



Grupo eumed.net / Universidad de Málaga y  
Red Académica Iberoamericana Local-Global  
Indexada en IN-Recs (95 de 136), en LATINDEX (33 DE 36), reconocida por el DICE, incorporada a la  
base de datos bibliográfica ISOC, en RePec, resumida en DIALNET y encuadrada en el Grupo C de la  
Clasificación Integrada de Revistas Científicas de España.

Vol 11. N° 31  
Febrero 2018  
[www.eumed.net/rev/delos/](http://www.eumed.net/rev/delos/)

## **EFFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES EN LA PRODUCCIÓN DE MUDAS DE PAPAYA SOLO (*Carica papaya* L.)**

**Tatiane da Silva Wessler<sup>1</sup>**  
[tatiane\\_jo@hotmail.com](mailto:tatiane_jo@hotmail.com)

**Tiago Balieiro Cetrulo<sup>2</sup>**  
[tiagocetrulo@gmail.com](mailto:tiagocetrulo@gmail.com)

**Alejandra Daniela Mendizábal Cortés<sup>3</sup>**  
[mendizabal@sc.usp.br](mailto:mendizabal@sc.usp.br)

Brasil

### **CONTENIDO**

Resumen .....	2
Abstract .....	2
1. Introducción.....	3
1.1 Producción de mudas de papaya en Brasil .....	3
1.2 Influencia de sustratos y recipientes en la producción de mudas de papaya .....	4
1.3 Objetivos .....	6
2 Material y métodos.....	6
2.1 Lugar de desarrollo de la investigación .....	6
2.2 Método estadístico.....	7
2.3 Factores en estudio .....	7
3 Resultados .....	8
3.1 Altura de las plantas .....	9
3.2 Diámetro del tallo .....	10
3.3 Masa verde de la raíz .....	11
3.4 Masa verde de la parte aérea.....	11
3.5 Masa seca de la raíz.....	12
3.6 Masa seca de la parte aérea .....	13
4 Discusiones .....	13
5 Conclusiones.....	14
6 Referencias .....	14

<sup>1</sup> Agrónomo, Universidade do Estado de Mato Grosso.

<sup>2</sup> Profesor de la Universidad del Estado de Mato Grosso.

<sup>3</sup> Doutorada, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

## RESUMEN

El trabajo tuvo como objetivo evaluar el desarrollo de mudas de papaya producidas en diferentes sustratos y recipientes. Los sustratos alternativos consistieron en la combinación de estiércol bovino, cáscara de arroz carbonizada, estiércol de pollo y suelo en diferentes proporciones. Los recipientes utilizados fueron un vaso desechable de 300 ml y una bolsa de polietileno de dimensiones de 8x15 cm. Se utilizó el delineamiento experimental enteramente al azar, en esquema factorial 4x2 (4 tipos de sustratos y 2 tipos de recipientes). Las evaluaciones fueron realizadas con 63 días después de la siembra, evaluando la altura de las plantas, diámetro del colmo, masa verde y seca de la parte aérea y masa verde y seca del sistema radicular. Podemos concluir que los sustratos probados no presentaron diferencias significativas, excepto el sustrato compuesto por suelo, cama de aviar y cáscara de arroz carbonizada (1: 1: 1), que presentó una media inferior a los demás. En el caso de los sustratos probados en la región presentan buenos resultados, principalmente, la mezcla compuesta por suelo, cama de aviar y cáscara de arroz carbonizada (2: 1: 1). En la comparación de los diferentes recipientes, el vaso desechable tuvo mejores resultados en relación con el saco de polietileno.

**Palabras clave:** Formación de mudas - Sustratos alternativos - Experimento factorial.

**Clasificación:** JEL: Q01, Q02.

## ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the development of papaya seedlings produced in different substrates and containers. The alternative substrates consisted of the combination of bovine manure, charcoal rice husk, aviary bed and soil in different proportions. The containers used were 300 ml disposable cup and 8x15 cm polyethylene bag. A completely randomized experimental design was used in a 4x2 factorial scheme (4 types of substrates and 2 types of containers). The evaluations were performed at 63 days after sowing, evaluating plant height, stem diameter, dry and green mass of the root system and shoot. We can conclude that the substrates tested did not present significant differences, except the substrate composed of soil, avian bed and charcoal rice husk (1: 1: 1), which presented lower average than the others. This shows that the substrates tested in the region show good results, mainly the mixture composed of soil, avian bed and charcoal rice husk (2: 1: 1). In the comparison of the different containers, the disposable cup had better results in relation to the polyethylene bag, for all characteristics evaluated.

**Keywords:** Seedling formation - Alternative substrates - Factorial experiment.

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Producción de mudas de papaya en Brasil**

La papaya (*Carica papaya*) se originó del Noroeste de América del Sur, más precisamente de la Cuenca Amazónica Superior. Actualmente se cultiva en prácticamente todos los países tropicales y subtropicales, donde también se concentra la mayoría de su producción mundial. Se destaca nutricionalmente, siendo una buena fuente de azúcares y compuestos bioactivos, como vitaminas C y carotenoides. El fruto verde presenta altos contenidos de la enzima papaína, empleada en las industrias alimenticias, tanto para preparaciones de jaleas, jugos y dulces. La papaya también es consumida in natura, utilizada en la industria farmacéutica y en la fabricación de cosméticos (DANTAS, JUNGHANS, LIMA, 2013).

Según la Posse (2005), la papaya es consumida mundialmente debido a sus características organolépticas, como color atractivo de la pulpa, consistencia suave, sabor dulce y aromático. En Brasil, es uno de los frutos con mayor interés económico de la fruticultura, siendo de fácil cultivo y con potencial para producir en cualquier época del año. Brasil se destaca como el mayor productor de papaya del mundo, con una producción de 1'463,770 toneladas, con una superficie total de 30,285 hectáreas cosechadas, destacándose las regiones del Nordeste y Sudeste, siendo Bahía y Espírito Santo, los Estados que, lideran la producción nacional (IBGE, 2015).

Sin embargo, la agricultura moderna viene, cada vez más, sufriendo con el cambio climático, lo que ha dificultado la producción de mudas en canteros a cielo abierto para posterior replante (BEZERRA, 2003). De esta forma, Costa, Santos y Vieira (2009) indican la producción de mudas de papaya en ambientes protegidos y controlados, que además de evitar que las mudas queden expuestas a las intemperies, ayuda a disminuir la incidencia de enfermedades virales, como el mosaico del papayo, ayudando en la producción de mudas con mejor calidad.

De acuerdo con Marin (2004), para producción de mudas con excelente calidad son necesarias las siguientes prácticas: adquisición de semillas provenientes de matrices previamente seleccionadas por empresas conocidas; utilización de sustrato y recipiente adecuados; siembra juiciosa; riego; adelgazamiento; fertilizantes; y manejo de plagas y enfermedades.

Las características químicas, físicas y biológicas de los sustratos desarrollan una función fundamental en la germinación de la semilla, el desarrollo inicial y el enraizamiento de la planta. De esta forma, para que el sustrato sea considerado adecuado para la producción de mudas, debe contener características como buena textura y estructura, estar exento de patógenos causantes de enfermedades, tener disponibilidad de nutrientes y pH adecuado (NEGREIROS et al., 2005).

Según Lima et al. (2006), muchos compuestos orgánicos son actualmente empleados en la elaboración de sustratos utilizados en la producción de mudas, donde a su vez los residuos de las agroindustrias están siendo bastante empleados, como bagazo de caña, cáscara de arroz

carbonizada, estiércol de pollo, humus de gusano, molidilla de café, estiércol bovino, entre otros. Siendo que el uso de estiércol bovino en la composición de sustratos para producción de mudas de papayo presenta buenos resultados. Una forma de enriquecer los compuestos orgánicos en relación con las características químicas es por medio de la fertilización, que debe ser empleada en dosis adecuadas para suministrar los nutrientes necesarios para el buen desarrollo de la planta de forma lenta, evitando pérdidas por el proceso de lixiviación (YAMANISHI et al., 2004).

En la actualidad, el uso de recipientes individuales en la producción de mudas presenta ventajas en relación con el sistema de canteros, pues permite un mejor control de temperatura, humedad, nutrición, competencia entre mudas, espacio, protección del sistema radicular, manejo fitosanitario y tratos culturales, auxiliando en el mejor desarrollo y uniformidad de las mudas, disminuyendo consecuentemente las pérdidas. Por otro lado, puede presentar dificultad en el transporte y transplante de las mudas (FOLLE et al., 2009).

Para Bezerra (2003), la elección del mejor recipiente para producción de mudas es de extrema importancia. Los recipientes más utilizados para la producción de mudas de papaya son los tubos, bolsas de polietileno y bandejas, que a su vez presentan diferentes características del envase como forma, peso, tamaño, material, costo y facilidad de manejo, (en el caso de que se produzca un cambio en la calidad de las semillas de palma de la mano).

Otro factor determinante en la producción de mudas es el suministro adecuado de agua para planta en la cantidad y en el tiempo adecuado, pues el exceso de agua puede aumentar la incidencia de enfermedades, principalmente, causadas por *Phytophthora*, debido a la reducción de la aireación del suelo. La falta de agua puede causar retrasos en el desarrollo de la planta, reduciendo el crecimiento de la parte aérea, pudiendo provocar también síntomas de amarillamiento o clorosis, causando la caída de hojas. De esta forma, se debe atender a los factores de clima, suelo, calidad del agua y manejo de los sistemas de riego, pues la correcta irrigación está directamente ligada al flujo entre los nutrientes y el agua presente en el suelo para la planta, lo que influenciará la mejor productividad final del papayo (DANTAS, JUNGHANS, LIMA, 2013).

## **1.2 Influencia de sustratos y recipientes en la producción de mudas de papaya**

Para la propagación de mudas de papaya, el método más utilizado en relación con las condiciones brasileñas es vía semilla, debido a que es un método más práctico, de fácil ejecución y consecuentemente más barato. Sin embargo, se utilizan también métodos de estacas e injerto (DANTAS, JUNGHANS, LIMA, 2013).

De acuerdo con Costa et al. (2010), se indica la constante renovación de los huertos de papayo, pues la calidad de las mudas está directamente relacionada con el potencial productivo de las plantas adultas. Los mismos autores refuerzan la importancia de la realización de estudios en busca de nuevas tecnologías que ayuden en el aumento de la producción de mudas, en la rápida formación de frutales, en huertos homogéneos y en la precocidad de la cosecha.

Según Mendonça et al. (2007), la producción de mudas de papaya sanas y vigorosas requiere de sustratos adecuados para tales fines, de esa forma, la recomendación es el uso de fertilización orgánica, pues ayuda en la liberación de nutrientes para plantas, en la mineralización, en la fijación de nitrógeno y mejora de las características físicas del suelo, favoreciendo en el mejor crecimiento de las plantas. El suministro adecuado de fósforo (P) a las mudas proporciona buenos resultados, en el desarrollo tanto de la parte aérea como radicular, indicando de esa forma, abono fosfatado junto con el orgánico (MENDONÇA et al., 2006).

Según Dantas, Junghans y Lima (2013), los sustratos más utilizados en la producción de mudas de papaya son mezclas de tierra, arena y estiércol de corral curtido, con una proporción de 3: 1: 1: 1 o 1: 1: 1: 1, que pueden o no ser enriquecidos con abonos químicos. Negreiros et al. (2005) afirmaron que en algunas regiones del país se utilizan también mezclas a base de humus, carbón vegetal, vermiculita, estiércol de gallina y Plantmax, todos con buen potencial productivo y facilidad de ser encontrados.

Costa, Santos y Vieira (2009) defiende la utilización de sustratos adicionado de vermiculita en la producción de mudas de papaya, pues mejoran la retención de agua, proporcionan mayor espacio poroso y aumentan la capacidad de aireación, auxiliando en la acumulación de biomasa. Los mismos autores no indican la utilización de sustratos con presencia de polvo de sierra, pues el alto valor en la relación carbono / nitrógeno (C / N) inmoviliza el nitrógeno y, consecuentemente, disminuye la producción de biomasa de las plantas.

El uso de estiércol de corral en la formación de las mudas de papaya presenta excelentes resultados en el suministro de nutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y cobre (Cu), no siendo necesario el uso de fertilización mineral para la formación de las mudas hasta el trasplante (CANESIN, CORRÊA, 2006). Lacerda et al. (2009) añaden que el estiércol bovino se caracteriza como abono completo, mejorando las características químicas y físicas del sustrato, como drenaje, aireación y humedad. En un estudio desarrollado, descubrieron que la adición de potasio (KCl) al sustrato no presentó efectos significativos sobre el desarrollo de las mudas de papaya.

Araújo et al. demostraron que sustratos compuestos por humus de gusano presentan excelentes resultados en el desarrollo de mudas de papaya, pues la composición química del producto es rica en fósforo (P), potasio (K), nitrógeno (N) y magnesio (Mg), nitrato (N) y magnesio (Mg). Siendo que el potasio y el nitrógeno son los minerales esenciales en el crecimiento del papayo.

En la producción de mudas de papaya, se utilizan como recipientes los tubos, las bandejas, bolsas de plástico de polietileno negro y la siembra en las leñas o los canteros móviles para posterior repicado en recipientes específicos. Las bolsas de polietileno son los recipientes más utilizados, principalmente, las con dimensiones de 7.0 cm x 18.5 cm x 0.006 cm o 15 cm x 25 cm x 0.006 cm (DANTAS, JUNGHANS, LIMA, 2013). Conforme investigaciones realizadas por Costa et al. (2010), las bolsas de polietileno todavía proporcionan un mayor vigor en la producción

de las mudas de papayo, a diferencia de las bandejas que promueven un menor desarrollo de la planta.

El estudio realizado por Mendonça et al. (2003) mostró que el uso de bolsas de polietileno por poseer de mayor volumen presenta mejores resultados en comparación a las bandejas y tubos en la producción de mudas de papaya. Sin embargo, los tubos tienen ventajas sobre las bolsas de polietileno, como la facilidad de transporte, mejor manejo, economía de espacio dentro del vivero y auxilia en el control fitosanitario. Según los autores, estos factores deben ser tenidos en cuenta a la hora de la elección del mejor recipiente, principalmente cuando se hace necesaria la aplicación de fertilizantes químicos.

En la mayoría de los casos, el uso de tubos en la producción de mudas de papaya se recomienda utilizar sustratos más ligeros sin adición de tierra, formulados a base de mezcla con estiércol, cáscara de árbol, turba, vermiculita y vermicompuesto (DANTAS, JUNGHANS, LIMA, 2013).

### **1.3 Objetivos**

Los objetivos establecidos en el presente proyecto son los siguientes:

- Evaluar a escala regional o local, recipientes y sustratos alternativos a los comerciales, que sean adecuados para producir mudas de calidad;
- Uso de materiales que reduzcan los costos de implantación de la cultura, tiempo, trabajo, mano de obra y facilidad de transporte;
- Realizar estudios que evalúen soluciones de mejores sustratos y recipientes alternativos provenientes de la región de Nova Mutum - Mato Grosso, pensando en el bienestar ambiental y visando la producción de mudas de papaya sanos y vigorosos.

## **2 MATERIAL Y MÉTODOS**

### **2.1 Lugar de desarrollo de la investigación**

El experimento fue conducido en ambiente protegido, con cubierta de película plástica transparente para invernadero agrícola y laterales revestidos con pantalla tipo sombrilla de 2 mm de apertura, ubicada en el área experimental de la Universidad del Estado de Mato Grosso - UNEMAT, en la ciudad de Nova Mutum - MT, Latitud S = 13° 49 '44 ", Longitud W = 56° 4' 56".

El clima predominante de la región de acuerdo con la clasificación del IBGE (2017) es el tropical cálido y semihúmedo, con dos estaciones bien definidas, seca que va de mayo/ septiembre y lluvioso de octubre/ abril.

El área experimental está a 490 m de altitud con precipitación media anual de 1.813 mm, con temperaturas mínimas y máximas anuales de 8 y 34°C, condiciones consideradas óptimas para la producción del cultivo del papayo.

## 2.2 Método estadístico

Los materiales orgánicos utilizados para la formulación del sustrato fueron mezclas a base de 1/2 de suelo + 1/4 de estiércol de pollo + 1/4 de cáscara de arroz carbonizada (Sustrato 1), 1/3 de suelo + 1/3 (Sustrato 2), 1/2 de suelo + 1/4 de estiércol bovino + 1/4 de cáscara de arroz carbonizada (Sustrato 3), 1/3 de suelo + 1 / 3 estiércol bovino + 1/3 de cáscara de arroz carbonizada (Sustrato 4). Siendo los resultados del análisis químico de las mismas mostradas en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Resultados del análisis químico de los sustratos utilizados en la producción de mudas de mamoeiro en Nova Mutum - MT, Brasil, 2017.

Atributos	Humedad	S1	S2	S3	S4
pH (H <sub>2</sub> O)	-	7.6	8.0	8.2	8.7
P	mg.dm <sup>-3</sup>	99.7	117.3	99.7	94.1
K	cmolc.dm <sup>-3</sup>	3.38	6.25	2.19	2.70
Ca	cmolc.dm <sup>-3</sup>	3.2	3.1	2.7	2.7
Mg	cmolc.dm <sup>-3</sup>	1.7	4.3	2.1	2.8
H+Al	cmolc.dm <sup>-3</sup>	0.80	0.60	0.60	0.50
B	mg.dm <sup>-3</sup>	0.31	0.91	0.23	0.40
Cu	mg.dm <sup>-3</sup>	3.1	4.6	1.3	1.4
Fe	mg.dm <sup>-3</sup>	159	107	177	221
Mn	mg.dm <sup>-3</sup>	55.2	119,2	20.8	20.8
Zn	mg.dm <sup>-3</sup>	8.4	25.9	8.1	9.2
M.O.	dag.kg <sup>-1</sup>	2.4	3.5	2.8	3.8
SB	cmolc.dm <sup>-3</sup>	8.28	13.65	6.99	8.20
CTC	cmolc.dm <sup>-3</sup>	9.08	14.25	7.59	8.70
V	%	91	96	92	94
M	%	0	0	0	0

Elaboración: Propia

El cultivo escogido para producción de mudas de Carica papaya (papaya), fue del grupo suelo, variedad "Sunrise Solo", conocida como papaya Hawai o Papaya, de la marca Isla. Las semillas fueron sembradas en vasos desechables transparentes de 300 ml (Recipiente 2) y bolsas de plástico de coloración negra con agujeros laterales, con una dimensión de 8 por 15 cm (Recipiente 1), rellenos con el debido sustrato y con dos semillas por contenedor. A los veinte días después de que las mudas emergieron, se inicia el descuaje, seleccionando la planta más vigorosa, dejando sólo una por contenedor.

El diseño experimental adoptado fue el Delineamiento Enteramente Casualizado (DIC), en esquema factorial 4x2, siendo que las semillas de papaya fueron sembradas en 8 (ocho) tratamientos diferentes, estudiando los efectos de los factores recipientes y sustratos. (2), S2 (sustrato 2), S3 (sustrato 3) y S4 (sustrato 4), S2 (sustrato 1), S2 (sustrato 2), S3 (sustrato 3) y S4 (sustrato 4). Cada tratamiento tuvo 4 réplicas conteniendo parcelas con 20 recipientes cada una, totalizando 32 parcelas.

## 2.3 Factores en estudio



Con 63 días después de la siembra (DDS), fueron realizadas las evaluaciones de las siguientes variables: altura de plantas (cm), diámetro del tallo (mm), masa verde de la raíz (g), masa verde de la parte aérea (g), masa seca de la raíz (g) y masa seca de la parte aérea (g).

Las alturas de las plantas fueron medidas con la ayuda de una cinta métrica en centímetros, tomando como referencia la distancia del cuello al ápice de las mudas, mientras que el diámetro del tallo se determinó a partir de la utilización de un medidor de espesores, graduado en milímetros, tomando como base de medida a la altura del cuello de las mudas.

La masa verde de la raíz y de la parte aérea fueron pesadas separadamente en balanza analítica, separando el sistema radicular de la parte aérea con ayuda de un alicate de corte. A continuación, fueron acondicionadas en bolsas de papel y conducidas para invernadero con circulación forzada a una temperatura de 75°C, hasta alcanzar el peso constante. Por último, se determinó la masa de la materia seca de la raíz y de la parte aérea de la planta.

Los resultados obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza (ANOVA), y la media de los datos fue comparada con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, utilizando el software Minitab®.

### 3 RESULTADOS

Después del levantamiento de los datos se puede observar por medio del análisis de varianza, que existen diferencias significativas entre los dos recipientes utilizados ( $p < 0.05$ ) y que por lo menos uno de los sustratos presentó una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en relación con las mudas de papaya para todos los factores probados.

Ya cuando se analiza la interacción entre los sustratos y recipientes, se observó que no hubo diferencias significativas ( $p > 0.05$ ).

Sin embargo, el análisis de varianza no puede determinar cuál de los sustratos probados presentaron mejores resultados, de esa forma, los resultados son sometidos a la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, donde por medio de las letras se determina qué factores diferían, donde letras iguales muestran que los factores son estadísticamente similares, mientras que diferentes letras son estadísticamente diferentes (Tabla 2).

**Tabla 2:** Media de los tratamientos, considerándose las variables: altura de planta (AP), diámetro del caule (DC), masa verde de la raíz (MVR), masa verde de la parte aérea (MVA), masa seca de la raíz (MSR) y masa seca de la parte aérea (MSA), evaluadas a los 63 DDS, para diferentes sustratos y recipientes, Nova Mutum- MT, 2017.

	Sustratos					
	AP (cm)	DC (cm)	MVR (g)	MVA (g)	MSR (g)	MSA (g)
S1	27.15 a	0.41 a	1.84 a	5.94 a	0.38 a	0.46 a
S2	2.85 b	0.07 b	0.34 b	0.49 c	0.09 b	0.06 b
S3	26.86 a	0.38 a	1.83 a	5.03 ab	0.38 a	0.47 a



S4	20,4 a	0.35 a	1.46 a	3.71 b	0.29 ab	0.35 a
Media General	19.25	0.30	1.36	3.79	0.28	0.33
<b>Recipientes</b>						
R1	17.3 b	0.25 b	0.81 b	2.95 b	0.16 b	0.25 b
R2	21.27 a	0.35 a	1.93 a	4.63 a	0.41 a	0.42 a
Media General	19.25	0.30	1.37	3.79	0.28	0.33

Leyenda: S1: 1/2 de suelo 1/4 de cama de aviario 1/4 de cáscara de arroz carbonizada; S2: 1/3 de suelo 1/3 de cama de aviario 1/3 de cáscara de arroz carbonizada; S3: 1/2 de suelo 1/4 de esterco bovino 1/4 de cáscara de arroz carbonizada; S4: 1/3 de suelo 1/3 de esterco bovino 1/3 de cáscara de arroz carbonizada; R1: Saco de polietileno; R2: Vaso descartável; C.V.: Coeficiente de Variância.

\* Medias seguidas de la misma letra, en la columna, no difieren estadísticamente entre sí por la prueba de Tukey, a 5% de probabilidad

### 3.1 Altura de las plantas

El sustrato que presentó mejor resultado numérico en relación con la altura de las plantas fue el S1 (compuesto de 1/2 de suelo + 1/4 de estiércol de pollo + 1/4 de cáscara de arroz carbonizada), seguido del S3 y S4 (que se han formulado la base de estiércol bovino) y del sustrato S2 (compuesto por 1/3 de suelo + 1/3 de estiércol de pollo + 1/3 de cáscara de arroz carbonizada).

A pesar de no haber sustrato que se destacó estadísticamente de los demás, numéricamente el sustrato que proporcionó la mayor altura (cm) fue el S1 ( $\bar{x}$  27.15,  $s$  = 7.86), seguido de S3 ( $\bar{x}$  26.86;  $s$  = 4.77) y S4 ( $\bar{x}$  20.14,  $s$  = 4.63). Como efecto de comparación:

a) Mesquita et al. (2012) encontraron que los mejores sustratos para el desarrollo de la muda de papaya se componían de un 80% de estiércol bovino y un 20% de suelo, y que a los 63 DDS presentaron una altura de 23.94 cm;

b) Melo et al (2007) demostraron que el sustrato que presentó mejor rendimiento se compuso de 135 ml de estiércol de pollo + 45 ml cáscara de arroz carbonizada + 120 ml tierra vegetal, que a los 60 DDS obtuvo altura de mudas con 19.53 cm;

c) Mendonça et al. (2003) destacaron que el sustrato conteniendo estiércol de corral curtido, carbón vegetal, suelo y arena, en la proporción de 2: 1: 1: 1 fue la mejor alternativa para la formación de mudas de papaya, siendo que a los 60 DAS presentaron mudas con 24.00 cm de altura;

Conforme constatado, el sustrato S2 presentó baja germinación de semillas y formación de plantas raquílicas y defectuosas (Figura 1).



Figura 1. Síntomas del mal desarrollo del sistema radicular y parte aérea de las mudas S2. Fuente: Propia.

En cuanto a los recipientes, queda claro que hubo diferencias significativas, siendo que los vasos desechables ( $\bar{x}$  21.28,  $s$  = 10.91), tuvieron mejores resultados en comparación con las bolsas de polietileno ( $\bar{x}$  17.23;  $s$  = 11.59).

De esta forma, se constató que la altura de las mudas fue influenciada tanto por los diferentes recipientes, como por los diferentes tipos de sustratos (Figura 2).



Figura 2. Mudras de papaya cultivadas en vaso desechable (izquierda) y bolsa de polietileno (derecha), comparando diferentes sustratos S1, S2, S3 y S4 (de izquierda a derecha). Fuente: Propia.

### 3.2 Diámetro del tallo

El sustrato con mejor resultado numérico en relación con diámetro del tallo en las mudras de papaya fue el S1 (1/2 de suelo + 1/4 de CA + 1/4 de CAC), seguido del S3 (1/2 de suelo + 1 / (S3 (1/3 de suelo + 1/3 EB + 1/3 de CAC) y del sustrato S2 (1/3 de suelo + 1/3 de CA + 1/3 CAC)).

Sin embargo, el sustrato S2 fue el único que mostró efecto estadísticamente diferente de los demás sustratos probados en relación con el diámetro de tallo de mudas de papaya del grupo suelo.

Por medio de los resultados obtenidos se puede verificar que no hubo sustrato que se destaque estadísticamente, pero numéricamente el sustrato que presentó mayor diámetro de tallo (cm) fue el S1 ( $\bar{x}$  0.41,  $s$  = 0.08), seguido de S3 ( $\bar{x}$  0.38,  $s$  = 0.05) y S4 ( $\bar{x}$  0.35,  $s$  = 0.07).

Los resultados encontrados por otros autores para efecto de comparación:

a) Mesquita et al. (2012) mostraron que los mejores resultados fueron alcanzados por sustrato compuesto por 80% de estiércol bovino y suelo, presentando diámetro de tallo de 0.99 cm con 63 DDS;

b) Melo et al. (2007) también obtuvieron 0.99 cm, pero evaluándose las mudas a los 60 DDS, donde utilizó sustrato a base de 90 de ml estiércol de pollo + 90 ml de cáscara de arroz carbonizada + 120 de tierra vegetal;

c) Negreiros et al. (2005) encontraron un diámetro de 0.77 cm a los 90 DDS, utilizando sustrato compuesto por estiércol de corral, suelo, arena y vermiculita en la proporción de 2: 1: 1: 1;

En cuanto a los recipientes, los vasos desechables ( $\bar{x}$  0.35,  $s$  = 0.14) tuvieron diferencias significativas con respecto a las bolsas de polietileno ( $\bar{x}$  0.25,  $s$  = 0.15).

### **3.3 Masa verde de la raíz**

El sustrato que presentó mejores resultados numéricos fue el S1 (1/2 de suelo + 1/4 de EP + 1/4 de CAC), seguido del S3 (1/2 de suelo + 1/4 de EB + 1/4 de CAC), S4 (1/3 de suelo + 1/3 EB + 1/3 de CAC) y el S2 (1/3 de suelo + 1/3 EP + 1/3 CAC), este último fue el único que presentó estadísticamente diferente de los demás sustratos.

De esta forma, el sustrato que presentó mejores resultados numéricos para la masa verde de la raíz fue el S1 ( $\bar{x}$  1.84,  $s$  = 1.05), seguido del S3 ( $\bar{x}$  1.83;  $s$  = 0.84) el S4 ( $\bar{x}$  1.46,  $s$  = 0.86). A continuación, se citan trabajos similares, para fines de comparación:

a) Costa, Santos y Vieira (2009) afirmaron que sustratos compuestos de suelo + compuesto orgánico + vermiculita, en la proporción volumétrica de 1: 1: 1, proporcionan una mejor acumulación de masa fresca radicular con media de 2.56 g, 50 a DDS;

b) Mendonça et al. (2003) destacaron que las mudas de papaya producidos en sustratos a base de estiércol de corral + carbón vegetal + suelo y arena en la proporción de 2: 1: 1: 1, presentaron mejores resultados con promedio de 3.69 g a los 60 DDS.

En el caso de las bolsas de polietileno ( $\bar{x}$  0.81,  $s$  = 0.56), se observaron diferencias significativas entre los recipientes, siendo que los vasos desechables ( $\bar{x}$  1.93,  $s$  = 1.04)).

### **3.4 Masa verde de la parte aérea**

Se observaron diferencias significativas entre los sustratos probados para variable masa verde aérea, donde los sustratos que presentaron mejores resultados fueron el S1 (1/2 de suelo + 1/4 de EP + 1/4 de CAC) y S3 (1/2 de suelo + 1/4 de EB + 1/4 de CAC), no difiriendo estadísticamente. Sin embargo, el sustrato S2 no se diferenció estadísticamente del S4 (1/3 de suelo + 1/3 EB + 1/3 de CAC). El sustrato S2 (1/3 de suelo + 1/3 CA + 1/3 CAC) presentó una media estadísticamente inferior a todos los demás sustratos.

Para la comparación con los resultados obtenidos por los sustratos S1 ( $\bar{x}$  5.94,  $s$  = 2.21), S3 ( $\bar{x}$  5.03,  $s$  = 1.81) y S4 ( $\bar{x}$  3.71,  $s$  = 1.41), se presentan los resultados encontrados por otros autores:

a) Costa, Santos y Vieira (2009) reportaron 5.03 g de masa fresca aérea en sustratos a base de suelo + compuesto orgánico + vermiculita, en la proporción volumétrica de 1: 1: 1, mudas evaluadas con 50 DDS;

b) Mendonça et al. (2003) obtuvieron a los 60 DDS una media de 9.85 g de masa fresca de la parte aérea con sustrato a base estiércol de corral + carbón vegetal + suelo y arena en la proporción de 2: 1: 1: 1 y bolsas de polietileno de 750 ml.

En cuanto a los recipientes, queda claro que hay diferencias significativas, siendo que los vasos desechables ( $\bar{x}$  4.63,  $s$  = 2.68) tuvieron mejores resultados en comparación con los sacos de polietileno ( $\bar{x}$  2.95,  $s$  = 2.29).

### **3.5 Masa seca de la raíz**

Las medias para la variable de respuesta para los sustratos S1, S3 y S4 no diferenciaron estadísticamente. Sin embargo, para el sustrato S4, la media no fue diferente del sustrato S2, que claramente tuvo problemas de desarrollo.

En el caso de que el sustrato S3 ( $\bar{x}$  0.39,  $s$  = 0.16), se observó en los resultados, se observó un mayor promedio numérico, seguido del S1 ( $\bar{x}$  0.38,  $s$  = 0.30). Para fines de comparación, se presentan los resultados encontrados por otros autores:

a) Costa, Santos y Vieira (2009) evaluaron el experimento con 50 DDS, obteniendo un resultado de 0.35 g utilizando sustrato a base de suelo + compuesto orgánico + vermiculita, en la proporción volumétrica de 1: 1: 1;

b) Melo et al. (2007) a los 60 DDS obtenidos de 0.43 g, utilizando sustrato compuesto por 45 ml de estiércol de pollo + 135 ml de cáscara de arroz carbonizada + 120 ml de tierra vegetal;

c) Mendonça et al. (2003) reportaron 0.16 g de masa seca de raíz a los 60 DDS, utilizando sustrato compuesto por la mezcla de estiércol de corral + carbón vegetal + suelo y arena en la proporción de 2: 1: 1: 1;

Se observa que existen diferencias significativas entre los recipientes, siendo que los vasos desechables ( $\bar{x}$  0.41 g,  $s$  = 0.24) tuvieron mejores resultados en comparación con los sacos de polietileno ( $\bar{x}$  0.16 g;  $s$  = 0.10).

### **3.6 Masa seca de la parte aérea**

En respuesta a la media de masa seca de la parte aérea de las mudas de papaya, no hubo sustrato que haya presentado mejor resultado, sin embargo, el sustrato S2 presentó diferencias significativas en relación con todos los demás sustratos.

Ninguno de los sustratos destacó estadísticamente, sin embargo, numéricamente, el sustrato que tuvo mejor resultado fue el S3 ( $\bar{x} > 0.47$ ,  $s = 0.17$ ), seguido del S1 ( $\bar{x} > 0.46$ ,  $s = 0.16$ ) y el S4 ( $\bar{x} > 0.35$ ,  $s = 0.13$ ). En comparación con los resultados obtenidos con otros autores, se percibe que los sustratos probados tuvieron resultados inferiores:

a) Mendonça et al. (2003) alcanzaron 0.91 g de masa seca aérea, con sustrato compuesto por estiércol de corral + carbón vegetal + suelo y arena en la proporción de 2: 1: 1: 1, evaluado con 60 DFS;

b) Negros et al. (2005), a los 90 DDS, obtuvieron masa seca aérea de 1.87 g utilizando sustrato a base Plantmax, estiércol de corral, suelo y arena - 1: 1: 1: 1.

## **4 DISCUSIONES**

Conforme constatado, el sustrato S2 presentó baja germinación de semillas y formación de plantas raquíticas y defectuosas. El mal desempeño en la formación de las mudas, observado en el sustrato S2, puede ser atribuido al exceso de micronutrientes, como el manganeso (Mn) y el zinc (Zn) y, principalmente, al alto contenido de Potasio (K) (ver Tabla 1), que puede haber causado salinización y, consecuentemente, los síntomas observados en las mudas (Figura 1). Anjos et al. (2015) atribuyen a la alta disponibilidad de potasio la incompatibilidad en la absorción de otros nutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas, como el calcio (Ca), el magnesio (Mg) y el nitrógeno (N), o incluso causar la toxicidad debido a la alta salinidad.

Sin embargo, al comparar los valores numéricos de la altura de mudas, masa verde aérea y masa seca del sistema radicular, los resultados son superiores a los promedios de otros trabajos, como los realizados por Araújo et al. (2013), Costa, Santos y Vieira (2009), Costa et al. (2010), Melo et al. (2007), Mendonça et al. (2003), Mendonça et al. (2006), Mendonça et al. (2007), Mezquita et al. (2012), Negreiros et al. (2005) y Pereira et al. (2015).

Por otro lado, para el diámetro del tallo, masa verde de la raíz y masa seca aérea en relación a la producción de mudas de papaya, se puede notar que los resultados obtenidos fueron inferiores a los encontrados por los estudiosos, hecho que se puede atribuir a las diferentes variedades de papaya, las diferentes proporciones de materiales orgánicos utilizados en la elaboración de los sustratos alternativos, así como a los diferentes recipientes y ambientes utilizados para la conducción de las plantas, lo que puede haber influenciado directamente en el desempeño de las mudas.

Los mismos autores afirman, además, que recipientes mayores tienen mayor volumen de sustrato, lo que auxilia en el mejor desarrollo de mudas de papaya. Los recipientes menores,

disminuyen la calidad de las mudas, pues proporcionan menor cantidad de agua y nutrientes para la planta, delimitando tanto crecimiento radicular, como de parte aérea.

## **5 CONCLUSIONES**

Se verificó por la literatura consultada que es importante el desarrollo de estudios que identifiquen a escala regional o local, recipientes y sustratos alternativos a los comerciales, que sean adecuados para la producción de mudas sanas y vigorosas, pero que al mismo tiempo minimicen los costos de implementación. En este estudio se probó la influencia de materiales orgánicos provenientes de los subproductos locales y de recipientes en el crecimiento inicial de las mudas de papaya, específicamente para las condiciones de Nova Mutum, MT.

Para las respuestas de alturas de mudas, diámetros del tallo, masa verde de la parte aérea y del sistema radicular, masa seca de la parte aérea y del sistema radicular no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los sustratos, excepto para el sustrato compuesto por suelo, estiércol de pollo y cáscara de arroz carbonizada (1: 1: 1) con media inferior a los demás. Siendo que esto ocurrió ciertamente por interferencias químicas de la propia composición del sustrato.

Para el factor masa verde de la parte aérea, se constató que los sustratos compuestos por suelo, cama de aviar y cáscara de arroz carbonizada (2: 1: 1) y el sustrato a base de suelo, estiércol bovino y cáscara de arroz carbonizada 2: 1: 1), no tuvieron diferencias estadísticamente. Sin embargo, el sustrato compuesto por suelo, cama de aviar y cáscara de arroz carbonizada (1: 1: 1) se diferenció estadísticamente del sustrato compuesto por suelo, estiércol bovino y cáscara de arroz carbonizada (1: 1: 1).

A pesar de que los sustratos probados no presentaban diferencias significativas, los resultados numéricos encontrados para las características altura, masa verde de la parte aérea y masa seca de la raíz, fueron similares a los encontrados por otros autores. Lo que muestra que los subproductos de la región testados presentan buenos resultados, principalmente la mezcla compuesta por suelo, cama de aviar y cáscara de arroz carbonizada (2: 1: 1).

Por último, en la comparación de los diferentes recipientes, el vaso desechable presentó mejores resultados en relación con el saco de polietileno, para todas las características evaluadas. Este factor puede ser explicado por el mayor volumen de sustrato utilizado, proporcionando mayor cantidad de agua y nutrientes para las mudas.

## **6 REFERENCIAS**

DE ARAUJO, A. C., DE ARAÚJO, A. C., DANTAS, M. K. L., PEREIRA, W. E., & ALOUFA, M. A. I. (2013). Utilização de substratos orgânicos na produção de mudas de mamoeiro Formosa. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 8(1).



- BEZERRA, F. C. (2003). Produção de mudas de hortaliças em ambiente protegido. Embrapa Agroindústria Tropical.
- CANESIN, R. C. F. S., & CORRÊA, L. D. S. (2006). Uso de esterco associado à adubação mineral na produção de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 481-486.
- COSTA, E., SANTOS, L. D., & VIEIRA, L. C. (2009). Produção de mudas de mamoeiro utilizando diferentes substratos, ambientes de cultivo e recipientes. *Engenharia agrícola*, 29(4), 528-537.
- COSTA, E., LEAL, P. A. M., SANTOS, L. C. R. D., & VIEIRA, L. C. R. (2010). Crescimento de mudas de mamoeiro conduzidas em diferentes ambientes protegidos, recipientes e substratos na região de Aquidauana, Estado do Mato Grosso do Sul. *Acta Scientiarum. Agronomy*.
- DANTAS, J. L. L.; JUNGHANS, D. T; DE LIMA, J. F. (2013). Mamão: o produtor pergunta, a Embrapa responde. 2ª edição, 170 p. Brasília, DF: Embrapa, 2013.
- BASTOS, D. C., LEO, P. D. S., DE SOUZA, P. M., & FOLLE, A. D. (2009). Aspectos técnicos e legais para produção de mudas. In Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SEMANA INTERNATIONAL DA FRUTICULTURA, FLORICULTURA E AGROINDÚSTRIA, 16.; AGROFLORES, 11., 2009, Fortaleza. Desafios na exportação e oportunidades no mercado interno: Frutal 2009. Fortaleza: Instituto Frutal, 2009.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:  
<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/mt/nova-mutum/panorama> Acesso em 15 set. 2017.
- LACERDA, J. S. de. et al. (2009). Produção de mudas de mamoeiro (*Carica papaya*) em substratos fertilizados com adubação potássica. *Engenharia Ambiental*, v. 6, n. 1, p. 293-302.
- DE LIMA, R. DE L. S. et al. (2006). Volume de recipientes e composição de substratos para produção de mudas de mamoneira. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 30, n. 3, p. 480-486.
- MARIN, S. L. D. (2004). Mamão Papaya: produção, pós-colheita e mercado. Fortaleza: Instituto Frutal, 82 p.
- MENDONÇA, V. et al., (2003). Diferentes substratos e recipientes na formação de mudas de mamoeiro 'Sunrise Solo'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 25, n. 1, p. 127-130.
- MENDONÇA, V. et al. (2006). Crescimento de mudas de mamoeiro 'Formosa' em substratos com utilização de compostos orgânico e superfosfato simples. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 30, n. 5, p. 861-868.
- MENDONÇA, V. et al. (2007) Diferentes níveis de composto orgânico na formulação de substrato para a produção de mudas de mamoeiro 'Formosa'. *Revista Caatinga*, v. 20, n. 1, p. 49-53.
- NEGREIROS, J. R. da S. et al. (2005). Diferentes substratos na formação de mudas de mamoeiro do Grupo Solo. *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 11, n. 1, p. 101-103. Universidade Federal de Viçosa.



- POSSE, S. C. P. (2005). Produção de mudas de mamoeiro: tratamento da semente, recipiente, substrato e condicionamento mecânico. Tese de doutorado em Produção Vegetal. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.
- YAMANISHI, O. K. et al. (2004). Efeito de diferentes substratos e duas formas de adubação na produção de mudas de mamoeiro. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 26, n. 2, p. 276-279.