoró significativamente las condiciones físicas del suelo. La retención de agua en el suelo aumenta cuando es incorporada materia orgánica, además incrementa tanto la tasa de infiltración como la capacidad de retener agua, aumentar la producción de sustancias húmicas, y reducir las tasas de transpiración del suelo (Brady y Weil 1996; Ludwick . 2007).

El mejoramiento de las capacidades físicas, químicas y biológicas del suelo, cuando es incorporada materia orgánica a éste, es un punto a considerar cuando se piensa en los distintos beneficios de los fertilizantes orgánicos; ya que no únicamente bajan los costos energéticos de los insumos aplicados a los cultivos, sino que generan sinergias con la protección y mantenimiento de los procesos dados en la estructura edáfica.

Producción floral total

La producción floral al término de 67 días, arrojó resultados que robustecen lo observado a lo largo del estudio realizado. Los tratamientos de lirio y Guanofol no tuvieron una producción floral total significativamente diferente al control. Por su parte la producción promedio floral por individuo de las plantas cultivadas en humus de lombriz fue doble que en la arena. Mas aún, el promedio de floración por individuo de las plantas cultivadas en gallinaza fue cuatro veces superior que lo promediado por individuo cultivado en arena. Esta mayor producción de flores puede estar estrechamente relacionada con la disponibilidad de nutrientes en el suelo. O bien, la acumulación de peso seco es una necesidad que debe cubrirse antes de la producción masivas de estructuras florales.

Un estudio realizado en el cactus *Opuntia ficusindica* por Garcia de Cortázar y Nobel (1992), encontraron una fuerte relación entre la número de cladodios y la biomasa seca contenida en estos, con la cantidad de frutos desarrollados, siendo directamente proporcional. Las conclusiones de este estudio sugieren que antes de una producción frutal masiva, es necesario destinar nutrientes para la generación de biomasa, en este caso los cladodios, y habiendo cubierto esta primera necesidad fisiológica, comienza la producción de frutos. Para el caso de la floración de *C. pepo* puede que ésta requiera un estadio previo de acumulación de biomasa, para después disparar la producción de estructuras florales. Sin embargo, la acumulación de biomasa esta fuertemente relacionada con la disponibilidad de nutrientes en el suelo, siendo la producción de flores una cadena de dependencias fisiológicas. Otra explicación aún más precisa es la que ofrecen los resultados obtenidos por Tiedjens (1928), al experimentar el efecto generado por un gradiente de exposición a la luz y el contenido nitrógeno en el suelo, en el crecimiento y producción floral de varias especies de cucurbitáceas. Los resultados obtenidos en su estudio, mostraron a que a una mayor exposición a la luz y un alto contenido de nitrógeno en el suelo, se favorece al aumento en la tasa de floración de estas especies. Tal como lo señalan los resultados obtenidos por Tiedjens, en este estudio el alto contenido de compuestos nitrogenados en el suelo aumentó la tasa de floración en las plantas cultivadas en el tratamiento de gallinaza.

Longitud y peso de flores

La longitud de las flores de las plantas de los tratamientos de lirio, Guanofol y humus de lombriz, no fueron significativamente diferentes al control. En cambio las flores de las plantas del tratamiento de gallinaza, además de ser las únicas en las que hubo diferenciación de hembras, fueron significativamente más grandes. Si bien no hubo diferencia entre el tamaño de las flores hembras y machos. Esto coincide con lo encontrado en un estudio realizado para el tamaño de las flores en *Thalictrum pubescens* (Davis 2002). La propia diferenciación sexual y el aumento en el tamaño de las flores, podría estar relacionada con la disponibilidad de nutrientes en el suelo o bien el tamaño alcanzado por las plantas en los distintos tratamientos. Aunque en el mismo estudio realizado por Davis (2002), no se mostró diferencias significativas en la concentración de nitrógeno y fósforo entre las flores de distintos sexos. El peso fresco de las flores tampoco mostró diferencia significativa entre los tratamientos de lirio, Guanofol y humus de lombriz, comparado con las flores producidas por las plantas cultivadas en arena. En cambio, las flores del tratamiento de gallinaza fueron más pesadas que las flores producidas en los demás tratamientos. En este caso tampoco hubo diferencias en el peso de flores pistiladas y estaminadas, tal como se reporta en el estudio de Davis (2002).

Asignación sexual de flores

La asignación de sexos en las flores generadas por las plantas cultivadas en gallinaza sigue una tendencia como la observada en el estudio realizado por Whitaker (1931), en donde diferentes especies de cucurbitáceas muestran una razón de asignación de sexos fue del orden de 10:1, es decir, la producción de diez flores estaminadas, por cada flor pistilada. En este estudio la razón de asignación de sexos fue del orden de 3.4:1. Esta razón aumenta en gran medida por las relaciones entre florpolinizador, ya que las flores estaminadas tienen una exposición superior, lo que las vuelve más atractivas y accesibles a los polinizadores y con ello aumentan su adecuación. Un estudio realizado por Ashworth y Galletto (2002) en Cucurbita maxima, especie monoica al igual que *C. pepo*, demostró que energéticamente es más costoso el desarrollo de flores femeninas, ya que al tener un

acceso más complicado para los polinizadores, estas flores pistiladas ofrecían una recompensa floral (néctar) tres veces mayor que la recompensa floral ofrecida por las flores estaminadas, siendo ésto una estrategia reproductiva. Cuando las flores estaminadas adolecen de dicha capacidad de ofrecer una recompensa floral a los polinizadores, puede reflejarse en un proceso de dimorfismo sexual, que es lo que se demostró en el estudio realizado por Hemborg y Bond (2005) estudiando *Leucadendron xanthoconus*. Las flores estaminadas no ofrecían recompensa floral, por lo que las visitas de los polinizadores se mostraron a la baja. Sin embargo, el mecanismo dimórfico generó en las flores hembra una forma de canasta que resultó ser protectora para *Pria cinerascens*, el escarabajo que poliniza a esta especie. En este caso el número de visitas de los polinizadores a las flores pistiladas aumentaba durante los días lluviosos. Este proceso de dimorfismo garantizó el éxito del polinizador.

La asignación sexual floral en este estudio, puede responder a los requerimientos energéticos que se encontraron en el estudio de Ashworth y Galletto (2002), pues si la producción de flores pistiladas requiere de una mayor cantidad de nutrientes, es claro, que la diferenciación sexual inducida en las plantas bajo el tratamiento de gallinaza, se debió a la disponibilidad de nutrientes en el suelo, teniendo cantidades suficientes para cubrir los requerimientos para que dicha diferenciación sexual sucediera a diferencia de los demás tratamientos, en donde solo se produjeron flores estaminadas.

Consideraciones finales

Desde la segunda mitad del siglo pasado la producción de alimentos se ha realizado de manera exitosa, abasteciendo a los casi siete millones de personas que habitamos el planeta. Los rendimientos han aumentado, garantizando una mayor producción por unidad de área; esto nos habla de la gran sofisticación tecnológica que se ha desarrollado para la optimización de esta actividad productiva. Sin embargo, los sistemas de producción se convierten en artificios productivos que se olvidan de las interacciones biológicas y edáficas que favorecen la producción, y que por lo tanto están en una acelerada etapa de degradación, afectando las bases fundamentales que los sostienen. La aplicación de altas cantidades de insumos químicos es la estrategia para aumentar los

rendimientos de los cultivos; dicha aplicación tiene consecuencias que van desde el incremento de balances negativos de energía, hasta la contaminación de sistemas naturales y exterminio de especies biológicas.

Enmarcado en el paradigma agroecológico, esta tesis goza de gran pertinencia, ya que los fertilizantes orgánicos utilizados reducen los insumos energéticos y generan condiciones óptimas para la conservación de las interacciones entre las plantas cultivadas y el sistema biótico en el cual se hace. La gallinaza fue la muestra más exitosa de los fertilizantes orgánicos evaluados y puede ser sustituto equiparable de los insumos químicos. Bajo el contexto actual de la incertidumbre alimentaria, la agroecología es ejemplo fundamental de que la autosuficiencia alimentaria es posible aún sin grandes tecnificaciones en los cultivos.

El buen rendimiento de las plantas que fueron sembradas en el tratamiento de gallinaza, proponen a este fertilizante orgánico como una alternativa equiparable a un fertilizante químico, ya que al igual que estos, la gallinaza incrementa la producción de vegetal. Sin embargo, la gallinaza como fertilizante orgánico podría acarrear más beneficios que el incremento en la productividad de los cultivos, como por ejemplo el mejoramiento de las condiciones edáficas que propician interacciones sinérgicas entre los microorganismos y las plantas, la disminución de las grandes cantidades de energía que se ingresan como insumos a los sistemas agrícolas, la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero producto de los fertilizantes químicos, y sobre todo los costos de los insumos y de la producción, ya que los principios de la agroecología no solo buscan la implementación de fertilizantes orgánicos, sino también que estos se adquieran de manera local.

Finalmente, y pese a sus altos rendimientos en este proyecto, la gallinaza como fertilizante orgánico puede representar un riesgo para el ecosistema, ya que los excedentes de compuestos nitrogenados, siguen la misma dinámica que los compuestos incorporados al ecosistema por los insumos químicos por ello es necesario ponderar los beneficios contra los perjuicios potenciales que los flujos de dichos compuestos, ya que todo excedente nitrogenado es arrastrado hacia los cuerpos de agua y atmósfera. La gallinaza es una buena alternativa siempre y cuando las cantidades sean las

apropiadas para la optimización de los cultivos y una reducción en la cantidad de compuestos nitrogenados excedentes emitidos como contaminantes que afecten tanto a los cuerpos de agua como a la atmósfera.

Literatura citada

- ASHWORTH L., GALETTO L.** 2002. Differential nectar production between male and female flowers in wild cucurbit: *Cucurbita maxima* spp. *Andreana* (*Cucurbitaceae*). *Canadian Journal of Botany* 80: 1203-1208.
- AYALA T., F.** 2002. Híbridos de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) cultivados bajo casa sombra. Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitogenética. 1 al 5 de septiembre. Saltillo, Coahuila, México. p. 177.
- BHRANDARI G.S., SINGH L., GUPTA U.S.** 1971. Effect of different concentration of some ammonium fertilizers on the germination of *Pennisetum typhoides* Stapf & Hubb. and *Sorghum vulgare* Pers. *Plant and soil* 34(1): 229-232.
- BRADY N. C., WEIL R.R.** 1996. The nature and properties of soils. Prentice Hall. 741 pp.
- BREMNER, J.M., KROGMEIER M.J.** 1989. Evidence that adverse effect of urea fertilizer on seed germination in soil is due to ammonia formed through hydrolysis of urea by soil urease. *Proc. Natl. Acad. Scie* 86: 8185-8188.
- CALIFORNIA FERTILIZER ASSOCIATION.** 2007. Manual de fertilizantes para horticultura. LIMUSA. 297 pp.
- CHAPIN III F.S., AUTUMN K., PUGNAIRE F.** 1993. Evolution of suites of traits in response to environmental stress. *American Naturalist* 142:S78-S92.
- DAVIS S. L.** 2002. Allocation to floral structures in *Thalictrum pubescens* (*Ranunculaceae*), a cryptically dioecious species. *Annals of Botany* 90: 119-126
- DECKER D.S.** 1988. Origin(s), evolution, and systematics of *Cucurbita pepo* (*Cucurbitaceae*). *Economic Botany* 42(1): 415.
- FLANNERY K.V.** 1973. The origins of agriculture. *Annual Review of Anthropology*. 271308.
- GARCIA CORTÁZAR V., NOBEL P.S.** 1992. Biomass and fruit production for the prickly pear cactus, *Opuntia ficusindica*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117: 558-562
- GÓMEZ PERAZZOLI A.** 2001. AGRICULTURA ORGÁNICA: UNA ALTRNATIVA POSIBLE. Centro de Estudios Uruguayo de Tecnologías Apropriadas. Montevideo.

- GONZÁLEZ J., ALVAREZ C.E., POMARES F., BENITEZ M.** 1998. Efectos de fertilización en papas con compost, gallinaza y combinaciones de ambos. En UNA ALTERNATIVA PARA EL MUNDO RURAL DEL TERCER MILENIO. Valencia.
- GONZÁLEZ C.J., BENITEZ M., ALVAREZ.** 1996. Respuesta de la papa a la aplicación de distintas dosis de gallinaza en el momento del aporque. En II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE). Pamplona-Iruña. Pp 423-428.
- HEMBORG A. M., BOND W.J.** 2005. Different reward in female and male flowers can explain the evolution of sexual dimorphism in plants. *Biological Journal of the Linnean Society* 85: 97109.
- MUÑOZ K., VERA P.** 1991. Resultados preliminares del ensayo yuca/gallinaza como suplemento en la alimentación de ganado bovino lechero. En Velastegui S., R. ed. Seminario sobre Tecnologías de Pre y PostCosecha y Aspectos Socio-Economicos de la Yuca, Portoviejo, Ecuador, 1987. Memoria técnica. Quito, Ecuador, Fundación para el Desarrollo Agropecuario. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. pp.3542.
- PARIS H.S., JANICK J.** 2005. Early evidence for the culinary use of squash flowers in Italy. *Chronica Horticulturae* 45(2): 2021.
- PAZ H.** 2003. Root/Shoot allocation and root architecture in seedlings: variation among forest sites, microhabitats, and ecological groups. *Biotropica* 35: 318-332.
- PESCH C., PIETERSE A.H.** 1982. Inhibition of germination in *Striga* by means of urea. *Cellular and Molecular Life Sciences* 38(5): 559-560.
- ROSALES R.** 2007. Caracterización del proceso de abscisión floral en *Cucurbita pepo*. Inducción mediada por etileno Universidad de Granada.
- SAGARPA.** 2005. Contribuyen productores a la salud de los mexicanos al brindar alimentos sanos, inocuos y nutritivos. Guadalajara, Jal. Boletín 114. Abril 15.
- SCHMIDTNIELSEN K.** 2001. *Animal Physiology. Adaptation and environment.* Cambridge University Press. 612 pp.
- TERÁN S., RASMUSSEN C.H.** 1994. La Milpa de los mayas. La agricultura de los Mayas prehispánicos y actuales en el noreste de Yucatan.

TIEDJENS V.A. 1928. Sex ratio in cucumber flowers as affected by different conditions of soil and light. *Jour. Agr. Res.* 36: 721-746.

WHITAKER T. W. 1931. Sex ratio and sex expression in the cultivated Cucurbits. *American Journal of Botany* 18: 359366

ZAÑUDO J., PIMIENTA E., RAMÍREZ B. 2003. MANUAL DE PRÁCTICAS DE FISILOGIA VEGETAL. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. México.