

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

Ra Ximhai
Universidad Autónoma Indígena de México
ISSN: 1665-0441
México

2012

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA – MINERAL Y ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria x ananasa* Duch.) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

Carlos Osvaldo Romero-Romano; Juventino Ocampo-Mendoza; Engelberto Sandoval-
Castro y J. Refugio Tobar-Reyes

Ra Ximhai, septiembre - diciembre, año/Vol. 8, Número 3

Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 41-49.



e-revist@s

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA – MINERAL Y ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria x ananasa* Duch.) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

ORGANIC-MINERAL AND ORGANIC FERTILIZATION IN THE STRAWBERRY (*Fragaria x ananasa* Duch.) CROP UNDER GREENHOUSE CONDITIONS

Carlos Osvaldo **Romero-Romano**¹; Juventino **Ocampo-Mendoza**¹; Engelberto **Sandoval-Castro**¹
y J. Refugio **Tobar-Reyes**².

¹Programa en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Km 125.5 Carr. Fed. Méx.-Pue. C.P. 72760, Puebla, Pue. Apartado Postal 2-12, Colonia la Libertad C.P. 72130. ²Facultad de Ingeniería Agrohidráulica. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Domicilio conocido, San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla.

RESUMEN

Una buena combinación de abonos orgánicos y fertilizantes minerales puede permitir una reducción en el uso de agroquímicos, en beneficio del ambiente y de la salud de los consumidores, al obtenerse cosechas y productos inocuos y con menor contenido de residuos químicos. En el presente trabajo, se valorará el efecto de la fertilización orgánica y orgánica mineral en el cultivo de fresa cv. Festival, utilizando un diseño de tratamientos factorial 3×2^3 con un total de 24 tratamientos en un diseño experimental en bloques al azar con cuatro repeticiones, en condiciones de invernadero en Atlixco, Puebla. Los factores y sus niveles de estudio fueron: fertilización química (**FQ**), a tres niveles de $N-P_2O_5-K_2O$ 0-0-0, 45-20-20 y 90-35-35 $kg\ ha^{-1}$; nutriente orgánico comercial (Activador **QF**[®]) elaborado con ácidos fúlvicos (**AF**) a una concentración de (13.58%) con niveles de estudio 0 y 450 $ml\ ha^{-1}$; regulador de crecimiento (**RC**) vegetal comercial (Biozyme[®] conformado por 78.87% de extractos vegetales y fitohormonas, y 1.86% de microelementos) a niveles de 0 y 20 $l\ ha^{-1}$ y vermicomposta (**V**) de estiércol vacuno a 50 y 100 $g/maceta$. El experimento se dividió en dos periodos febrero-mayo y junio-septiembre del 2011. Las aplicaciones de los tratamientos fueron de forma edáfica (FQ y V) y foliar (AF y RC), en ambas etapas las aplicaciones de los tratamientos se realizaron a los 10, 40 y 60 días después del trasplante. Las variables analizadas fueron número de estolones, largo de estolones, diámetro polar, ecuatorial, número y peso de frutos por semana, periodo, y el total de los dos periodos. Dos veces por semana se contó el número de frutos maduros, se midió el diámetro polar y ecuatorial y se pesaron los frutos. Cada 8 días; a partir de la formación de los primeros estolones, se contaron y midieron. El análisis estadístico se realizó utilizando el programa SAS (SAS, 2004). En el periodo febrero-mayo el tratamiento FQ50-AF1-RC1-V50 presentó diferencias estadísticas (Tukey, $p \leq 0.05\%$) para las variables diámetro polar (2.95 cm), diámetro ecuatorial (3.76 cm), peso de fruto por semana (11.31 g) y periodo (135.69 g). En el periodo junio-septiembre FQ50-AF1-RC1-V50 se observaron diferencias estadísticas para diámetro polar (2.93 cm); FQ100-AF0-RC1-V50 y FQ100-AF1-RC1-V100 registraron diferencias significativas respectivamente para el peso de fruto por semana (7.08 g) y periodo (73.84 g). FQ100-AF0-RC1-V50 logró mayores valores para el peso total de frutos (189.42 g). En ambos periodos, la fertilización orgánica-mineral mostró mejores resultados, en comparación con la fertilización orgánica.

Palabras clave: Fertilización química, regulador de crecimiento, ácidos fúlvicos, vermicomposta

SUMMARY

A good combination of organic fertilizers and mineral fertilizers may allow a reduction in the use of agrochemicals, to benefit the environment and health of consumers, to obtained crops and safe products with lower content of chemical residues. In this paper, we assess the effect of organic fertilization and organic mineral in the cultivation of strawberries cv. Festival, in a factorial treatment design 3×2^3 with 24 treatments in an experimental design in randomized blocks with four replicates under greenhouse conditions in Atlixco, Puebla. The factors and levels of study: chemical fertilization (**FQ**), three levels of $N-P_2O_5-K_2O$ 0-0-0, 45-20-20 and 90-35-35 $kg\ ha^{-1}$ commercial organic nutrient (Activator **QF**[®]) prepared fulvic acid (**AF**) at a concentration of (13.58%) with two levels 0 and 450 $ml\ ha^{-1}$, growth regulator (**RC**) commercial vegetable (Biozyme[®], whit 78.87% of plant extracts and phytohormones, and 1.86% of microelements) at levels of 0 and 20 $l\ ha^{-1}$ and vermicompost (**V**) of cattle manure at 50 and 100 g / pot . The experiment was divided into two periods from February to May and June to September 2011. The treatments applications were edafic (FQ and V) and foliar (AF and RC) in both stages of treatment applications were made at 10, 40 and 60 days after transplantation. The variables analyzed were number of stolons, stolon length, diameter and length fruit, number and weight of fruit per week, period, and the total of the two periods. Two twice a week the number of ripe fruits was counted, the diameter and length fruit and weight was measured. Every eight days after the formation of the first stolons, counted and measured. Statistical analysis was performed using the SAS program. In the period from February-May treatment FQ50-AF1-RC1-V50 showed statistically different (Tukey, $p \leq 0.05\%$) for variables length fruit (2.95 cm), diameter fruit (3.76 cm), weight of fruit per week (11.31 g) and period (135.69 g). In the period from June-September FQ50-AF1-RC1-V50 present statistical differences for length fruit (2.93 cm); FQ100-AF0-RC1-V50 and FQ100-AF1-RC1-V100 showed significant differences, respectively, for the weight of fruit per week (7.8 g) and length fruit (73.84 g). FQ100-AF0-RC1-V50 achieves higher

values for total fruit weight (189.42 g). In both periods, the organic-mineral fertilizer showed better results compared with organic fertilization

Key Word: Chemical fertilizer, growth regulator, fulvic acids, vermicompost

INTRODUCCIÓN

La fresa (*Fragaria x ananasa* Duch.) se ha cultivado desde hace varios siglos en Europa, Asia y América, constituyéndose como una de las principales frutas de consumo de los países desarrollados. Para nuestro país la fresa es una de las cadenas productivas más importantes, esta condición es debido al valor de la producción estimado en poco más de mil 200 millones de pesos, aunado a la generación de un importante número de empleos anuales. Es importante señalar que nuestro país había ocupado el cuarto lugar en la producción mundial; sin embargo, actualmente ocupamos el séptimo lugar debido a una disminución en la superficie cultivada (SAGARPA, 2009).

El uso excesivo de agroquímicos en la agricultura preocupa a los consumidores a nivel mundial, debido al alto grado de contaminantes que los frutos pudieran contener; además, de los problemas ambientales que estos pueden generar en los suelos agrícolas y aguas (superficiales y subterráneas) del planeta. Para reducir el impacto negativo de los agroquímicos en el medio ambiente y en la inocuidad de los diferentes cultivos, se recomiendan sistemas de producción orgánica u orgánica-mineral que supriman o reduzcan el uso de fertilizantes, insecticidas, herbicidas, etc. Entre los abonos orgánicos de origen animal o vegetal, la vermicomposta, los biofertilizantes y los ácidos fúlvicos, entre otros, son buenas opciones para complementar la nutrición de los cultivos y así reducir significativamente el uso de fertilizantes sintéticos y los costos de producción (Planes *et al.*, 2004; Armenta-Bojorquez *et al.*, 2010).

La vermicomposta contiene sustancias activas que actúan como reguladores de crecimiento, elevan la capacidad de intercambio catiónico, tiene alto contenido de ácidos húmicos, aumenta la capacidad de retención de humedad y la porosidad, la cual facilita la aireación y drenaje del suelo, además de contener una elevada carga enzimática y bacteriana que incrementa la solubilidad de los elementos nutritivos, liberándolos en forma paulatina, y facilita su asimilación por las raíces e impide que éstos sean lixiviados con el agua de riego manteniéndolos disponibles por más tiempo en el suelo, favorece la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas, incrementa la actividad biótica del suelo y su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas en contra de plagas, enfermedades y organismos patógenos (Atiyeh *et al.*, 2002; McGinnis *et al.*, 2004; Hashemimajd *et al.*, 2004).

Los biofertilizantes son preparados de microorganismos que pueden ser aplicados al suelo y/o planta. Los microorganismos utilizados en los biofertilizantes son capaces de sintetizar sustancias que promueven el crecimiento de la planta, fijando nitrógeno atmosférico, solubilizando hierro y fósforo inorgánico y mejorando la tolerancia al estrés hídrico, salinidad, metales pesados y exceso de pesticidas, por parte de la planta y/o poseer la capacidad de disminuir o prevenir los efectos de deterioro de microorganismos patógenos (Bashan y Holguin, 1998; Lucy *et al.*, 2004), dependiendo del grupo de microorganismos al que pertenezcan. Además de mejorar las características físicas del suelo (Eghball *et al.*, 2004; Ma *et al.*, 2003) y controlar algunas enfermedades del suelo que causan la pudrición de raíces, y un aumento en la actividad microbiana (Kannangara *et al.*, 2000; Litterick *et al.*, 2004).

Los ácidos fúlvicos, son resultado de la descomposición química y microbiana que actúa sobre los residuos de plantas y animales (Pereira y Zezzi-Arruda, 2003); estos forman parte de las sustancias húmicas, los cuales promueven la absorción de nutrimentos, y por su poder quelatante favorece la translocación de compuestos indispensables de compuestos indispensables para las plantas. Vía

suelo los ácidos fúlvicos contribuyen a la fertilidad, al mejorar exponencialmente la vida microbiana, mejorando la estructura y la capacidad de intercambio catiónico total (Litterick *et al.*, 2004).

Por estas razones, el objetivo del presente trabajo, fue valorar el efecto que tiene la fertilización orgánica y mineral a base de vermiconposta, regulador de crecimiento de origen vegetal, ácidos fúlvicos y fertilizante químico en el cultivo de fresa; bajo condiciones de invernadero, en dos diferentes épocas del año (enero-abril) y (junio-septiembre). Analizando variables de propagación vegetal (número de estolones y largo de estolones), variables físicas de calidad de fruto (Diámetro ecuatorial y polar) y variables de rendimiento (número y peso fresco de fruto por semana, periodo y total).

MATERIALES Y MÉTODOS

La primera etapa de evaluación se efectuó del 10 de enero al 29 de abril y la segunda etapa del 13 de junio al 2 de septiembre de 2011; en un invernadero ubicado en las instalaciones de la unidad experimental de Atlixco (18°54'32" N 98° 26'16", 1860 msnm) del Colegio de Posgraduados, Campus Puebla. La temperatura promedio durante la primera etapa fue de 24°C y en la segunda etapa del experimento fue 32°C. Se utilizaron plantas de fresa cultivar "Festival" (número de hojas y tamaño similar), ya que Festival es el cultivar que muestra la mejor adaptación a las condiciones climáticas de la región en estudio.

La unidad experimental consistió de una planta colocada en una maceta de 30 cm de alto y 15 cm de radio. La distancia entre macetas fue de 30 cm y la distancia entre líneas de 60 cm. Se utilizó un diseño de tratamientos factorial 3 x 2³, con un diseño experimental en bloques completamente al azar, con un total de 24 tratamientos y cuatro repeticiones de cada uno. Los factores y sus niveles de estudio fueron: fertilización química (**FQ**), a tres niveles de N- P₂O₅ - K₂O 0-0-0, 45-20-20 y 90-35-35 kg ha⁻¹, nutriente orgánico comercial (Activador QF[®]) elaborado con ácidos fúlvicos (**AF**) a una concentración de (13.58%) y P₂O₅ al 1.63% con niveles de estudio 0 y 450 ml ha⁻¹; regulador de crecimiento (**RC**) vegetal comercial (Biozyme[®]), conformado por 78.87% de extractos vegetales y fitohormonas (Giberelinas, ácido indolacético y zeatina), 1.86% de microelementos y 19.27% de diluyentes y acondicionadores a niveles de 0 y 20 l ha⁻¹ y vermiconposta (**V**) de estiércol vacuno a 50 y 100 g/maceta.

Las aplicaciones de los tratamientos fueron de forma edáfica (FQ y V) y foliar (AF y RC). En ambas etapas las aplicaciones de los tratamientos se realizaron a los 10, 40 y 60 días después del trasplante. Una vez que las plantas entraron en la fase productiva, dos veces por semana se contó el número de frutos maduros y se midió con un vernier electrónico digital (Mitutoyo) el diámetro polar y ecuatorial de los frutos cosechados, para posteriormente pesarlos en una balanza electrónica digital (Bizline).

Una vez que se formaron los primeros estolones, se contaron y midieron, posteriormente se marcaron con un listón, para identificar los que ya se habían contado, de los que aparecieron posteriormente. Este mismo procedimiento se realizó cada 8 días. Cuando los estolones comenzaron a formar raíz se les colocó en una maceta para que enraizaran. Una vez que los estolones enraizaron se separaron las plantas nuevas de la planta madre. La aplicación de agua de riego se realizó por medio de sistema de riego tipo espaguete. El análisis estadístico se realizó mediante el programa estadístico SAS (SAS, 2004)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de estolones fue totalmente diferente en los dos periodos de evaluación. Ya que, en el periodo de febrero-mayo no se formó ningún estolón. En cambio en el periodo junio-septiembre si se formaron estolones, aunque no se encontraron diferencias significativas en el número ni en el tamaño de los mismos (Cuadro 1). Este comportamiento está estrechamente relacionado con la temperatura y el fotoperiodo. Larson (2000) menciona que a temperaturas mayores de 10°C, y con fotoperiodo largo, la planta tiende a aumentar la producción de estolones. En el periodo de febrero-mayo la temperatura promedio fue de 24°C y el fotoperiodo (no cuantificado) fue menor, debido a la época del año. A diferencia del periodo de junio-septiembre en que la temperatura promedio en el invernadero fue de 32°C, y el fotoperiodo fue mayor, por lo que en este caso el fotoperiodo tuvo mayor influencia en la producción de estolones.

Cuadro 1. Medias de los 24 tratamientos para la variables número y tamaño de estolones.

Tratamiento	Número de estolones/ planta ⁻¹	Largo de estolones (cm)
FQ0-AF0-RC0-V50	46.00 a	39.18 a
FQ0-AF0-RC0-V100	25.25 a	31.46 a
FQ0-AF0-RC1-V50	32.00 a	36.51 a
FQ0-AF0-RC1-V100	29.50 a	34.01 a
FQ0-AF1-RC0-V50	17.75 a	36.92 a
FQ0-AF1-RC0-V100	30.50 a	35.08 a
FQ0-AF1-RC1-V50	35.75 a	39.32 a
FQ0-AF1-RC1-V100	40.25 a	35.76 a
FQ50-AF0-RC0-V50	46.75 a	35.48 a
FQ50-AF0-RC0-V100	38.00 a	37.90 a
FQ50-AF0-RC1-V50	19.75 a	32.80 a
FQ50-AF0-RC1-V100	40.25 a	36.78 a
FQ50-AF1-RC0-L50	25.75 a	31.52 a
FQ50-AF1-RC0-V100	32.25 a	34.88 a
FQ50-AF1-RC1-V50	34.75 a	36.35 a
FQ50-AF1-RC1-V100	37.75 a	39.77 a
FQ100-AF0-RC0-V50	51.25 a	37.30 a
FQ100-AF0-RC0-V100	46.00 a	30.02 a
FQ100-AF0-RC1-V50	44.00 a	37.32 a
FQ100-AF0-RC1-V100	26.75 a	38.30 a
FQ100-AF1-RC0-V50	26.75 a	30.87 a
FQ100-AF1-RC0-V100	37.50 a	31.18 a
FQ100-AF1-RC1-V50	37.75 a	36.49 a
FQ100-AF1-RC1-V100	27.50 a	36.55 a

Medias con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey con una $P < 0.05$. FQ=Fertilizante químico, AF= Ácidos fulvicos, RC= Regulador de crecimiento, V= vermicomposta.

No se encontraron diferencias significativas por efecto de tratamientos (Tukey, $p \leq 0.05\%$) en el número de frutos semanales, por periodo y frutos totales. Sin embargo existe la tendencia de que en el periodo de febrero-mayo los valores más altos se registraron en el tratamiento orgánico-mineral FQ50-AF1-RC0-V100. En el periodo de junio-septiembre y en el número total de frutos, el

tratamiento orgánico-mineral FQ100-AF1-RC1-V100 fue el que presentó los valores más altos (Cuadro 3). El haber obtenido el mayor número de frutos en tratamientos de fertilización orgánica-mineral se puede deber a que el fertilizante mineral complementa el nitrógeno necesario, una vez que se agota el nitrógeno fácilmente disponible y asimilable contenido en la vermicomposta, durante tres a cuatro semanas después de la aplicación. Por lo tanto, se requiere de una fertilización mineral suplementaria para mantener el cultivo con la nutrición adecuada (Moreno, 2005). Gaskell (2004) menciona que el momento de aplicación es crítico en el suministro de nitrógeno en plantas de fresa; y que, las tasas de liberación de nitrógeno de los fertilizantes orgánicos pueden no ajustarse a las necesidades de nitrógeno del cultivo. Sin embargo, el número de frutos registrado es bajo en comparación con lo encontrado por Rajbir *et al.* (2008), utilizando tratamientos orgánico-minerales a base de vermicomposta y fertilizante químico (120–170–150 kg NPK ha⁻¹).

Esta baja productividad de frutos puede deberse a que las dosis de fertilización orgánica y mineral pudieron haber sido bajas, ya que existen niveles de fertilización recomendados de alrededor de 300-150-150 (N- P₂O₅ – K₂O) kg ha⁻¹. Sin embargo, los programas de fertilización en fresa son altamente variables, porque la cantidad de nutrientes depende de factores como el tipo de suelo, la fertilidad natural del suelo, de la cantidad de materia orgánica, el tipo de riego, la calidad del agua de riego, el clima, entre otros (Larson, 2000).

Además de la nutrición del cultivo y el suministro de agua, otros factores que pueden influir en el desarrollo del cultivo de fresa son la temperatura y el fotoperiodo, los cuales influyen directamente en la floración e interactúan en la regulación de los diferentes procesos fenológicos de la planta (Taylor, 2002). Existen reportes de que ha temperaturas altas (24-32°C) se reduce la floración, se presentan abortos de fruto y se reduce la calidad de la fruta (Morgan, 2002; Klamkowski y Treder, 2008). Siendo la temperatura óptima entre los 18-23 °C (Larson, 2000).

Cuadro 2. Comparación de medias semanales, por periodo y total, de la variable número de frutos por planta⁻¹.

Tratamiento	Febrero-Mayo		Junio-septiembre		Total
	Semana	Periodo	Semana	Periodo	
FQ0-AF0-RC0-V50	1.92 a	11.25 a	2.47 a	19.75 a	31.00 a
FQ0-AF0-RC0-V100	2.52 a	18.50 a	1.63 a	13.25 a	31.75 a
FQ0-AF0-RC1-V50	2.77 a	19.75 a	1.47 a	11.75 a	31.50 a
FQ0-AF0-RC1-V100	1.87 a	11.25 a	1.63 a	13.25 a	24.50 a
FQ0-AF1-RC0-V50	2.55 a	18.75 a	1.00 a	7.25 a	26.00 a
FQ0-AF1-RC0-V100	2.32 a	16.25 a	1.53 a	12.25 a	28.50 a
FQ0-AF1-RC1-V50	1.75 a	12.25 a	1.37 a	11.25 a	23.50 a
FQ0-AF1-RC1-V100	2.05 a	13.50 a	1.78 a	15.25 a	27.75 a
FQ50-AF0-RC0-V50	2.05 a	13.50 a	1.75 a	14.25 a	27.50 a
FQ50-AF0-RC0-V100	1.93 a	11.55 a	1.91 a	15.25 a	26.75 a
FQ50-AF0-RC1-V50	1.81 a	10.75 a	1.16 a	8.75 a	20.00 a
FQ50-AF0-RC1-V100	1.84 a	11.25 a	2.13 a	16.50 a	27.75 a
FQ50-AF1-RC0-L50	1.87 a	10.75 a	1.95 a	15.50 a	26.00 a
FQ50-AF1-RC0-V100	2.90 a	21.00 a	1.41 a	10.00 a	32.25 a
FQ50-AF1-RC1-V50	1.96 a	12.00 a	1.94 a	15.50 a	27.50 a
FQ50-AF1-RC1-V100	1.73 a	8.50 a	2.37 a	19.00 a	27.50 a

FQ100-AF0-RC0-V50	1.62 a	6.50 a	1.72 a	13.75 a	20.25 a
FQ100-AF0-RC0-V100	2.05 a	14.00 a	2.28 a	18.25 a	32.25 a
FQ100-AF0-RC1-V50	1.81 a	10.50 a	1.60 a	12.75 a	23.50 a
FQ100-AF0-RC1-V100	2.00 a	15.25 a	1.25 a	9.25 a	22.50 a
FQ100-AF1-RC0-V50	2.50 a	15.25 a	1.75 a	14.00 a	29.25 a
FQ100-AF1-RC0-V100	2.25 a	17.00 a	1.05 a	8.75 a	25.75 a
FQ100-AF1-RC1-V50	1.75 a	10.50 a	2.30 a	18.00 a	28.50 a
FQ100-AF1-RC1-V100	2.08 a	14.50 a	3.10 a	24.75 a	39.25 a

Medias con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey con una $P < 0.05$. FQ=Fertilizante químico, AF= Ácidos fulvicos, RC= Regulador de crecimiento, V= vermicomposta.

En lo que refiere al tamaño de frutos, en el periodo febrero-mayo, se encontraron diferencias significativas por efecto de tratamientos (Tukey, $p \leq 0.05\%$), siendo el tratamiento orgánico-mineral FQ50-AF1-RC1-V50 el que registró los valores más altos para diámetro ecuatorial y polar, y en el periodo junio-septiembre se encontraron diferencias significativas en el diámetro polar, siendo los tratamientos orgánico-minerales FQ50-AF1-RC1-V50 y FQ100-AF1-RC1-V50 los que mostraron los mayores valores (Cuadro 3). En los últimos años se ha reportado que la aplicación de vermicomposta, en combinación con fertilizantes químicos resultando en un mayor rendimiento y calidad de frutos de fresa (Arancon *et al.*, 2004, 2006) debido principalmente a la producción de reguladores de crecimiento sintetizados por microorganismos durante el proceso de vermicompostaje (Welke, 2004; Atiyeh *et al.*, 2002).

Cuadro 3. Comparación de medias para las variables diámetro polar y ecuatorial.

Tratamiento	Febrero-Mayo		Junio-septiembre	
	D. P (cm)	D. E (cm)	D. P (cm)	D. E (cm)
FQ0-AF0-RC0-V50	2.53 ab	3.21 ab	2.49 ab	1.90 a
FQ0-AF0-RC0-V100	2.65 ab	3.36 ab	2.78 ab	1.99 a
FQ0-AF0-RC1-V50	2.51 ab	3.23 ab	2.42 ab	1.80 a
FQ0-AF0-RC1-V100	2.22 ab	2.85 bc	2.74 ab	1.99 a
FQ0-AF1-RC0-V50	2.55 ab	3.47 ab	1.49 c	1.15 a
FQ0-AF1-RC0-V100	2.48 ab	3.31 ab	2.73 ab	1.92 a
FQ0-AF1-RC1-V50	2.38 ab	3.04 bc	2.53 ab	1.83 a
FQ0-AF1-RC1-V100	2.43 ab	3.15 ab	2.60 ab	1.88 a
FQ50-AF0-RC0-V50	2.24 ab	2.85 bc	2.09 bc	1.48 a
FQ50-AF0-RC0-V100	2.36 ab	3.02 bc	2.57 ab	1.90 a
FQ50-AF0-RC1-V50	2.59 ab	3.30 ab	2.07 bc	1.67 a
FQ50-AF0-RC1-V100	1.91 b	2.44 bc	2.30 ab	1.62 a
FQ50-AF1-RC0-L50	2.57 ab	3.23 ab	2.75 ab	2.06 a
FQ50-AF1-RC0-V100	2.38 ab	3.17 ab	1.96 c	1.49 a
FQ50-AF1-RC1-V50	2.95 a*	3.76 a*	2.93 a*	1.64 a
FQ50-AF1-RC1-V100	2.39 ab	3.33 ab	2.16 ab	2.02 a
FQ100-AF0-RC0-V50	1.86 d	2.33 d	2.78 ab	2.04 a
FQ100-AF0-RC0-V100	2.62 ab	3.44 ab	2.69 ab	1.97 a
FQ100-AF0-RC1-V50	2.73 ab	3.61 ab	2.78 ab	2.10 a

FQ100-AF0-RC1-V100	2.58 ab	3.09 ab	2.30 ab	1.75 a
FQ100-AF1-RC0-V50	1.95 b	2.35 d	2.70 ab	1.86 a
FQ100-AF1-RC0-V100	2.23 ab	2.71 bc	2.54 ab	1.76 a
FQ100-AF1-RC1-V50	2.24 ab	2.72 bc	2.79 ab	2.05 a
FQ100-AF1-RC1-V100	2.45 ab	3.07 bc	2.71 ab	2.01 a

Medias con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey con una $P < 0.05$. FQ=Fertilizante químico, AF= Ácidos fúlvicos, RC= Regulador de crecimiento, V= vermicomposta.

Para la variable peso de fruto se encontraron diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0.05\%$) siendo el tratamiento orgánico-mineral FQ50-AF1-RC1-V50 el que presentó los valores más altos en el periodo febrero-mayo, y los tratamientos orgánico-mineral FQ100-AF0-RC1-V50 y FQ100-AF1-RC1-V100 fueron los mejores para el periodo junio-septiembre. El peso total de frutos producido por planta fue mayor en el tratamiento FQ100-AFO-RC1-V50 (Cuadro 4).

Cuadro 4. Comparación de medias semanales, por periodo y peso total de frutos de fresa.

Tratamiento	Febrero-Mayo		Junio-septiembre		Total (g)
	Semana (g)	Periodo (g)	Semana (g)	Periodo (g)	
FQ0-AF0-RC0-V50	9.47 abc	113.64 ab	6.30 ab	64.33 ab	177.27 ab
FQ0-AF0-RC0-V100	9.33 abc	112.26 ab	6.67 ab	68.03 ab	185.09 ab
FQ0-AF0-RC1-V50	8.91 cd	106.98 ab	5.71 ab	57.64 ab	163.48 ab
FQ0-AF0-RC1-V100	7.82 cd	93.71 abc	6.19 ab	63.18 ab	155.89 bc
FQ0-AF1-RC0-V50	8.88 cd	106.54 ab	3.58 c	31.95 d	137.49 de
FQ0-AF1-RC0-V100	9.55 abc	114.57 ab	6.11 ab	62.26 ab	175.83 ab
FQ0-AF1-RC1-V50	8.21 cd	98.85 abc	5.70 ab	58.00 ab	155.85 bc
FQ0-AF1-RC1-V100	8.40 cd	100.81 ab	5.72 ab	57.64 ab	157.44 bc
FQ50-AF0-RC0-V50	7.25 d	86.95 cd	5.00 bc	49.08 cd	135.02 f
FQ50-AF0-RC0-V100	8.12 cd	97.45 abc	5.41 ab	53.92 bc	150.37 cd
FQ50-AF0-RC1-V50	8.75 cd	104.99 ab	4.71 bc	45.56 cd	149.54 cd
FQ50-AF0-RC1-V100	6.82 d	83.23 cd	5.39 ab	53.11 bc	135.34 e
FQ50-AF1-RC0-L50	8.54 cd	102.25 ab	6.42 ab	66.29 ab	167.54 ab
FQ50-AF1-RC0-V100	8.35 cd	100.20 ab	4.68 bc	45.20 cd	144.40 cde
FQ50-AF1-RC1-V50	11.31 a*	135.69 a*	5.17 bc	51.03 bc	185.71 ab
FQ50-AF1-RC1-V100	9.28 abc	111.40 ab	6.44 ab	66.31 ab	176.71 ab
FQ100-AF0-RC0-V50	6.07 d	72.85 e	6.42 ab	66.11 ab	137.97 de
FQ100-AF0-RC0-V100	9.22 abc	110.59 ab	6.16 ab	62.88 ab	172.47 ab
FQ100-AF0-RC1-V50	9.97 ab	118.40 ab	7.08 a*	73.84 a*	189.42 a*
FQ100-AF0-RC1-V100	8.79 cd	105.44 ab	5.05 bc	49.58 cd	154.02 bc
FQ100-AF1-RC0-V50	6.70 d	80.36 cd	6.47 ab	66.68 ab	146.04 cde
FQ100-AF1-RC0-V100	7.03 d	82.63 cd	5.76 ab	58.67 ab	140.30 de
FQ100-AF1-RC1-V50	8.06 cd	94.75 abc	6.59 b	67.91 ab	161.66 ab
FQ100-AF1-RC1-V100	8.82 cd	107.02 ab	6.82 b	70.72 a	176.74 ab

Medias con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey con una $P < 0.05$. FQ=Fertilizante químico, AF= Ácidos fúlvicos, RC= Regulador de crecimiento, V= vermicomposta.

De acuerdo a las normas establecidas por la unión europea (DOUE, 2002), los frutos obtenidos en el periodo febrero-mayo; de acuerdo al diámetro ecuatorial, se clasifican como frutos calibre B (2.10-2.15 cm), y en el periodo junio-septiembre como frutos calibre C (2.5-2.9 cm). De acuerdo al peso, en el periodo febrero-mayo se clasifican como frutos calibre C (8-12 g), y en el periodo junio-septiembre en frutos calibre D (< 8 g).

CONCLUSIONES

En ambos periodos del experimento la fertilización orgánica-mineral mostró mejores resultados, en comparación con la fertilización orgánica, lo cual se atribuye a que la fertilización orgánica no fue suficiente para cubrir los requerimientos nutricionales de la planta para la producción de estolones y formación de frutos. Las diferencias de diámetro polar, ecuatorial y peso de fruto entre cada periodo del experimento se atribuyen a factores ambientales como fotoperiodo y termoperiodo, los cuales son cambiantes en cada periodo. Estos dos factores ambientales no fueron medidos en esta investigación por lo que para próximas investigaciones se recomienda tomar en cuenta estas variables.

LITERATURA CITADA

- Arancon, N., Edwards, C., Bierman, P., Welch, C. and J. Metzger, J. 2004. **Influence of vermicomposts on field strawberries: effect on growth and yields.** Bioresource Technology 93: 145–153.
- Arancon, N., Edwards, C. and Bierman, P. 2006. **Influences of vermicomposts on field strawberries: effects on soil microbial and chemical properties.** Bioresource Technology 97: 831–840.
- Armenta-Bojorquez, A., García-Gutierrez, C., Camacho-Báez, J., Apodaca-Sánchez, M., Gerardo-Montolla, L. y Nava-Pérez, E. 2010. **Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México.** Ra Ximhai. 6 (1): 51-56.
- Atiyeh, R., Lee, S., Edwards, C., Arancon, N. and Metzger, J. 2002. **The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth.** Bioresource Technology 84: 7-14.
- Bashan, Y., and Holguin, G. 1998. **Proposal for the division of plant growth- promoting rhizobacteria into two classifications: biocontrol PGPB (plant growth-promoting bacteria) and PGPB.** Soil Biol. Biochem. 30: 1225-1228.
- Eghball, B., D. Ginting and J. E. Gilley. 2004. **Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties.** Agronomy Journal 96: 442-447.
- Gaskell, M. 2004. **Nitrogen availability, supply and sources in organic row crops.** California Conference on Biological Control CCBC IV. Proceedings of California Organic Production and Farming in the New Millennium: A Research Symposium. International House, Berkeley, CA. p. 13-20.
- Hashemimajd, K., M. Kalbasi, A. Golchin, H. Shariatmandari. 2004. **Comparison of vermicompost and compost as potting media for growth of tomatoes.** In: Journal of Plant Nutrition. 27: 1107-1123.
- Kannangara, T., R.S. Utkhede, J. W. Paul y Z. K. Punja. 2000. **Effects of mesophilic and thermophilic composts on suppression of Fusarium root and stem rot of greenhouse cucumber.** Can. J. Microbiol. 46: 1021-1028.
- Klamkowski, K. and Treder, W. 2008. **Response to drought stress of three strawberry cultivars grown under greenhouse conditions.** Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. 16: 179-188.
- Lucy, M., Reed, E., Glick, B. R. 2004. **Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria.** Antonie Van Leeuwenhoek. 86: 1-25.
- Larson, K. D. 2000. **Comportamiento y manejo de la fresa: Desarrollados de programas de producción para máxima calidad y rendimiento en México.** pp. 7-21. En J. Z. Castellanos y F. Guerra O'Hart (eds). Memorias Simposium Internacional Fresa. Zamora, Michoacan, México.
- Litterick, A. M., L. Harrier, P. Wallace, C. A. Watson and M. Wood. 2004. **The role of uncomposted materials, composts, manures, and compost extracts in reducing pest and disease incidence and severity in sustainable temperate agricultural and horticultural crop production.** Critical Reviews in Plant Science, 23 (6): 453-479.
- Ma, Y., Zhang, J. Y., Wong, M. H. 2003. **Microbial activity during composting of anthracenecontaminated soil.** Chemosphere 55: 1505-1513.

- McGinnis, M., Warren, S., and Bilderback, T. 2004. **Vermicompost – Potential as Pine Bark Amendment for the Nursery. Nursery Short Course.** North Carolina State University. 8-10 pp.
- Moreno R. A., Valdés P. M. y Zarate L. T. 2005. **Desarrollo de tomate en sustratos de vermicompost/arena bajo condiciones de invernadero.** Agricultura Técnica 65 (1): 26-34.
- Morgan L. 2002. **Producción intensiva de fresa.** Productores de Hortalizas 11 (8): 14-17.
- Pereira, M. G. and Zezzi-Arruda, M. A. 2003. **Vermicompost as a natural adsorbent material: Characterization and potentialities for cadmium adsorption.** Journal of the Brazilian Chemical Society 14 (1): 39-47.
- Planes L. M., Calderón A. J., Terry L. A., Figueroa S. I., Utria B. E. y Abadis L. 2004. **La biofertilización como herramienta biotecnológica de la agricultura sostenible.** Revista Chapingo Serie Horticultura 10 (1): 5-10.
- DOUE. Diario Oficial de la Unión Europea. 2002. **Reglamento (CE) no 843/2002 de la Comisión, de 21 de mayo de 2002 por el que se establecen las normas de calidad para las cerezas y para las fresas.**
- Rajbir, S., R. Sharma, Satyendra K., R. K. Gupta, R. T. Patil. 2008. **Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (Fragaria x ananassa Duch.).** Bioresource Technology 99: 8507–8511
- SAGARPA. 2009. **Sistema de Información Agropecuaria de Consulta – SIACON,** en línea <http://www.sagarpa.gob.mx>, consultada el 4 de febrero de 2011
- SAS version 9.0. **SAS, Institute Inc.,** Cary NC., USA.
- Taylor D. R. 2002. **The physiology of flowering in strawberry.** Acta Horticulturae 567: 245-251.
- Welke, S. E. 2004. **The effect of compost extract on yields of strawberries and the severity of Botrytis cinerea.** Journal of Sustainable Agriculture 25 (1): 57-68.

Carlos Osvaldo Romero-Romano

Programa en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Km 125.5 Carr. Fed. Méx.-Pue. C.P. 72760, Puebla, Pue. Apartado Postal 2-12, Colonia la Libertad C.P. 72130.

Juventino Ocampo-Mendoza

Programa en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Km 125.5 Carr. Fed. Méx.-Pue. C.P. 72760, Puebla, Pue. Apartado Postal 2-12, Colonia la Libertad C.P. 72130.

Engelberto Sandoval-Castro

Programa en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Km 125.5 Carr. Fed. Méx.-Pue. C.P. 72760, Puebla, Pue. Apartado Postal 2-12, Colonia la Libertad C.P. 72130.

J. Refugio Tobar-Reyes

Facultad de Ingeniería Agrohidráulica. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Domicilio conocido, San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla.