Solarización de estiercol con plástico transparente y su impacto en la producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.)

Dr. Enrique Salazar Sosa[2], Dr. Héctor Idilio Trejo Escareño[1], Dr. Miguel Gallegos Robles[1], Dr. Ignacio Orona Catillo[2] y Dr, José Antonio Chavarría Galicia[2], M.C. Lourdes Gonzales Betancourt [1] y M.C. Alejandra Valenzuela Garcia[1]

[1] Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Agricultura y Zootecnia. Ej. Venecia, Gómez Palacio, Dgo., MÉXICO. División de Estudios de Posgrado–Doctorado Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales.

*[2] Tecnológico Nacional de Mexico, Instituto Tecnológico de Torreón. Torreón, Coah. MÉXICO. (*Autor para correspondencia ENMAGEL1@YAHOO.ES)*

Resumen

El presente estudio se realizó para evaluar el efecto de estiércol bovino solarizado con plástico transparente y vermicomposta en la producción del chile (*Capsicum annuum* L.) jalapeño. Se evaluaron cinco dosis de estiércol solarizado (0, 20, 40, 60 y 80 Mg ha^{-1}), así como dos dosis de vermicomposta (0, 3 Mg ha^{-1} respectivamente). El rendimiento total de chile presentó diferencias significativas entre los tratamientos; el valor promedio más alto (54.89 Mg ha^{-1}) fue el que produjeron las plantas del tratamiento de 80 Mg ha^{-1} de estiércol. Respecto al rendimiento por corte, en general en la tercera cosecha (100 días después del trasplante) se encontraron los máximos valores promedio (14.5 Mg ha^{-1}). El tratamiento de 80 Mg ha^{-1} promovió frutos de primera y segunda calidad en más del 90 % del total de la producción y al analizar con PCR punto final no se encontró problemas con patógenos..

Palabras clave: solarizado, estiercol y vermicomposta.

INTRODUCCIÓN

La población mundial presenta un incremento continuo de tal manera que para el 2050 se espera tener aproximadamente nueve billones de habitantes (UNFPA, 2004; Naciones Unidas, 2003); lo cual aparte de requerir alimentos para su consumo diario, demandaran productos lo más sanos (inocuos) posibles para una buena salud y calidad de vida (Figura 1). Por lo que se requiere que desde este momento se realicen cambios en los sistemas de producción actuales, ya que se producen sin ningún control, los cuales llevan el riesgo

no solo de incrementar costos de producción, sino además, de no ser los productos más adecuados desde el punto de vista de la inocuidad alimentaria. Por otra parte la superficie cultivada sigue una tendencia a disminuir por el crecimiento urbano y posible contaminación y deterioro de la capa arable por lo que se debe cambiar la estrategia de producción hacia una agricultura mas rentable y ecológicamente mas conservadora de los recursos naturales disponibles (Figura 2)..

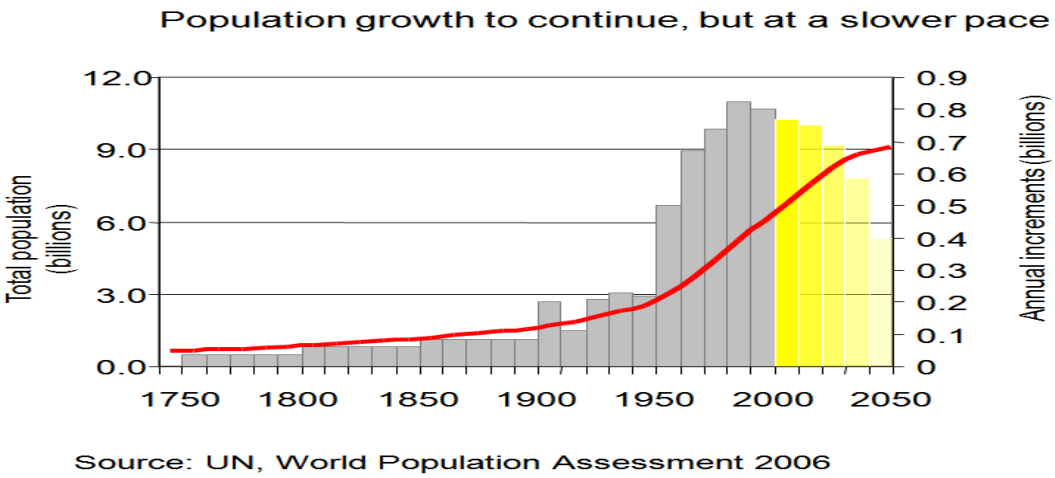


Figura 1. Población mundial al 2050

.

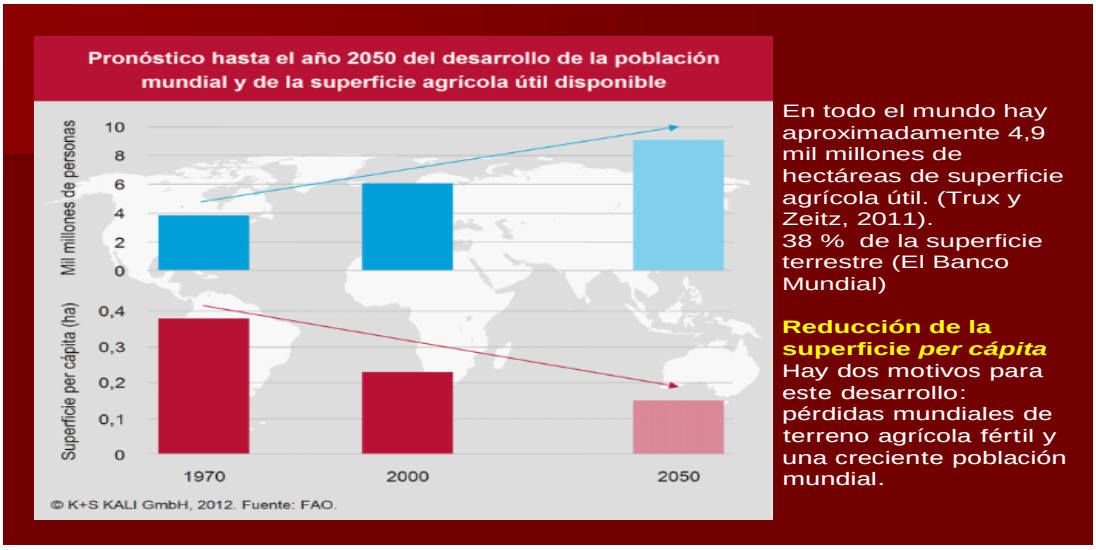
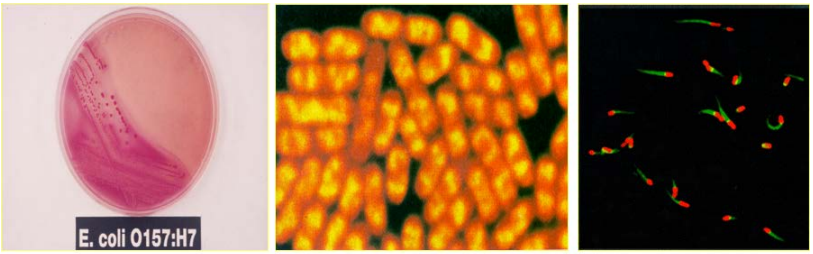


Figura 2. Distribucion de la Poblacion y Superficie arable a nivel mundial.

Es así como, los recursos suelo y agua han sido utilizados en sistemas de producción convencional de una manera intensiva e irracional sin tomar en cuenta su deterioro y baja fertilidad en el caso del suelo. En cuanto al agua, su cantidad y método de aplicación no son los más adecuados, lo que ha contribuido a un uso y aprovechamiento ineficiente. Por lo que se debe de regresar al suelo lo que se ha extraído a través del tiempo, utilizando abonos orgánicos y buenas prácticas agrícolas, entre otros; y con respecto al agua aplicarla en cantidad y distribución donde la planta lo necesita, es decir, cambiando los métodos de riego tradicionales de gravedad a presurizados y más eficientes. Si una alternativa viable para incrementar la fertilidad del suelo, mejorar sus características físicas y biológicas es la de utilizar abonos organicos es la entonces un cuidado minucioso de deberá tener con otros aspectos que pueden presentarse en estos abonos como son posibles patógenas para humanos y anímalos de algunas

Microorganismos

Algunas de las bacterias patógenas para humanos encontradas en abonos orgánicos son las indicadas en la Figura 6. El Cryptosporidium parvum y Giardia lamblía son parásitos zoonóticos distribuidos en todo el mundo incluyendo los países en vías de desarrollo (Figuras 3, 4 y 5), infectan a más del 20 % de la población mundial y producen quistes resistentes al ambiente, sobreviviendo mucho tiempo en agua tratada (clorada) después de la potabilización, hasta por seis meses y causa diarreas crónicas.



E. coli **0157:H7** *Salmonella* *Listeria*

Figura 3. Bacterias patógenas

Figura 4. Cryptosporidium parvum. **Figura 5. Giardia lamblia**

En este sentido el objetivo de este trabajo es el de describir los conceptos de abonos organicos y su solarización; alternativas, ventajas y desventajas en su uso agrícola.

Abonos orgánicos

La parte más elemental de la nutrición vegetal son los abonos orgánicos cuando no se quiere utilizar fertilizante químicos y Biofertilizantes en la agricultura y otras áreas (Figuras 6, 8 y 9. Sin embargo, se debe tener cuidado con la relación carbono :nitrógeno (C/N) de cada abono uno, así como de sus estructuras bioquímicas (Figura 7), ya que dependiendo de estos factores será la disponibilidad de nutrientes en la planta y desde luego que se debe tener en mente que todos los nutrimentos derivados de la descomposición y biodegradación de los abonos orgánicos estará disponibles para la planta y microorganismos, principalmente los que están en la rizosfera que por lo general siempre están en estado de hambre y son mayoría en número que los pelos absorbentes de las plantas y demás conductos de absorción de iones por estas. Así, los abonos orgánicos en resumen influyen además de nutrientes en la calidad del suelo, afectando sus características físicas, químicas y biológicas, además son posibles contaminantes de microorganismos patógenos (Olivas-Enríquez e*t al*., 2011) entre otros. Si un abono organico se utilizara en una región de terminada la primer pregunta es esto es un problema? o no, su estructura bioquímica y como se encuentran los iones posibles en esta, su biodegradación, taza de mineralización, disponibilidad total e individual en caso de estiercol por unidad animal en desarrollo o en producción y su calidad, para poder tener claramente su disponibilidad y eficacia en la nutrición vegetal una vez que se aplico y fue biodegradado en el suelo (Figura9).

Figura 6. Alta concentración de estiércol

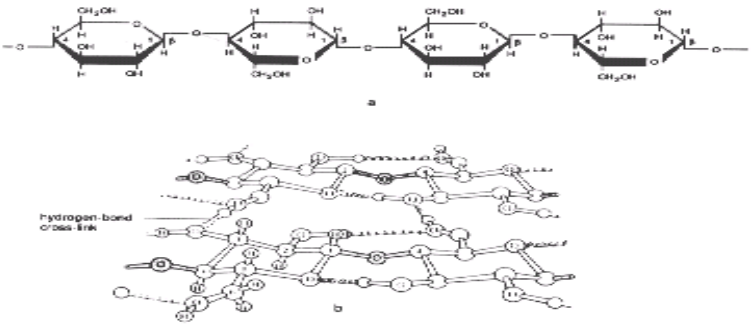


Figura 7. Estructura bioquímica de la celulosa

Figura 8. Fuentes de materia orgánica

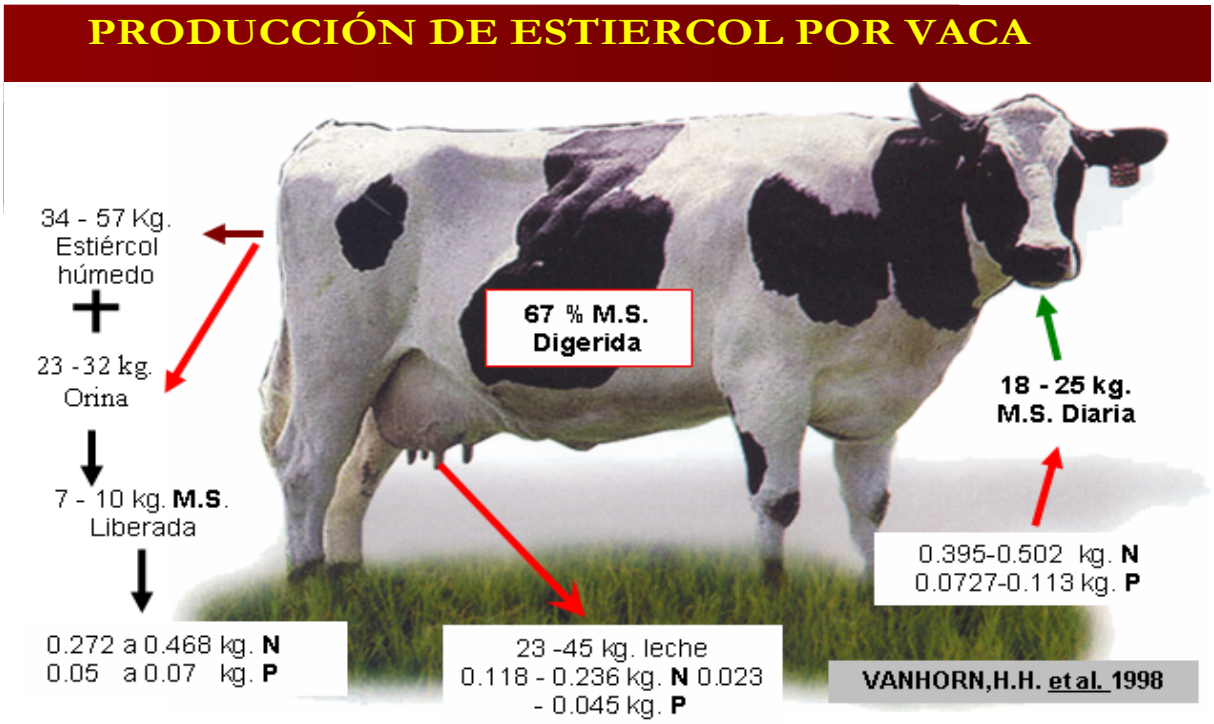


Figura 9. Fuentes de materia orgánica por animal en producción.

Tratamiento del Estiercol

Todo abono orgánico para ser utilizado como fuente nutrimental o con otros fines en agricultura deben ser tratados con un método activo y no pasivo para garantizar que todos los posibles patógenos que tengan sean aniquilados y eliminados (Salazar *et al*., 2011). Un método viable es la solarización con plástico que tenga alta transmisibilidad de energía, permitiendo así que en el abono orgánico las temperaturas alcancen niveles de más de 60 °C, y bajo estas condiciones más un determinado por ciento de humedad en el abono orgánico, entre 30 y 40 % (Figuras10 A y B). Así no habrá duda que en todo el perfil de la pila de solarización se eliminaran todos los patógenos presentes (Vázquez-Vázquez *et al.*, 2011) (Figura 15).

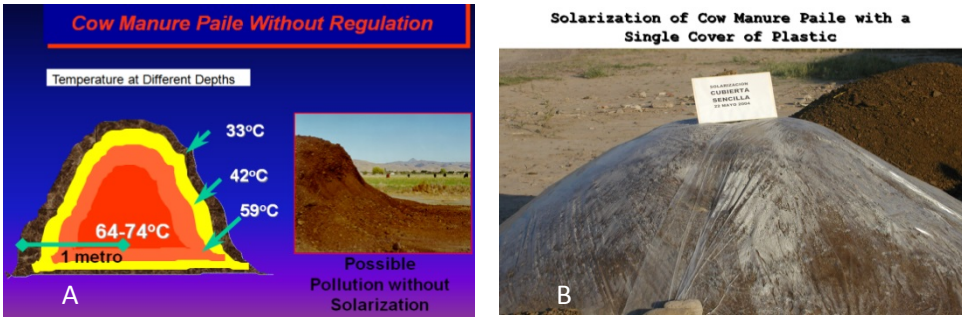


Figura 10: A y B. Comportamiento de la temperatura en una pila de abono no solarizado y pila de solarización, cubierta de plástico sencillo.

En ambas pilas y respecto al testigo sin plástico , se observo un incremento notable de la temperatura de las pilas de solarización a los 90 cm por efecto de la cubierta plástica las cubiertas mantuvieron temperaturas mayores a 57 °C durante 24 h, Bajo las condiciones ambientales de la Comarca Lagunera, el uso de cubiertas plásticas para solarización de estiércol, incrementa la temperatura de las pilas a 62 ^{0}C con los cuales, se puede tener un abono orgánico inocuo para uso agrícola. Seencontró *Escherichia coli* y *Salmonella* spp., en los muestreos antes de solarizar el estiércol con la cubierta sencilla y cubierta doble no se localizó presencia de estos microorganismos. Al medir la temperatura en las pilas a 0-15 y 15 cm de profundidad se encontró como la solarización incrementa la temperatura y favorece la temperatura alta en estas en todo el perfil con lo que se garantiza la eliminación de microorganismos patógenos en el abono organico (Figuras 12, 13, 14 y 15).

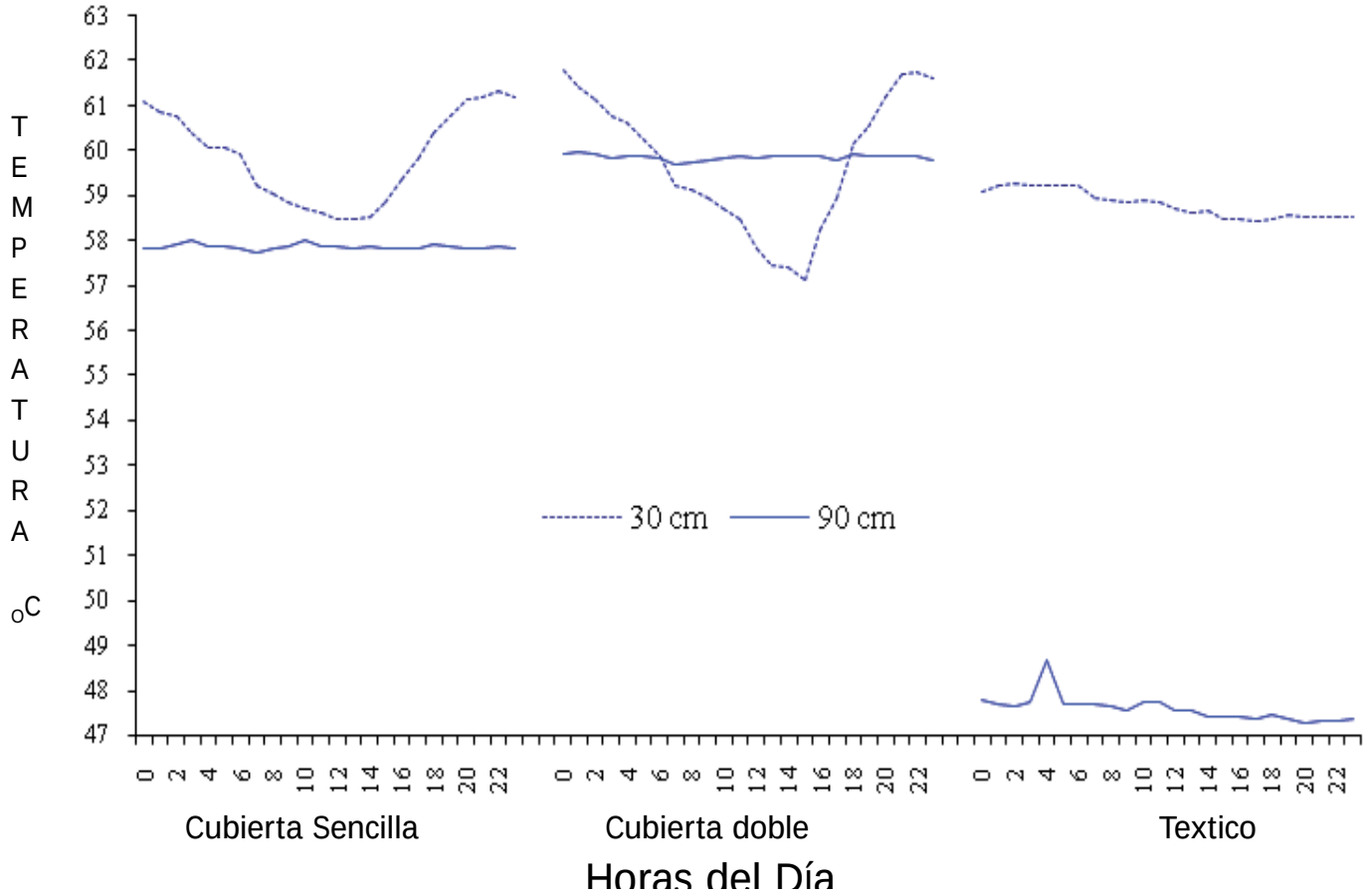


Figura 12. Promedios diarios de temperatura en las pilas de solarización. FAZ-UJED, 2004.

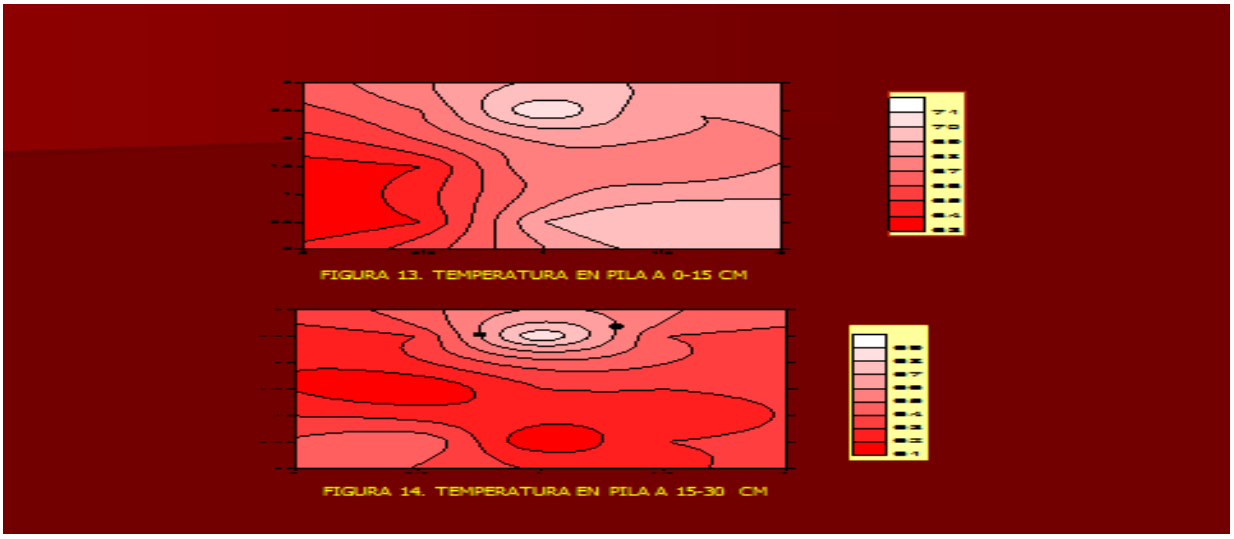


FIGURA 13 Y 14. TEMPERATURA EN LAS PILAS A 0-15 Y 15-30 CM

CEPA MICROBIOLOGICAS	TESTIGO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Cryptosporidium sp	♦									
Giardia sp	♦									
Enterobacteriaceae	♦									
Escherichia coli	♦									
Enterobacter sp	♦									
Bacillus sp	♦		♦			♦		♦	♦	
Mucor sp	♦									
Saccharomycetaceae	♦									

Figura 15. Microorganismos presentes en estiércol solarizado y sin solarizar.

Requerimientos Nutrimentales por los Cultivos

Es común que un solo abono orgánico (estiércol, abono verde, vermicomposta, etc.) no tienen los nutrientes suficientes para satisfacer la demanda nutrimental de la planta, por lo que se deberá de buscar la manera de combinarlos e inclusive utilizar micorrizas, ya que estas exploran área más amplia que las raíces de los cultivos permitiendo así, proporcionarle a la planta nutrientes necesarios para satisfacer sus necesidades de nutrientes.

El Cuadro 4, muestra algunos cultivos y sus necesidades de nutrimentos (archivo agronómico No 3, 2012; OIRSA, 2012), los cuales tienen que garantizar que con abono orgánico completan estas necesidades de nutrientes, pero se deberá tener mucho cuidado la asimilación microbial, perdidas por lixiviación, gas, entre otros. De tal manera que una de las perspectivas de la agricultura ecológica será asegurase del uso y aprovechamiento de los abonos orgánicos a través de la experimentación en campo, ya que los perfiles del suelo, cultivares, entre otros, tienen una influencia directa en el uso y aprovechamiento de nutrientes derivados de la descomposición de cualquier abono orgánico aplicado al suelo.

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales de algunos cultivos tropicales y otros.

CULTIVO	COSECHA	N (kg)	P_2O_5 (kg)	K_2O (kg)	CaO (kg)	MgO (kg)	S (kg)
Algodón	1 t ha^{-1}	120	19.7	74.7		24.1	20
Caña (Por Corte)	100 t ha^{-1}	110	71	290	57	48	60

Piña	35 t ha^{-1}	35	7	88	11	4	
Coco		232	83.6	251	16.6	51	**215**
Cacao	4° año en adelante	210	90	270		75	125
Maíz grano	9 t ha^{-1}	198	36	171	27	27	36
Trigo grano	30 t ha^{-1}	150	25	95	15	15	23
Arroz	6 t ha^{-1}	133	19	157	17	14	6
Soya grano	4 t ha^{-1}	320	32	132	64	36	28
Girasol grano	3.5 t ha^{-1}	140	17.5	98	63	38.5	17.5
Café (1665 litros)	30 fanegas 1 FANEGA = 55.5 LITROS	43	8.36	48.1	11.24	4.67	2.33

Martínez et. al, , 2008

Producción de Chile Jalapeño

El cuadro dos muestra las medias para tratamientos de estiercol y vermicomposta en donde estadísticamente se encontraron diferencia siendo el mejor tratamiento el de 80 Mg ha $^{-1}$ con 54.89 y cero aplicación de vermicomposta, aunque cuando se aplicaron 3 Mg ha $^{-1}$ de vermicomposta con 40 Mg ha^{-1} de estiercol lo rendimientos fueron mus similares con 53. 43 Mg ha^{-1}. Lo anterior demuestra que tanto el estiercol como la vermicomposta son excelentes mejoradores químicos para incrementar la fertilidad de suelo y una vez tratado sobre todo el estiercol con la solarización es más rápidamente biodegradado y aprovechado por la planta. Las figuras 16 y 16b muestran gráficamente ls distribución de rendimiento del chile por tratamiento y su aspecto a la cocech predominando en el tercero y cuarto corte frutos de alta calidad la cual también se conserva con la aplicación de estiercol y vermicomposta superando al testigo con cero aplicación y al tratamiento con fertilizante químico en un 11 % aproximadamente y después de un año de aplicación ya que el suelo sobre todo en el testigo baja su fertilidad natural en chile y otros cultivos como maíz, alfalfa, sorgo, algodón, melón y tomate este porcentaje es superior al 50%

Cuadro 2. Comparación de medias para la interacción estiércol-vermicomposta

Estiércol solarizado	Vermicomposta	
Niveles	0 Mg ha^{-1}	3 Mg ha^{-1}
0 Mg ha^{-1}	49.23	51.08
40 Mg ha^{-1}	50.84	**53.43**
80 Mg ha^{-1}	**54.89**	50.21
120 Mg ha^{-1}	50.06	53.06
F.Q.150N–100P_2O_5–0K	49.41	50.33
DMS (P.V.>F = 0.05)	3.63	

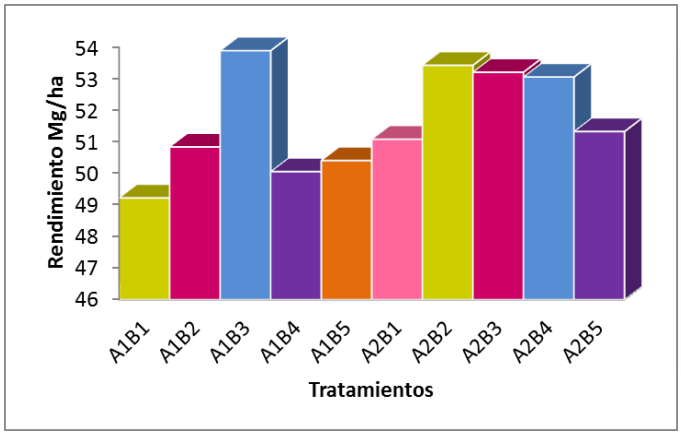


Fig. 16 b

Figura 16 y 16b . Producción de Chile Jalapeño por Tratamiento.

Inocuidad

La comisión Codex Alimentarius[20] (CCA) define la inocuidad como la garantía de que los alimentos no causaran daño al consumidor cuando se preparen y/o consuman de acuerdo con el uso a que se destinen. La Organización Mundial de la Salud retoma esta definición en su manual sobre las cinco claves para la inocuidad de los alimentos (OMS, 2007). Por

[20] Es un órgano intergubernamental que se reúne cada dos años para adoptar proyectos de normas alimentarias preparadas por más de 20 comités especializados. El objeto de estas normas y textos afines es proteger la salud del consumidor y asegurar la aplicación de prácticas equitativas en el comercio de los alimentos. La Comisión del Codex fue establecida de manera conjunta a principios de los años 60 por la FAO y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

lo tanto, un alimento es considerado sustancia o producto destinado a ser ingerido por los seres humanos o con probabilidades razonables de serlo, tanto si han sido transformados entera o parcialmente, como si no lo han sido. Así un alimento inocuo es por lo tanto aquel que está libre de agentes contaminantes que puedan dañar la salud de los consumidores de manera inmediata (por ejemplo bacterias patógenas) o de mediano y largo plazo (micotoxinas, residuos de pesticidas, etc.). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentos (FAO), un contaminante es un agente biológico o químico, materia extraña u otra sustancia añadida de manera no intencional a los alimentos o una propiedad de estos que pueda poner en peligro su inocuidad (FAO, 2004).

Los alimentos pueden contaminarse de manera natural o debido a malas prácticas en su manejo en cualquiera etapa desde la producción hasta su disposición final en la mesa del consumidor; puede suceder al entrar en contacto con el suelo, el agua de riego, la lluvia, el aire, algunos abonos orgánicos, agroquímicos, personas portadoras, materiales de empaque, animales domésticos y silvestres, maquinaria y equipo, entre otros elementos.

Lo inocuo es un atributo de calidad que a diferencia de los externos o internos está escondido, dificultando enormemente su control. La inocuidad es un área en la cual se pueden establecer normas o estándares obligatorios (Leos-Rodriguez *et al*., 2008). En general, los contaminantes o peligros que pueden estar presentes en los alimentos se agrupan en: microbiológicos, químicos y físicos.

Es factible y necesario incrementar cultivos, predios y productores que se dediquen a otro tipo de agricultura que no sea la convencional sin descuidar los aspectos señalados en esta publicación considerando el aspecto de la certificación con los puntos que se señalan y así realmente garantizar ante el consumidor y mercados nacionales e internacionales

que se trata de productos realmente sanos en diferentes climáticas , lo cual es factible y rentable.

Bibliografía

Archivo agronómico No 3., consultado el 11/06/2012. http://www.google.com.mx/#hl=es-419&output=search&sclient=psy-ab&q=archivo+agronomico+no.3.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2004. Mejoramiento de la calidad e inocuidad de las frutas y hortalizas frescas: un enfoque práctico y manual. Manual para multiplicadores, Roma.

Gómez-Cruz Manuel Angel, Rita Schwentesius Rindermann y Laura Gómez Tovar, 2009. Agricultura orgánica en México. ISBN: 968-02-0273-9, Chapingo, Edo. De México.

IFOAM. 1996. Normas básicas para la Agricultura y el Procesamiento de Alimento Ecológicos, Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Ecológica. Consultado en www.agendaorganica.cl/ en diciembre del 2007.

IFOAM. 2005. Los principios de la Agricultura Orgánica. On line en: http://www.ifoam.org/about_ifoam/pdfs/POA_folder_spanish.pdf. Revisado el 3 de diciembre del 2007.

Leos-Rodriguez J.A., Salazar S.E., Fortis H.M., López M. J.D., 2008. Inocuidad Alimentaria. Publicación Especial. FAZ-UJED. 153p.

Martínez A. F.B., Aguilar J C.E., Galdámez G J., Gutiérrez M A., Mendoza P. S., 2008. La agricultura orgánica en Chiapas. II seminario de cooperación y desarrollo en espacios rurales iberoamericanos. Sostenibilidad e inocuidad, Almería, 8p.

Naciones Unidas. 2003. World Population Prospects: The 2002 Revision. Nueva York: División de Población, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, Naciones Unidas; y Naciones Unidas. 2003. The Impact of AIDS (ESA/P/WP.185). Nueva York: División de Población, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, Naciones Unidas.

Oirsa 2012. www.dokastate.com, manual técnico 12. Necesidades nutricionales del cafetal

Olivas-Enríquez Evangelina, Juan Pedro Flores-Margez, Mónica Serrano-Alamillo, Eréndira Soto-Mejía, Jaime Iglesias-Olivas, Enrique Salazar-Sosa y Manuel Fortis-Hernández, 2011.

Indicadores fecales y patógenos en agua descargada al río bravo. Terra Latinoamericana 29:4 449-457.

OMS (Organización Mundial de la Salud), 2007. Manual sobre las cinco claves para la inocuidad de los alimentos. Departamento de inocuidad de los alimentos, zoonosis y enfermedades de transmisión alimentaria, Ginebra.

Salazar Sosa Enrique, Manuel Fortis Hernández, José Dimas López-Martínez, Claudia L. Muños Alvarado y Marie E. Lara Macías, Jesús Pilar Amado Álvarez, Cirilo Vázquez Vázquez, Héctor idilio Trejo Escareño y José Antonio Chavarría Galicia, 2011. Comparison among solarization kind of pailes and their impact in the control of Cryptosporidium parvum and Giardia lamblia. International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science. 1(9) 355-364.

UNFPA. 2004. Working from Within: Culturally Sensitive Approaches in UNFPA Programming. Nueva York. UNFPA.

Vázquez-Vázquez C, Gallegos-Robles MA, Fortis-Hernández M, Salazar-Sosa E, López-Martínez JD, Trejo-Escareño HI, García-Hernández JL. 2011. Cattle manure solarization with transparent plastic to pathogens control. Journal of research in Biology. 7: 528-534