

Evaluación de sustratos y genotipos en la germinación de *Jatropha* con potencial comestible (*Jatropha* spp.)*

Evaluation of substrates and genotypes in germination of *Jatropha* (*Jatropha* spp.) with edible potential

Antolín Silvestre Martiñón Martínez^{1§} y Abisaí Aragón Sánchez¹

¹Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros-Ingeniería en Biotecnología Agrícola. Prolongación Reforma Núm. 168, Barrio de Santiago Mihuacán, Izúcar de Matamoros, Puebla. C. P. 74420. Tel. 012434363894. (yimi_cla@hotmail.com) [§]Autor para correspondencia: nirvanmx@yahoo.com.mx.

Resumen

La *Jatropha* es un cultivo que ha cobrado auge a nivel mundial por la producción de biocombustible; sin embargo, solo en México existen genotipos comestibles que resaltan por su alto valor nutricional, como es el caso de la Mixteca Poblana, que posee un alto potencial para el cultivo de *Jatropha*. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar cuatro sustratos (50% composta+ 50% arena, 50% composta + 50% tezontle, 50% composta + 50% tierra de monte y 100% composta) en la germinación de tres genotipos (Tehuiztingo, Champusco y Totoltepec) de *Jatropha*. El experimento se estableció en 2013 en el campo experimental de la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros (UTIM). Se utilizó el diseño experimental bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas. Resultó que los sustratos 100% composta y 50% composta + 50% tierra de monte, presentaron mayor porcentaje de germinación, menos días a emergencia y mayor peso seco de parte aérea, además. En genotipos presentaron diferencias significativas las variables: porcentaje de germinación, peso seco de la parte aérea y raíz y peso fresco de la parte aérea. Se concluye que el mejor sustrato es el que utilizó 100% composta y el genotipo más sobresaliente el Totoltepec.

Palabras clave: Totoltepec, composta, investigación, variable.

Abstract

Jatropha is a crop that has taken off globally for biofuel production; however, only in Mexico are edible genotypes that stand out for their high nutritional value, such as the Mixteca Puebla, which has high potential for growing *Jatropha*. The present study aimed to evaluate four substrates (50% compost + 50% sand, 50% compost + 50% tezontle, 50% compost + 50% forest soil and 100% compost) on the germination of three genotypes (Tehuiztingo, Champusco and Totoltepec) *Jatropha*. The experiment was established in 2013 in the experimental field of the Technological University of Izúcar de Matamoros (UTIM). The experimental randomized complete block design arranged in split plots was used. It turned out that the substrates 100% compost and compost 50% + 50% forest soil, it showed higher germination percentage, fewer days to emergence and increased dry weight of aerial part, too. Genotypes showed significant differences in the variables: percentage of germination, dry weight of shoot and root fresh weight of the aerial part. We conclude that the best substrate which is used 100% compost and the Totoltepec outstanding genotype.

Keywords: Totoltepec, composting, research variable.

* Recibido: febrero de 2014
Aceptado: julio de 2014

Introducción

La *Jatropha*, es un género de la familia Euphorbiaceae que cuenta con 175 especies, 45 de ellas se encuentran en México, donde 77% son endémicas (Martínez *et al.*, 2002). En Puebla se encuentran 11 especies distribuidas principalmente en la Sierra Norte de Puebla y la Mixteca Poblana, todas endémicas de México, con excepción de *Jatropha curcas*, que llega hasta Centro y Sudamérica (Rodríguez *et al.*, 2009).

En México, la planta se encuentra en forma silvestre en diversos estados de la república mexicana, como Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Yucatán, Quintana Roo, Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Sinaloa, Sonora, Puebla, Hidalgo y Morelos, y sólo es utilizada de manera tradicional por los pobladores de la región de Papantla, Veracruz, la Huasteca Hidalguense y la Sierra de Puebla en la preparación de diferentes platillos como tamales, pollo en pipián (mezclado con semillas de calabaza y ajonjolí), con huevo o simplemente tostada en comal. Sólo en México existen variedades denominadas como “no tóxicas” (comestibles), pues no presentan los ésteres de forbol, responsables de la toxicidad, por lo que es posible su empleo en la alimentación humana y animal (Martínez, 2009). Estudios realizados en *Jatropha* comestible de poblaciones del estado de Quintana Roo (Makkar *et al.*, 1998), mostraron un alto contenido nutricional: 27 a 30% de proteína y 55 a 62% de lípidos.

Puebla es uno de los estados con mayor potencial (principalmente en la Mixteca Poblana), como lo muestran estudios realizados por la organización londinense Global Exchange for Social Investment (GEXSI), realizados en mayo de 2008 (Martínez, 2009).

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Rosario Izapa municipio de Tuxtla Chico, en el estado de Chiapas, es pionero en la generación de tecnología para la producción de *Jatropha*: propagación, siembra, poda, fertilización, variedades mejoradas y manejo del cultivo en general (Zamarripa *et al.*, 2011). Sin embargo, es importante generar tecnología de producción apropiada a las condiciones ambientales de la Mixteca Poblana, y posteriormente transferirla para promover su cultivo. Un primer intento de generación de tecnología, es el estudio de la germinación de *Jatropha*. Al respecto Oyuela *et al.* (2012), asegura que independientemente del método de siembra que se elija, es indispensable realizar pruebas de germinación

Introduction

Jatropha is a genus of the Euphorbiaceae family that has 175 species, 45 of them are in Mexico, where 77% are endemic (Martínez *et al.*, 2002). In Puebla, there are 11 species distributed mainly in the Sierra Norte de Puebla and the Mixteca Puebla, all endemic to Mexico, with the exception of *Jatropha curcas*, which goes to Central and South America (Rodríguez *et al.*, 2009).

In Mexico, the plant is found wild in various states of the Mexican Republic, as Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Yucatán, Quintana Roo, Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Sinaloa, Sonora, Puebla, Hidalgo and Morelos, and only is used traditionally by the people of the region of Papantla, Veracruz, the Hidalgo Huasteca and Sierra de Puebla in preparing different dishes like tamales, chicken pipián (mixed with pumpkin seeds and sesame seeds), with egg or just Toast on griddle. Only in Mexico there are varieties referred to as “non-toxic” (edible), for not present phorbol esters, responsible for the toxicity, so it is possible to use in food, feed and (Martínez, 2009). Studies in edible *Jatropha* population of Quintana Roo (Makkar *et al.*, 1998), showed a high nutritional content: 27-30% protein and 55-62% fat.

Puebla is one of the states with the greatest potential (mainly in the Mixteca Puebla), as shown by studies conducted by the London-based Global Exchange for Social Investment (GEXSI), conducted in May 2008 (Martínez, 2009).

The National Research Institute of Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP), Field Experimental Rosario Izapa, in the state of Chiapas, Tuxtla Chico Township is a pioneer in the creation of technology for the production of *Jatropha*: propagation, planting, pruning, fertilizing, improved varieties and crop management in general (Zamarripa *et al.*, 2011). However, it is important to generate production technology appropriate to the environmental conditions of the Mixteca Puebla, and then transfer it to promote their culture. A first attempt to generate technology, is the study of *Jatropha* germination. Regard Oyuela *et al.* (2012), says that regardless of planting method you choose, it is essential to conduct germination tests in advance for the amount of seed to be sown. This practice is important to avoid excessive replantings, in the final field and nursery, and misuse of pesticides.

Regarding substrates, Bartoli (2008) argues that the ideal substrate for germination of *Jatropha* is sawdust and seeds for germination should preferably be freshly harvested or have

para conocer con antelación la cantidad de semilla que se debe sembrar. Esta práctica es importante para evitar resiembras excesivas, tanto en el campo definitivo como en viveros, y el uso indebido de pesticidas.

En relación a sustratos Bartoli (2008), argumenta que el sustrato idóneo para la germinación de *jatropha* es el aserrín y que las semillas para su germinación preferiblemente deben ser recientemente cosechadas o que hayan sido conservadas bajo condiciones adecuadas de temperatura y humedad máximo 3 meses, libres de enfermedades, daños mecánicos e insectos. Utilizando semillas la propagación puede tener dos variantes, dependiendo del porcentaje de germinación. Cuando la semilla tiene un porcentaje menor al 80%, lo más adecuado es utilizar germinadores para colocar en la bolsa solamente las plántulas germinadas. Cuando la semilla tiene más de 80% de germinación, no es necesario utilizar el germinador, es viable sembrar directamente en la bolsa o en el campo. Oyuela *et al.* (2012), argumenta que el poder germinativo de la semilla de piñón disminuye fuertemente a partir de los seis meses, por ello es importante utilizar semilla con poco tiempo de almacenamiento y tiene que almacenar regulando la humedad a 10% y una temperatura que fluctúe entre los 18 y 24 °C.

Gómez *et al.* (2013), en un estudio realizado en la germinación de lulo (*Solanum quitoense* Lamarck.), especie que se intercala con el cultivo del café, donde evaluaron tres diferentes combinaciones de composta de cachaza y turba (T1, 40:60; T2, 60:40; T3, 80:20), los resultados mostraron que se obtiene mayor porcentaje de germinación (89%), cuando se tiene la mezcla 80% composta y 20% turba, también esta combinación mostró la mayor longitud de raíz (12.11 cm), los tratamientos 1 y 2 mostraron mayor altura de planta y diámetro de tallo.

En un estudio realizado por Fúnez *et al.* (2009), evaluaron sustratos en germinación y desarrollo de plántula de *jatropha*. Como sustratos se utilizó composta realizada a partir de diferentes residuos y combinaciones de materiales de *jatropha* (pulpa, cascarilla, madera y ramas), también evaluaron suelo y turba y resultó que la mezcla pulpa-cascarilla-madera, obtuvo el mayor porcentaje de germinación (50%) a los 14 días; la combinación rama-cascarilla-madera, mostró mayor altura de planta (15.8 cm), diámetro de tallo (0.7 cm) y mayor número de hojas por planta (2.3 hojas), cabe señalar que la turba tuvo valores sobresalientes en peso fresco de hoja, raíz y peciolo.

been stored under appropriate conditions of temperature and humidity up to 3 months free of disease, insect and mechanical damage. Using seed propagation may have two variants, depending on the percentage of germination. When the seed has a percentage lower than 80%, it is best to place using germination held only germinated seedlings. When the seed has more than 80% germination, it is not necessary to use the seeder is feasible sown directly into the bag or in the field. Oyuela *et al.* (2012) argues that the germination of the seed rack decreases markedly in six months, so it is important to use seed with little storage time and have to store regulating humidity to 10% and temperatures fluctuate between 18 and 24 °C.

Gómez *et al.* (2013), in a study on the germination of naranjilla (*Solanum quitoense* Lamarck), a species that is sandwiched with coffee cultivation, where they evaluated three different combinations of compost and peat cachaça (T1, 40:60; T2, 60:40; T3, 80:20), the results showed that higher germination percentage (89%) is obtained, when the mixture has 80% and 20% peat compost, this combination also showed the highest root length (12.11 cm), treatments 1 and 2 showed higher plant height and stem diameter.

In a study by Fúnez *et al.* (2009) evaluated substrates in germination and seedling development of *jatropha*. As compost substrates made from different waste materials and combinations of *jatropha* (pulp, husk, wood and branches) was used, soil and peat also evaluated and proved that the pulp-wood-scale, mixed scored the highest percentage of germination (50%) at 14 days; combining branch-husk-wood, showed higher plant height (15.8 cm), stem diameter (0.7 cm) and greater number of leaves per plant (2.3 leaves), note that the mob had outstanding values in fresh weight of leaf, root and petiole.

Based on the above, the objective of this research was to evaluate the effect substrates (prepared with compost) on morphological and germination *jatropha* genotypes with edible potential variables.

Materials and methods

The research was conducted in the experimental field of the University of Technology of Izúcar de Matamoros, located south of the state of Puebla and geographically

Con base en lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto sustratos (elaborados con composta) en variables morfológicas y de germinación en genotipos de *jatropha* con potencial comestible.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en el campo experimental de la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, localizado al sur del estado de Puebla y geográficamente en las coordenadas 18° 36' latitud norte, y 98° 28' longitud oeste, a una altitud próxima de 1 300 m (INEGI, 2009).

Se emplearon semillas de tres genotipos de *jatropha* comestible, colectados en tres municipios de la Mixteca Poblana (Tehuizingo, Champusco y Totoltepec), por lo que se procedió a nombrarlos de acuerdo al municipio donde se colectaron, con una edad aproximada de 16 meses, y seleccionadas de manera homogénea (en promedio con 17 mm de longitud). Los sustratos utilizados fueron: composta, elaborada en la UTIM, tierra de monte proveniente de un cerro cercano al municipio de Amayuca Morelos; arena de río proveniente de una barranca del municipio de Amayuca y Tezontle proveniente de una mina cercana al municipio de Puebla. La composta fue elaborada con la acumulación de 6 a 7 capas de los siguientes materiales: residuos agrícolas (capa de 20 cm, principalmente de pastos y residuos de maíz), estiércol bovino fresco (capa de 0.3 cm) y una capa de suelo de 0.05 cm; posteriormente se cubrió la composta con un plástico transparente durante 45 días, se aplicaron tres riegos durante este lapso para mantener la humedad constante y temperatura no mayor a 60 °C, finalmente se realizaron volteos diarios de la composta durante una semana, en promedio el proceso se llevó a cabo en 68 días.

En los sustratos se utilizó un tamaño de partícula menor o igual a un centímetro, los cuales fueron previamente desinfectados por solarización, para evitar problemas con enfermedades; las combinaciones establecidas de sustratos fueron: composta sola, composta con tezontle, composta con arena de río y composta con tierra de monte, en proporción 1:1. Se realizó un análisis fisicoquímico de la composta y las mezclas que se generaron de la misma, en el laboratorio de análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la especialidad en Procesos Alimentarios de la UTIM. El análisis de sustratos mostró que la composta sola posee mayor contenido de potasio, fósforo Olsen, cobre, zinc, calcio y sodio (Cuadro 1). La composta con

at coordinates 18° 36 'north latitude and 98° 28' west longitude, to a next altitude of 1 300 m (INEGI, 2009).

Seeds of three genotypes of edible *jatropha*, collected in three towns in the Mixteca Puebla (Tehuizingo, Champusco and Totoltepec), so we proceeded to name them according to the municipality where they were collected, aged 16 months and uniformly selected (average 17 mm in length). The substrates used were: compost, made in UTIM, forest soil from a nearby hill town of Morelos Amayuca; river sand from a gully Amayuca and Tezontle from a mine near the town of Puebla. The compost is derived from the accumulation of 6-7 layers of the following materials: agricultural residues (layer 20 cm, mainly grass and corn stover), fresh cattle manure layer (0.3 cm) and a soil layer 0.05 cm; then the compost with clear plastic for 45 days covered, three irrigations were applied during this period to maintain constant humidity and temperature not exceeding 60 °C, finally compost were conducted for a week, on average the process was carried out in 68 days.

Substrates in a size less than or equal to one centimeter of particle is used, which were disinfected by solarization, to avoid problems with disease; combinations of substrates were established: one compost, compost tezontle compost river sand and compost forest soil, 1:1. A physicochemical analysis of the compost and mixtures thereof were generated in the laboratory of physico-chemical and microbiological analysis of the specialty on Food Processes UTIM was performed. Analysis of substrates showed that compost alone has more potassium, phosphorus Olsen, copper, zinc, calcium and sodium (Table 1). The compost has the lowest tezontle element values compared with compost alone and compost with forest soil, but above the compost-sand mixture, the latter scored the lowest values in elements, but in pH (7.66) exceeds One compost and compost-forest soil, compost-mix finally forest soil excels in organic matter content (14.96%) and magnesium (18.1 mmol 100g⁻¹).

The seedlings used for the evaluation of substrates and genotypes were constructed with cement material, which formed a rectangular barrier with dimensions of 50 * 90 cm for each treatment (four seedlings).

The planting of *jatropha* is held on April 17, 2013. Design randomized complete block on large plot was used, arranged in split plots and three replications (treatment) the

tezontle posee los valores más bajos de elementos comparado con composta sola y composta con tierra de monte, pero superiores a la mezcla composta-arena, este último obtuvo los valores más bajos en elementos, sin embargo en pH (7.66) supera a composta sola y composta-tierra de monte, finalmente la mezcla composta-tierra de monte sobresale en contenido de materia orgánica (14.96%) y magnesio (18.1 mmol 100 g⁻¹).

Los semilleros utilizados para la evaluación de sustratos y genotipos fueron contruidos con material de tabicón de cemento, los cuales formaron una barrera rectangular con dimensiones de 50 * 90 cm por cada tratamiento (cuatro semilleros).

La siembra de *jatropha* se llevó a cabo el 17 de abril de 2013. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con arreglo en parcelas divididas y tres repeticiones, en parcela grande (tratamiento) se colocó el sustrato evaluado y genotipo en parcela pequeña (subtratamiento), con un total de doce combinaciones (Cuadro 2). En la siembra se colocaron 90 semillas por cada semillero o tratamiento, las cuales fueron distribuidas de la siguiente manera, treinta semillas de cada genotipo por bloque, seccionadas en tres lotes de 10 semillas (cada lote formó la unidad experimental). En los subtratamientos se emplearon semillas de *jatropha* de tres genotipos comestibles: Tehuiztingo, Champusco y Totoltepec. Se realizaron riegos diarios por la mañana utilizando 7 L de agua por parcela.

Respecto a las variables, el porcentaje de germinación se evaluó a los 15 días después de la siembra, la variable días a emergencia se evaluó a partir de los 7 días y hasta los 15 días después de la siembra. Las variables peso seco de la parte aérea (hoja y tallo), peso seco de raíz, peso fresco de la parte aérea y peso fresco de raíz se evaluaron a los treinta días después de la siembra. Las variables: diámetro de tallo, altura de planta, longitud de raíz y longitud de hoja fueron evaluados en dos periodos, el primero a los 20 días después de la siembra y el segundo a los 30 días después de la siembra.

Para el secado de muestras se utilizó una estufa de secado (Scorpion Scientific). Las muestras se colocaron en papel de estraza durante ocho días a una temperatura de 80 °C.

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System for Windows 9). Se realizó un análisis de varianza para establecer significancia de variables y su interacción, además se realizaron pruebas de comparación de medias por Tukey ($p \leq 0.05$).

evaluated substrate and genotype in small plot was placed (undertreatment), with a total of twelve combinations (Table 2). Planting 90 seeds were placed on each seedling or treatment, which were distributed as follows thirty seeds of each genotype per block, sectioned into three lots of 10 seeds (each batch formed the experimental unit). Tehuiztingo, Champusco and Totoltepec in sub-treatments *jatropha* seeds of edible genotypes were used. Daily irrigations were performed in the morning using 7 L of water per plot.

Cuadro 1. Análisis fisicoquímico de los sustratos utilizados en la germinación de *jatropha* con potencial comestible.

Table 1. Physico-chemical analysis of the substrates used in the germination of *jatropha* with edible potential.

Índice	Sustrato			
	Comp +AR	Comp +Tez	Comp +TM	Composta
pH	7.66	7.66	7.15	7.55
CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	1163	1408	1687	2673
Materia orgánica (%)	7.15	6.26	14.96	10.76
Sodio (mmol 100 g ⁻¹)	0.85	1.01	3.16	3.91
Potasio (mmol 100 g ⁻¹)	5.35	8.22	12.02	18.79
Calcio (mmol 100 g ⁻¹)	12.63	14.49	21.15	21.24
Magnesio (mmol 100 g ⁻¹)	10.28	10.17	18.1	16.8
Nitrógeno total (%)	1.48	1.08	1.58	1.48
Cobre (mg kg ⁻¹)	0.52	0.74	0.5	1.29
Hierro (mg kg ⁻¹)	15.22	22.74	26.98	27.86
Zinc (mg kg ⁻¹)	5.82	9.98	15.6	26.88
Fósforo Olsen (mgP kg ⁻¹)	236.64	257.87	293.01	530.08

Comp= composta; Tez= tezontle; TM= tierra de monte; AR= arena de río; CE= conductividad eléctrica.

Cuadro 2. Tratamientos y subtratamientos evaluados en la germinación de *jatropha* con potencial comestible.

Table 2. Treatments and sub-treatments evaluated in the germination of *jatropha* with edible potential.

Tratamientos (sustratos)	Subtratamientos (genotipos)
T1= 50% composta + 50% arena de río	G1 Tehuiztingo
T2= 50% composta + 50% tezontle	G2 Champusco
T3= 50% composta + 50% tierra de monte	G3 Totoltepec
T4= 100% composta	

Resultados y discusión

Cuadrados medios y nivel de significancia de las fuentes de variación porcentaje de germinación, días a emergencia, peso seco y fresco de raíz y parte aérea de *jatropha* con potencial comestible.

El análisis de varianza (Cuadro 3), mostró diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$), en todas las variables respecto a sustrato, lo cual indica el efecto determinante que tienen los sustratos en las variables: días a emergencia, peso seco de parte aérea, peso seco de raíz y peso fresco de parte aérea, ya que estas variables presentaron valores significativos en el análisis de varianza. Los genotipos presentaron significancia en tres variables: porcentaje de germinación, peso seco de parte aérea y raíz y peso fresco de parte aérea, lo anterior se explica en base a que la constitución genética es decisiva en la variación del desarrollo de la plántula.

Regarding the variables, the percentage of germination was assessed at 15 days after sowing, the variable days to emergence was assessed after 7 days and up to 15 days after sowing. The dry weight of the aerial parts (leaf and stem), root dry weight, fresh weight of shoot and root fresh weight variables were assessed within thirty days after sowing. The variables: stem diameter, plant height, root length and leaf length were evaluated in two periods, the first 20 days after planting and the second at 30 days after sowing.

For drying the samples a drying oven (Scorpion Scientific) was used. The samples were placed in brown paper for eight days at a temperature of 80 °C.

For statistical analysis, the statistical package SAS (Statistical Analysis System for Windows 9) was used. An analysis of variance was performed to establish significance of variables and their interaction also means comparison tests by Tukey ($p \leq 0.05$) were performed.

Cuadro 3. Cuadrados medios y nivel de significancia de las fuentes de variación porcentaje de germinación, días a emergencia, peso seco y fresco en raíz y parte aérea de *jatropha* con potencial comestible.

Table 3. Squares means and significance level sources of variation germination percentage, days to emergence, fresh and dry weight of root and aerial part of *jatropha* with edible potential.

Fuente de variación	G (%)	DAE	PSA (g)	PSR (g)	PFA (g)	PFR (g)
Sus	400*	321**	0.85**	0.002**	66.14**	0.044*
Bloque	19.4	0.097	0.0008	0.0005	0.87	0.004
Gen	719.4*	0.09	0.697**	0.001*	27.26**	0.007
Error a	161.11	0.067	0.128	0.0001	1.48	0.004
Sus*gen	97.22	354	0.083	0.00007	2.04	0.001
Error b	117.59	0.162	0.048	0.0002	2.86	0.008
CV (%)	12.35	3.87	17.89	20.99	18.08	20.96

*, ** significancia al 0.05 nivel de probabilidad respectivamente; SUS= sustrato; GEN= genotipo; CV= coeficiente de variación; G= porcentaje de germinación; DAE= días a emergencia; PSA= peso seco parte aérea; PSR= peso seco de raíz; PFA= peso fresco aéreo; PFR= peso seco de raíz.

Porcentaje de germinación

Se observaron diferencias estadísticas significativas, con respecto a porcentaje de germinación en sustratos: el tratamiento 50% comp + 50% tm (tierra de monte), presentó el mayor porcentaje de germinación (95.5%), seguido de 100% composta (91.1%) y resultaron con menor porcentaje de germinación, los sustratos 50% comp + 50% AR (arena de río) y 50% comp + 50% tez. Por lo anterior el mejor sustrato fue la composta sola por su alto porcentaje de germinación (Cuadro 4). Respecto de subtratamientos, el genotipo Tehutzingo presentó mayor porcentaje de germinación, posiblemente por la sensibilidad a las altas temperaturas, ya que su procedencia es de clima cálido. Los subtratamientos mostraron diferencias estadísticas significativas, el genotipo

Results and discussion

Mean squares and significance level sources of variation germination percentage, days to emergence, fresh and dry weight of root and aerial part of *jatropha* with edible potential.

Analysis of variance (Table 3) showed statistically significant differences ($p \leq 0.05$) in all variables to substrate, indicating the determining effect on substrates having variable: days to emergence, dry weight of aerial part, root dry weight and fresh weight of the aerial parts, as these variables were significantly correlated in the analysis of variance. The genotypes showed significance in three variables: percentage of germination,

Tehuiztingo mostró el valor más alto de germinación (94.16%), mientras que los genotipos Totoltepec (90%) y Champusco (79%) fueron estadísticamente iguales.

dry weight of shoot and root fresh weight of aerial part, it is explained on the basis that the genetic constitution is decisive in the variation of seedling development.

Cuadro 4. Efecto de sustratos en la germinación, días a emergencia, peso seco y peso fresco en jatropha con potencial comestible.
Table 4. Effect of substrates on germination, days to emergence, fresh weight and dry weight in jatropha with edible potential.

Tratamiento	G (%)	DAE	PSA (g)	PSR (g)	PFA (g)	PFR (g)
T1	82.22 b	10.47 b	0.96 c	0.08 b	8 bc	0.43 ab
T2	82.22 b	11.21 a	1.01 c	0.16 a	10.08 ab	0.38 b
T3	95.55 a	9.27 b	1.31 b	0.07 b	12.79 a	0.41 b
T4	91.11 ab	9.9 b	1.62 a	0.07 b	6.54 c	0.54 a
HSD	13.31	0.61	0.25	0.02	2.1	0.12

G= porcentaje de germinación; DAE= días a emergencia; PSA= peso seco parte aérea, PSR= peso seco de raíz, PFA= peso fresco aéreo; PFR= peso seco de raíz; HSD= diferencia mínima significativa. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Es relevante señalar que los genotipos Tehuiztingo y Totoltepec tuvieron los valores más altos en germinación posiblemente por provenir de clima cálido y el genotipo Champusco procedió de un clima más templado lo que explica su germinación más tardía (Cuadro 5). Cabe señalar que Batin (2011) y Budi *et al.* (2012), demostraron que un factor importante en la germinación de jatropha, está definido por el estado de madurez a la hora del corte, ya que cuando el fruto se corta en un color amarillo oscuro se obtiene el mayor porcentaje de germinación. Sin embargo el genotipo también es un factor importante de variación (Islam *et al.*, 2009) y la edad de la semilla (Moncaleano *et al.*, 2013).

Germination

Statistically significant differences were observed with respect to germination percentage substrates: treatment 50% comp + 50% mt (forest soil), had the highest germination percentage (95.5%), followed by 100% compost (91.1%) and resulted in lower germination percentage, 50% substrates comp + 50% AR (river sand) and 50% + 50% comp complexion. Therefore the best substrate was the only compost for their high germination percentage (Table 4). Regarding sub-treatments, Tehuiztingo genotype had higher germination percentage, possibly by sensitivity to

Cuadro 5. Efecto de los genotipos en días a emergencia, peso seco y peso fresco en la germinación de jatropha con potencial comestible.

Table 5. Effect of genotypes on days to emergence, dry weight and fresh weight in jatropha germination with edible potential.

Subtratamiento	G (%)	DAE	PSA (g)	PSR (g)	PFA (g)	PFR (g)
Tehuiztingo	94.16 a	10.33 a	0.95 b	0.05 b	7.79 b	0.41 a
Champusco	79.16 b	10.35 a	1.33 c	0.08 ab	9.47 a	0.44 a
Totoltepec	90 a	10.49 a	1.4 a	0.09 a	10.8 a	0.46 a
HSD	10.28	0.47	0.2	0.01	1.62	0.09

G= porcentaje de germinación; DAE= días a emergencia; PSA= peso seco aéreo; PSR= peso seco de raíz; PFA= peso fresco aéreo; PFR= peso seco de raíz; HSD= diferencia mínima significativa. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Días a emergencia

La variable días a emergencia, presentó diferencias estadísticas significativas en sustratos, no así en relación a genotipos (Cuadro 4 y 5). El sustrato 100% Composta, presentó menor días de germinación (9.90), no mostrando diferencias significativas con el tratamiento 50% comp + 50% tm, los tratamientos 50% comp + 50% tez y 50% comp + 50% AR, lo que confirma la viabilidad de utilizar la composta

high temperatures, since its origin is warm weather. Sub-treatments showed statistically significant differences, Tehuiztingo genotype showed the highest germination value (94.16%), while Totoltepec (90%) and Champusco (79%) genotypes were statistically equal.

It is relevant to note that Tehuiztingo and Totoltepec genotypes had the highest values for germination possibly come from warm weather and genotype Champusco came

sin mezclar con otro sustrato, para germinar la semilla de *jatropha*. Por otro lado Islam *et al.* (2009) menciona que para reducir los días a germinación a 5 o 6 días, es importante realizar un tratamiento de humedecimiento de la semilla por 72 h en papel filtro. En subtratamientos, el genotipo que presentó menos días a germinación fue el genotipo Tehuiztingo, probablemente a la sensibilidad a las altas temperaturas. Sin embargo los genotipos Champusco y Totoltepec, no presentaron diferencias estadísticas significativas, al respecto, otra opción importante para reducir días a germinación es la propuesta por Noda y Castañeda (2012), quienes encontraron que al utilizar biofertilizante a base de micorrizas se acelera hasta por 5 días la germinación de *jatropha*.

Peso seco parte aérea

Se observaron diferencias estadísticas significativas en peso seco de la parte aérea (tallo y hoja) respecto a tratamientos y subtratamientos (Cuadro 4 y 5). En sustratos, el tratamiento 100% composta, presentó mayor peso seco de la parte aérea (1.62 g), seguido del tratamiento 50% comp + 50% TM. Se atribuye al sustrato 100% composta, su alto valor en peso seco por su gran disponibilidad de nutrientes asimilables, su buena concentración de ácidos húmicos y relación adecuada de carbono nitrógeno, los cuales están influenciadas por el tiempo de humificación de la composta (González *et al.*, 2005). En el mismo sentido Salas y Ramírez (2001), en una investigación realizada con la aplicación de abonos orgánicos en chile dulce y tomate encontraron que al aplicar composta a una dosis de 0.43 kg planta⁻¹, aumenta el peso seco de la parte aérea 100% en chile dulce y 200% en tomate.

En subtratamientos, hubo diferencias estadísticas significativas, el genotipo Totoltepec presentó mayor peso seco (1.4 g), seguido del genotipo Champusco y el más bajo el genotipo Tehuiztingo, cabe señalar que, al genotipo Totoltepec destaca por su gran vigorosidad y capacidad de adaptación a esta región, a pesar de que proviene de una región más calurosa.

Peso seco de raíz

Se observaron diferencias estadísticas significativas en peso seco de raíz, en sustratos y genotipos (Cuadro 4 y 5). Con respecto a sustratos, el tratamiento 50% comp + 50% tez, presentó mayor peso seco de raíz (0.16 g), seguido del tratamiento 50% composta + 50% AR y con menor peso seco los tratamientos: 100% composta y 50% comp + 50% TM. Cabe señalar que el tratamiento 50% comp + 50% tez, presentó mayor peso seco de raíz, debido a que los espacios entre el

from a more temperate climate which explains its late germination (Table 5). Note that Batin (2011) and Budi *et al.* (2012) showed that an important factor *jatropha* germination, is are defined by the state of maturity when cut, because when the fruit is cut in a dark yellow the highest germination percentage was obtained. However, the genotype is also an important factor of variation (Islam *et al.*, 2009) and the age of the seed (Moncaleano *et al.*, 2013).

Days to emergence

The variable days to emergence, presented statistically significant differences in substrates, but not in relation to genotypes (Table 4 and 5). 100% compost, substrate showed less days of germination (9.90), showing no significant differences with treatment 50% comp + 50% tm, treatments 50% comp + 50% skin and 50% comp + 50% AR, which confirms the feasibility of using compost, not mixed with other growing medium to germinate the seeds of *jatropha*. Furthermore Islam *et al.* (2009) mentioned that to reduce the days to germination at 5 or 6 days, it is important to wetting treatment seed for 72 h on filter paper. In sub-treatments, genotype had fewer days to germination was Tehuiztingo genotype likely to sensitivity to high temperatures. However Champusco and Totoltepec, genotypes showed no statistically significant differences in this regard, another important way to reduce days to germination option is proposed by Noda and Castaneda (2012), who found that using biofertilizer based mycorrhizae speeds up 5 days germination.

Aerial part, dry weight

Statistically significant differences in dry weight of the aerial part (stem and leaf) for treatments and sub-treatments (Table 4 and 5) were observed. Substrates, 100% compost treatment, had higher dry weight of aerial parts (1.62 g), followed by treatment 50% comp + 50% mt. Is attributed to the substrate 100% compost, high value dry weight by its large availability of assimilable nutrients, good concentration of humic and proper ratio of nitrogen carbon, which are influenced by the time of humification of compost (González *et al.*, 2005). Similarly, Salas and Ramírez (2001), in research on the application of organic fertilizers in sweet pepper and tomato found that applying compost at a rate of 0.43 kg plant⁻¹, they increased the dry weight of the aerial part 100% in sweet pepper and tomato 200%.

tezontle permite aereación a la raíz y mayor crecimiento. Contrastando resultados, Hamim *et al.* (2011), encontraron mayor peso seco de raíz en planta, cuando la *jatropha* es producida en suelos andosoles con alto contenido de materia orgánica, en comparación a suelos pedregosos o arcillosos.

En esta investigación los cuatro tratamientos utilizados tenían alto contenido de materia de orgánica (superior a 6%), por lo que favoreció el crecimiento radical. En subtratamientos se registraron diferencias estadísticas significativas; el genotipo Totoltepec presentó mayor peso seco de raíz, seguido del genotipo Champusco, y con menor peso el genotipo Tehuiztingo. Los resultados muestran que el mejor genotipo fue el Totoltepec que tiene gran capacidad de adaptación a esta región. Sin embargo, es importante evaluar su desarrollo en las siguientes etapas fenológicas hasta la fructificación para definir su viabilidad como genotipo a cultivar.

Peso fresco de parte aérea

La variable peso fresco de la parte aérea mostro diferencias estadísticas significativas en sustratos y genotipos (Cuadro 4). Los tratamientos con mayor peso fresco de la parte aérea fueron: 50% comp + 50% tez y 50% comp + 50% TM, resultados similares al peso seco de la parte aérea. Sin embargo, el tratamiento 50% comp + 50% TM, generó mayor peso fresco que los demás tratamientos. En contraste a los resultados encontrados por Bárbaro *et al.* (2011), en un experimento realizado con composta de ave de corral (CAC), composta de pino (CP) y tierra de monte (TM), aplicados en diferentes proporciones en plántulas de coral (*Salvia splendens*), cuando se mezcla la proporción 20% CAC + 40% CP + 40% TM, se obtiene el mayor peso fresco de la parte aérea, muy similar al efecto del sustrato comercial. Lo anterior muestra la influencia positiva en el peso fresco de parte aérea al utilizar la tierra de monte mezclada con composta. En subtratamientos, el genotipo Totoltepec generó mayor peso fresco de la parte aérea, seguido del genotipo Champusco y con menor peso fresco el genotipo Tehuiztingo, cabe señalar que el genotipo Totoltepec presenta el mayor valor en la mayoría de las variables evaluadas.

Peso fresco de raíz

La variable peso fresco de raíz mostró diferencias estadísticas significativas en tratamientos, sobresale el tratamiento 100% composta con 0.54 g, seguido del tratamiento 50% composta + 50% AR y con menor peso fresco e igual significancia estadística los tratamientos: 50% comp + 50% tez y 50% comp

In sub-treatments, no statistically significant differences, genotype Totoltepec showed higher dry weight (1.4 g), followed by genotype Champusco and lowest genotype Tehuiztingo be noted that genotype Totoltepec notable for its vigor and ability to adapt to this region, despite coming from a warmer region.

Root dry weight

Statistically significant differences in root dry weight in substrates and genotypes (Table 4 and 5) were observed. Regarding substrates, the treatment composition 50% + 50% skin, a greater root dry weight (0.16 g), followed by treatment 50% 50% compost + AR and less dry weight treatments: 100% and 50% composted comp + 50% TM. Note that the treatment 50% + 50% comp complexion, had higher root dry weight, because the spaces between tezontle allows aeration to the root and further growth. Contrasting results Hamim *et al.* (2011) found greater root dry weight in plant *jatropha* when it is produced in Andosols soils with high organic matter content compared to rocky or clay soils.

In this research, the four treatments used were high in organic matter (greater than 6%), so favored root growth. In sub-treatments statistically significant differences were recorded; Totoltepec genotype had higher root dry weight, followed by genotype Champusco, and lighter Tehuiztingo genotype. The results show that the best genotype was Totoltepec has great adaptability to this region. However, it is important to assess their development in the following phenological stages to fruiting to define its viability as a genotype to grow.

Fresh weight of aerial part

The variable fresh weight of the aerial part showed statistically significant differences in substrates and genotypes (Table 4). Treatments with higher fresh weight of the aerial part were: 50% comp + 50% comp complexion and 50% comp + 50% TM, similar results to the dry weight of the aerial part. However, treatment 50% comp + 50% TM, generated greater fresh weight than the other treatments. In contrast to the results found by Barbaro *et al.* (2011), in an experiment with poultry compost (CAC), composted pine (CP) and forest soil (TM), applied in different ratios in coral seedlings (*Salvia splendens*), when the proportion mixed 20% CAC + 40% CP + 40% TM, getting the largest fresh weight of the aerial part, very similar to the effect of the

+50% TM. Lo anterior se fundamenta en base a que la composta mostró los valores más altos de macro y microelementos en los análisis físico-químicos, lo que posiblemente confirió a la raíz mayor peso fresco (Cuadro 4). En subtratamientos, no hubo diferencias estadísticas significativas en peso fresco de raíz, aunque el genotipo Totoltepec tuvo el valor más alto en peso fresco de raíz (Cuadro 5). En contraste, un trabajo realizado por Bárbaro *et al.* (2011), con distintos sustratos: composta de ave de corral (CAC), composta de pino (CP) y tierra de monte (TM), aplicados en diferentes proporciones en plántulas de coral (*Salvia splendens*), muestran que cuando se mezclan los sustratos CAC + CP + TM, en diferentes proporciones se obtiene el mayor peso fresco de raíz.

Cuadrados medios y nivel de significancia de las fuentes de variación en altura de planta, diámetro de tallo, longitud de hoja y longitud de raíz de jatropa con potencial comestible.

El análisis de varianza (Cuadro 6), mostró diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$), en todas las variables respecto a sustrato, lo cual indica el efecto determinante que tienen los sustratos en las variables: altura de planta, diámetro de tallo, longitud de hoja y longitud de raíz, en ambas fechas (a los 20 y 30 días después de la siembra), ya que la mayoría de las variables presentaron valores altamente significativos en el análisis de varianza. Los genotipos fueron el factor que mostró significancia principalmente en dos variables: longitud de hoja y diámetro de tallo, esta última presentó mayor significancia en las dos fechas de muestreo y altura de planta mostró significancia solo en el muestreo que se registró a los 30 días después de la siembra, sin embargo, estadísticamente fue menos significativo que el factor sustrato, complementando lo anterior, se interpreta que la constitución genética es un factor importante en la variación del desarrollo de la plántula.

commercial substrate. This shows the positive influence on the fresh weight of the aerial parts when using the forest soil mixed with compost. In sub-treatments, genotype Totoltepec generated greater fresh weight of the aerial part, followed by genotype Champusco fresh weight and less genotype Tehuiztzingo be noted that Totoltepec genotype has the highest value in most of the evaluated variables.

Fresh weight of root

The variable root fresh weight showed statistically significant differences in treatments, projecting 100% compost treatment with 0.54 g followed by treatment 50% compost + 50% AR and less statistically significant fresh weight and equal treatment: 50% comp + 50 complexion and 50% + 50% comp% TM. This is based on the grounds that the compost showed the highest values of macro and microelements in physico-chemical analysis, which possibly gave the highest root fresh weight (Table 4). In sub-treatments, there were no statistically significant differences in root fresh weight, although it Totoltepec genotype had the highest value in fresh root weight (Table 5). In contrast, a study conducted by Barbaro *et al.* (2011), with different substrates. Poultry compost (CAC), composted pine (CP) and forest soil (TM), applied in different ratios in coral seedlings (*Salvia splendens*), show that when CP + CAC + TM substrates were mixed in different ratios greater root fresh weight was obtained.

Mean squares and significance level of the sources of variation in plant height, stem diameter, leaf length and root length of jatropa with edible potencial.

Analysis of variance (Table 6) showed statistically significant differences ($p \leq 0.05$) in all variables to substrate, indicating the decisive effect that variables substrates in

Cuadro 6. Cuadrados medios y significancia de las fuentes de variación en altura de planta, diámetro de tallo, longitud de hoja y raíz de jatropa con potencial comestible.

Table 6. Squares means and significance of sources of variation in plant height, stem diameter, leaf length and root of jatropa with edible potential.

Fuente de variación	AP1 (cm)	AP2 (cm)	DT1 (mm)	DT2 (mm)	LH1 (cm)	LH2 (cm)	LR1 (cm)	LR2 (cm)
Sus	2.19**	17.67**	1.97**	5.69**	3.18	11.03**	4.195	23.12**
Bloque	0.078	0.505	0.150	0.321	0.033	2.25	0.143	3.98
Gen	0.617	8.16**	1.84**	2.60**	3.55	3.47*	3.04	4.59
Error a	0.210	1.42	0.125	0.159	0.620	0.960	0.968	4.01
Sus*gen	0.634*	0.961	0.301	0.675	3.28	1.14	0.447	2.44
Error b	0.200	0.542	0.137	0.372	0.764	0.951	0.596	1.82
CV (%)	6.54	6.47	7.67	9.45	30.91	12.75	11.24	14.63

*, **significancia al 0.05 nivel de probabilidad respectivamente. SUS= sustrato; GEN= genotipo; CV= coeficiente de variación; AP= altura de plántula; DT= diámetro de tallo; LH= longitud de hoja; LR= longitud de raíz; 1= muestreo realizado a los 20 días después de siembra+; 2= muestreo realizado a los 30 días después de siembra.

Altura de plántula

En ambas etapas de muestreo (20 y 30 días después de la siembra), existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Cuadro 7). En el muestreo de 20 días, sobresale el tratamiento 50% comp + 50% tez en altura de plántula con 7.36 cm, los tratamientos 50% comp + 50% AR y 50% comp + 50% TM, no mostraron diferencias estadísticas significativas y con menor altura el tratamiento de composta sola; en el muestreo de 30 días sobresalen los tratamientos 50% comp + 50% TM, y el tratamiento 50% comp + 50% tez. Sin embargo, este último y los tratamientos 50% composta + 50% AR y 100% composta no presentaron diferencias estadísticas significativas. En genotipos, el muestreo realizado a los 20 días no presenta diferencias estadísticas significativas, ya que las alturas fluctuaron de los 6.6 cm a los 7.1 cm de altura de planta; en el muestreo de los 30 días, se muestran diferencias estadísticas significativas; sin embargo, sobresale el genotipo Totoltepec, que no mostró diferencias estadísticas respecto al genotipo Champusco. El genotipo Tehuitzingo tiene el valor más bajo de altura de planta (Cuadro 8). Es importante señalar que los suelos o sustratos con alto contenido de materia orgánica generan mayor altura en plantas de *jatropha*, como lo muestra un estudio en suelos andosoles realizado en Indonesia (Hamim *et al.*, 2011) y la utilización de la turba como sustrato estudiado en Honduras (Fúnez *et al.*, 2009).

plant height, stem diameter, length Leaf and root length, at both dates (at 20 and 30 days after sowing), since most variables showed highly significant values in the analysis of variance. The genotypes were the factor that showed significance in two main variables: length of leaf and stem diameter, the latter showed higher significance in the two sampling dates and plant height showed significance only in the sampling was recorded at 30 days after planting, however, was statistically less significant than the substrate factor, complementing the foregoing, it is interpreted that the genetic constitution of an important variation in seedling development factor.

Seedling height

In both sampling stages (20 and 30 days after planting), there are statistically significant differences between treatments (Table 7). In sampling 20 days, 50% treatment projecting comp + 50% skin seedling height to 7.36 cm, 50% comp treatments + 50% AR and 50% + 50% comp TM showed no statistically significant differences with lower height compost treatment alone; sampling stand 30 days treatment 50% comp + 50% TM, and treatment 50% comp + 50% sking. However, the latter treatments and compost 50% + 50% and 100% compost AR showed no statistically significant differences. In genotypes, sampling performed at 20 days no statistically significant differences, since the heights ranged from 6.6 cm to 7.1 cm of plant height; sampling

Cuadro 7. Efecto de sustratos en altura de plántula, diámetro de tallo, longitud de hoja y longitud de raíz, en la germinación de *jatropha* con potencial comestible.

Table 7. Effect of substrates on seedling height, stem diameter, leaf length and root length, germination of *jatropha* with edible potential.

Tratamiento	AP1 (cm)	AP2 (cm)	DT1 (mm)	DT2 (mm)	LH1 (cm)	LH2 (cm)	LR1 (cm)	LR2 (cm)
T1	6.88 ab	10.53 b	4.59 ab	6.15 ab	2.43 a	6.38 b	6.88 a	10.35 ab
T2	7.36 a	11.56 b	5.17 a	6.63 b	3.68 a	7.61 ab	6.29 a	7.58 b
T3	6.93 ab	13.29 a	5.11 a	7.46 a	2.4 a	8.39 a	6.48 a	8.13 ab
T4	6.17 b	10.16 b	4.45 b	5.58 b	2.8 a	5.99 b	7.82 a	10.82 a
HSD	0.71	1.13	0.43	1.17	1.4	1.32	1.54	2.91

AP= altura de plántula; DT= diámetro de tallo; LH= longitud de hoja; LR= longitud de raíz; 1= muestreo realizado a los 20 días después de siembra; 2= muestreo realizado a los 30 días después de siembra; HSD= diferencia mínima significativa. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Diámetro de tallo

Con respecto a diámetro de tallo, en ambos tiempos de muestreo (20 y 30 días después de la siembra) resultaron con diferencias significativas entre sustratos (Cuadro 7). En el muestreo de 20 días sobresalen los tratamientos 50% comp + 50% tm y 50% comp + 50% tez con diámetros 5.17 mm y 5.1 mm respectivamente; en el muestreo de 30 días vuelven a

in 30 days, statistically significant differences are shown; however, excel Totoltepec genotype, which showed no statistical differences in genotype Champusco. The Tehuitzingo genotype has the lowest value of plant height (Table 8). Importantly soils or substrates with high organic matter content generated higher on *jatropha* plants, as shown in a study conducted in Andosols soils (Hamim *et al.*, 2011) and the use of peat as a substrate studied in Honduras (Fúnez *et al.* 2009).

sobresalir en diámetro de tallo los tratamientos 50% comp + 50% TM y 50% comp + 50% tez. Cabe señalar, que en ambos muestreos el tratamiento 50% composta + 50% AR y 100% composta, presentan los valores más bajos de diámetro de tallo.

Con relación a subtratamientos, el genotipo Totoltepec muestra los valores más altos de diámetro de tallo en ambos muestreos; sin embargo, en el muestro de 20 días después de la siembra presenta diferencias estadísticas significativas con respecto a los demás genotipos y en el muestreo de 30 días no presenta diferencias estadísticas significativas con los demás genotipos (Cuadro 8). El genotipo Tehuitzingo presenta los valores más bajos de diámetro de tallo en ambos muestreos. Generalmente los suelos con alto contenido de materia orgánica generan mayor diámetro de tallos de *jatropha*, como lo reporta un estudio en el que se contrastaron suelos andosoles con suelos entisoles y grumosoles en Indonesia (Hamim *et al.*, 2011).

Cuadro 8. Efecto de genotipos en altura de plántula, diámetro de tallo, longitud de hoja y longitud de raíz, en la germinación de *jatropha* comestible.

Table 8. Effect of genotypes in seedling height, stem diameter, leaf length and root length, germination of edible *jatropha*.

Subtratamiento	AP1 (cm)	AP2 (cm)	DT1 (mm)	DT2 (mm)	LH1 (cm)	LH2 (cm)	LR1 (cm)	LR2 (cm)
Tehuitzingo	6.66 a	10.5 b	4.45 c	6.06 a	3.12 a	6.54 b	6.30 a	8.52 a
Champusco	7.09 a	11.52 a	4.80 b	6.33 a	3.17 a	7.12 ab	7.05 a	9.68 a
Totoltepec	6.76 a	12.14 a	5.23 a	6.96 a	2.20 a	7.62 a	7.26 a	9.46 a
HSD	0.55	0.88	0.34	0.91	1.08	1.02	1.19	2.25

AP= altura de plántula en cm; DT= diámetro de tallo; LH= longitud de hoja; LR= longitud de raíz; 1= muestreo realizado a los 20 días después de siembra; 2= muestreo realizado a los 30 días después de siembra; HSD= diferencia mínima significativa. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Longitud de hoja

En el muestreo realizado a los 20 días, la variable longitud de hoja no mostró diferencias estadísticas significativas en sustratos (Cuadro 7). Sin embargo, el muestreo de 30 días si mostró diferencias estadísticas significativas, teniendo el valor más alto el tratamiento 50% comp + 50% tm con 8.39 cm, siguiendo el tratamiento 50% comp + 50% tez, los tratamientos: 100% composta y 50% comp + 50% AR, mostraron la menor altura y fueron estadísticamente iguales. Es relevante que la longitud de hoja logró un incremento de 100% con respecto al primer muestreo en todos los tratamientos. En genotipos el muestreo de 20 días no mostró diferencias estadísticas significativas, sin embargo, los genotipos Tehuitzingo y Champusco presentaron los valores más altos de longitud de hoja; en el muestreo de 30 días, si se presentaron diferencias estadísticas significativas, con el

Stem diameter

With respect to stem diameter at both sampling times (20 and 30 days after sowing) resulted in significant differences between substrates (Table 7). In the 20-day sampling protrude treatments 50% comp + 50% TM and 50% comp + 50% complexion 5.17 mm and 5.1 mm diameter respectively; sampling 30 days later they excel in the treatment of stem diameter 50% comp + 50% TM and 50% comp + 50% complexion. It should be noted that in both samples the 50% compost treatment + 50% AR and 100% compost, with the lowest values of stem diameter.

Regarding sub-treatments, genotype Totoltepec shows the highest values of stem diameter in both samples; however, in the show 20 days after sowing presents statistically significant differences with respect to other genotypes and sampling 30 days had no statistically significant

differences with the other genotypes (Table 8). The Tehuitzingo genotype presented the lowest values of stem diameter in both samples. Generally, the soils with high organic matter generate larger diameter stems of *Jatropha*, as reported by a study in which soil and soil andosols with entisols grumosoles in Indonesia (Hamim *et al.*, 2011) were compared.

Leaf length

The sampling at 20 days, the variable leaf length showed no statistically significant differences in substrates (Table 7). However, sampling 30 days did show statistically significant differences, taking the highest value treat 50% comp + 50% TM with 8.39 cm following treatment 50% comp + 50% complexion treatments: 100% compost and 50% comp + 50% AR, showed the lowest height

valor más alto en longitud de hoja el genotipo Totoltepec, que en el primer muestreo presentó el valor más bajo de longitud de hoja (Cuadro 8). Al respecto Contardi y Errasti (2012), evaluaron dos compostas a base de viruta, pasto verde y estiércol equino y ovino, encontrando los mejores resultados de longitud de hoja de cebada, cuando compostearon las mezcla de los estiércoles equino y ovino con viruta (4 cm más que el testigo, en el cual se utilizó tierra de labor).

Longitud de raíz

El muestreo de 20 días después de la siembra, no existen diferencias estadísticas fictivas en longitud de raíz entre sustratos (Cuadro 7). Sin embargo, el muestreo de 30 días después de la siembra mostró diferencias estadísticas significativas y sobresale el tratamiento 100% composta con 10.82 cm, mientras que los tratamientos: 50% comp + 50% AR y tratamiento 50% comp + 50% TM, fueron estadísticamente iguales y con menor longitud de raíz el tratamiento 50% comp + 50% tez. Es relevante señalar que la composta obtiene el valor más alto de longitud de raíz en ambas fechas de muestreo. Con relación a genotipos, en ambas fechas de muestreo (20 y 30 días después de siembra) no presentan diferencias estadísticas significativas (Cuadro 8). No obstante, los genotipos Totoltepec y Champusco, presentan los valores más altos en longitud de raíz en ambas fechas de muestreo. En contraste con un estudio realizado por Fúnez *et al.* (2009), donde evaluó diferentes sustratos en la germinación de *jatropha* encuentra que la turba (con alto contenido de materia orgánica), sobresale en longitud de raíz, con respecto a los demás tratamientos que fueron mezclas de pulpa, cascarilla y madera previamente composteados.

Conclusiones

De los cuatro tratamientos evaluados, la composta sola, presentó mejores cualidades en la germinación, ya que genera plantas más vigorosas en la parte aérea, mayor diámetro de tallo, longitud de raíz y altura de plántula.

El genotipo Totoltepec presentó las mejores características en la germinación, ya que mostró mayor altura de planta, diámetro del tallo, longitud de raíz, peso seco de raíz y parte aérea.

and were statistically equal. It is important that the leaf length achieved an increase of 100% compared to the first sampling in all treatments. In sampling genotypes 20 days showed no statistically significant differences, however, and Champusco Tehuizingo genotypes showed the highest values of leaf length; sampling of 30 days, if statistically significant differences were presented with the highest value in the sheet length Totoltepec genotype than in the first sample showed the lowest value of leaf length (Table 8). In this regard Contardi and Errasti (2012) evaluated two compost-based chip, green grass and horses and sheep manure, finding the best results long Barley leaf when composting the mix of horses and sheep manure with chips (4 inches more than the control, in which he used arable land).

Root length

The sampling 20 days after planting, had no statistically significant differences in root length between substrates (Table 7). However, sampling 30 days after planting revealed statistically significant differences and 100% treatment protrudes compost 10.82 cm, while treatments: 50% + 50% AR composition and treatment 50% comp + 50% TM, were statistically equal and less root length 50% comp + 50% complexion treatment. It is relevant to note that the compost gets the highest value of root length in both sampling dates. Regarding genotypes, in both sampling dates (20 and 30 days after planting) do not show statistically significant differences (Table 8). However, Totoltepec and Champusco, genotypes have the highest values in root length in both sampling dates. In contrast to a study by Fúnez *et al.* (2009), which evaluated different substrates on the germination of *jatropha* is that peat (high organic matter), excels in root length, relative to the other treatments that were mixtures of pulp, and wood scale previously composted.

Conclusions

Of the four treatments evaluated, compost alone, showed better germination qualities, generating more vigorous in the aerial part of plants, increased stem diameter, root length and seedling height.

The Totoltepec genotype presented the best features in germination, as it showed greater plant height, stem diameter, root length, root dry weight and aerial parts.

Las variables altura de plántula y longitud de hoja (muestreo de 30 días), peso seco de parte aérea y raíz, porcentaje de germinación y peso fresco de parte aérea, mostraron significancia en sustrato y genotipo.

Variables seedling height and leaf length (30 sampling days), dry weight of shoot and root, germination percentage and fresh weight of the aerial parts, showed significance in substrate and genotype.

End of the English version

Literatura citada

- Bárbaro, L. A.; Karlanian, M. A.; Morisigue, D. E.; Rizo, P. F.; Riera, N. I.; Torre V. E. y Crespo, D. E. 2011. Compost de ave de corral como componente de sustratos. *Rev. Ciencia del Suelo*. 29(1):83-90.
- Bartoli, A. J. 2008. Manual para el cultivo del piñón (*Jatropha curcas*) en Honduras. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. 30 p.
- Batin, C. B. 2011. Seed germination and seedling performance of *Jatropha Curcas* L. Fruit based on color at two different seasons in Northern Philippines. International Conference on Environment and BioScience. Mariano Marcos State University. 94-100 pp.
- Budi, S. B.; Budianto, A. and Muliarta, A. I. 2012. Seed viability of *Jatropha curcas* in different fruit maturity stages after storage. *Bioscience*. 4(3):113-117.
- Contardi, L. T. y Errasti, E. 2012. Evolución de la temperatura en pilas de compostaje de residuos agroforestales. *In: Congreso Medio ambiente AUGM*. La Plata Argentina. 16 p.
- Fúnez, O. E. N.; Arévalo, G. J. y Pack, J. C. Q. 2009. Comparación de sustratos para la siembra de piñón (*Jatropha curcas*) en etapa de vivero, finca Santa Lucía, Choluteca, Honduras. *Resumen. Ceiba* 50(2):58-65.
- González, V. J.; Cajuste, L. J.; Santos, T. A.; Reyes, G. F. y García, S. P. 2005. Análisis químico de compost y efecto de su adición sobre la producción de biomasa en zarzamora. *Rev. Terra Latinoamericana*. 23(3):285-292.
- Gómez, M. F.; Trejo, T. L.; García, A. J. y Morales, R. V. 2013. Lulo (*Solanum quiroense* Lamarck.) como nuevo elemento del paisaje en México: germinación y crecimiento en sustratos orgánicos. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* (5):877-887.
- Hamim, H.; Sutrisna, A.; Heliyanto, B. and Cholid, M. 2011. Shoot and root growth of *Jatropha curcas* accessions prospective for rootstock on rocky and heavy soil. *J. Life Sci.* 5:942-953.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía Estadística e Informática (INEGI). 2009. Anuario estadístico de Puebla. Tomo 1. 238 p.
- Islam, A. K.; Anuar, N. and Yaakob, Z. 2009. Effect of genotypes and pre-sowing treatments on seed germination behavior of *jatropha*. *Asian J. Plan Sci.* 8(6):433-439.
- Makkar, H. P.; Becker, K. and Schmook, B. 1998. Edible provenances of *Jatropha curcas* of Quintana Roo state of México and effect of roasting on antinutrient and toxic factors on seeds. *Plant Foods Human Nutr.* 208(52):31-36.
- Martínez, G. M.; Jiménez, J. R.; Cruz, R. D.; Juárez, A.; García, R.; Cervantes, A. y Mejía, R. H. 2002. Los géneros de la familia Euphorbiaceae en México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Ser. Bot.* 73(2):155-281.
- Martínez, H. J. 2009. La *Jatropha curcas* como un nuevo cultivo en México para la producción de biodiesel. *In: jornada sobre producción de biocombustibles y sus perspectivas para Sinaloa*. Memoria. Fundación Produce Sinaloa, SAGARPA y gobierno del estado. 59 p.
- Martínez, R. C. 2009. Análisis financiero de la producción de *Jatropha curcas* en Puebla. *In: jornada sobre producción de biocombustibles y sus perspectivas para Sinaloa*. Memoria. Fundación Produce Sinaloa, SAGARPA y gobierno del estado. 59 p.
- Moncaleano, E. J.; Silva, B. C.; Silva, S. R.; Granja, J. A.; Alves, M. C. and Pompeli, M. F. 2012. Germination responses of *Jatropha curcas* L. seeds to storage and aging. *Elsevier. Industrial Crops and Products*. 44:684-690.
- Noda, Y. y Castañeda, L. 2012. Efecto de EcoMic en la emergencia de plántulas de *Jatropha curcas* (Nota Técnica). *Revista Pastos y Forrajes*. 35(4):401-406.
- Oyuela, S. D.; Hernández, E.; Samayoa, E.; Bueso, C. y Ponce, O. 2012. Guía técnica-ambiental para el cultivo de *Jatropha curcas* (piñón). Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SEMARNAT). Primera Edición. 92 p.
- Rodríguez, A. M.; Vega, F. K.; Gante, C. V. y Jiménez, R. J. 2009. Distribución del género *Jatropha* L. (Euphorbiaceae) en el estado de Puebla, México. *Revista Polibotánica*. 28:37-48.
- Salas, E. y Ramírez, C. 2001. Bioensayo microbiano para estimar los nutrientes disponibles en los abonos orgánicos: calibración en el campo. *Revista Agronomía Costarricense*. 25(2):11-23.
- Zamarripa, C. A.; Solís B. J.; González, A. A.; Teniente, O. R.; Martínez, V. B. y Hernández, M. M. 2011. Guía técnica para la producción de piñón mexicano (*Jatropha curcas* L.) en Chiapas. Folleto Técnico No. 26. INIFAP, SAGARPA y gobierno del estado. 82 p.