

Material reflectante en bancos de cultivo y paja de arroz sobre el sustrato en la producción de plántulas de papaya

Rogério do Carmo Cabral¹
Eduardo Pradi Vendruscolo¹
Murilo Battistuzzi Martins¹
Tiago Zoz¹
Edilson Costa¹
Abimael Gomes da Silva^{2§}

¹Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul-UEMS. Unidade Universitária de Cassilândia. Cassilândia, MS, Brasil. CEP. 79540-000. (rogeriocarmocabral@gmail.com; eduardo.vendruscolo@uems.br; murilo.martins@uems.br; zoz@uems.br; edilson.costa@uems.br). ²Universidade Estadual Paulista-UNESP-Campus de Ilha Solteira. Ilha Solteira, SP, Brasil. CEP. 15385-000. (ag.silva@unesp.br).

§Autor para correspondencia: ag.silva@unesp.br.

Resumen

Mejorar las condiciones ambientales en la producción de plántulas al expandir la distribución de la radiación fotosintéticamente activa en las hojas abaxiales y proteger el sustrato con paja puede promover la producción de plántulas de mayor calidad. Este estudio tuvo como objetivo evaluar los materiales reflectantes sobre el banco de cultivo y el uso de paja de arroz sobre el sustrato en la formación de plántulas de papaya del grupo ‘Formosa’. El análisis conjunto se realizó considerando un diseño experimental completamente al azar en un esquema factorial 3 x 2, con cinco repeticiones y seis plántulas por parcela. Se evaluó el uso de pantalla aluminizada (Aluminet[®]) y papel de aluminio con un área de 1 m x 1.2 m como material reflectante en el banco de cultivo y el tratamiento sin material reflectante. Además, se evaluó la presencia y ausencia de una capa de paja de arroz con una altura de 5 cm, como cobertura sobre el sustrato. En los bancos con papel de aluminio y sin material reflectante, la producción de plántulas sin paja de arroz sobre el sustrato proporcionó plántulas de papaya de mayor calidad que la paja de arroz sobre el sustrato. El papel de aluminio produjo plántulas de papaya de alta calidad en los tratamientos con paja de arroz sobre el sustrato. La pantalla aluminizada en el banco de cultivo no fue favorable para la producción de plántulas de papaya.

Palabras clave: *Carica papaya*, papel de aluminio, radiación fotosintética, paja de arroz.

Recibido: septiembre de 2020

Aceptado: noviembre de 2020

Introducción

La tecnología de ambiente vegetal aplicada al sistema de producción de plántulas de papaya (*Carica papaya*) ha mostrado una mejora y un aumento en la calidad de las plántulas formadas para su uso en el campo. Plántulas sanas, de calidad superior, con un adecuado desarrollo y partición de materia seca entre parte aérea y raíz, brindan una mayor supervivencia en el campo después del trasplante y tienen un impacto positivo en la producción. El medio ambiente protegido ha promovido un aumento en la calidad de las plántulas de papaya. Sin embargo, varias condiciones y técnicas influyen en la eficiencia de los entornos protegidos, como la ubicación geográfica, la época del año, el tipo de entorno en términos de forma y dimensiones, los niveles de sombreado, los tipos de material de las pantallas, así como la pantalla debajo de la pantalla. película de polietileno.

En un período de menor precipitación, la caseta agrícola con pantallas negras y aluminizadas, en comparación con el invernadero agrícola con película de polietileno, proporciona a las plántulas de papaya del grupo ‘Sunrise solo’ con mayor altura y número de hojas (Costa *et al.*, 2010), y plántulas de mayor calidad para el grupo ‘Formosa’ (Santos *et al.*, 2016) y mayor materia seca en una caseta agrícola con pantalla de aluminio para el grupo ‘Sunrise solo’ (Costa *et al.*, 2009). En períodos de mayor precipitación, el invernadero, en comparación con las pantallas, permite plantas más grandes con mayor número de hojas (Costa *et al.*, 2011). En un período de temperatura media, tanto el invernadero agrícola como la pantalla negra promueven plántulas de calidad para el grupo ‘Sunrise Solo’ (Faria *et al.*, 2013). La pantalla de sombreado bajo la película de polietileno promueve una mayor velocidad de emergencia de plántulas de papaya del grupo ‘Formosa’ (Silva *et al.*, 2013) y la pantalla de sombreado de 18 y 35% origina plántulas con mayor altura de planta, diámetro de tallo, materia seca y el índice de calidad de Dickson que la pantalla de sombreado de 0 y 50% (Salles *et al.*, 2019).

Combinado con entornos protegidos, el uso de material reflectante en los bancos de cultivo se ha mostrado prometedor para aumentar la calidad de las plántulas. El uso de papel de aluminio como material reflectante en bancos de cultivo, en asociación con un ambiente de cultivo de invernadero agrícola con una pantalla de sombra 42-50% debajo de la película de polietileno, tuvo un efecto positivo en el aumento de la calidad de las plántulas de *Schizolobium amazonicum* (Mortate *et al.*, 2019). Para jambolan (*Syzygium cumini*), las mejores plántulas se formaron con el uso de material reflectante de papel de aluminio en una casa de malla agrícola con 30% de sombra (Salles *et al.*, 2017). Las plántulas de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims. F. Flavicarpa Deg) producidas sobre el espejo como material reflectante mostraron una mayor tasa de crecimiento y materia seca de brotes en comparación con las producidas sobre la tela con lentejuelas (Santos *et al.*, 2017).

Otra técnica para mejorar las condiciones de cultivo de las plántulas, dentro de un ambiente protegido, es el recubrimiento del sustrato con una capa de paja de arroz u otro material y según Carneiro (1995), el espesor adecuado de esta capa conserva la humedad para el desarrollo radicular. La cáscara de arroz carbonizada como cubierta de sustrato proporcionó plántulas de plántula de mayor calidad (*Myracrodruon urundeuva*); sin embargo, la arena lavada no era adecuada para este propósito (Tsukamoto Filho *et al.*, 2013). La cobertura del sustrato con fibra de coco promovió efectos negativos en la producción de plántulas de *Capparis yco* (Freire *et al.*, 2019).

Este estudio tuvo como objetivo evaluar los materiales reflectantes sobre el banco de cultivo y el uso de paja de arroz sobre el sustrato en la formación de plántulas de papaya del grupo ‘Formosa’.

Material y métodos

Los experimentos se llevaron a cabo en el área experimental de la Universidad Estatal de Mato Grosso do Sul (UEMS), en Cassilândia-MS, del 17 de abril de 2019 al 24 de junio de 2019. Se utilizó un ambiente protegido (invernadero agrícola), con una estructura de acero galvanizado de 8 m de ancho por 18 m de largo y 4 m de alto, revestida con film de polietileno de baja densidad de 150 micras y pantalla Termorefectante (LuxNet) con 42-50% de sombreado bajo el film.

El estudio evaluó el uso de materiales reflectantes en el banco de cultivo y el uso de paja de arroz como base del sustrato. Como no hay repetición de materiales reflectantes, cada material se consideró un experimento, en el que se evaluó la presencia y ausencia de paja de arroz como recubrimiento sobre el sustrato. El análisis conjunto se realizó según Banzatto y Kronka (2013).

El análisis conjunto se realizó considerando un diseño experimental completamente al azar en un esquema factorial 3 x 2, con cinco repeticiones y seis plántulas por parcela. Se evaluó el uso de pantalla aluminizada (Aluminet®) y papel de aluminio con un área de 1 m x 1.2 m como material reflectante en el banco de cultivo y tratamiento sin material reflectante. Asimismo, se evaluó la presencia y ausencia de una capa de paja de arroz de 5 cm de altura, como recubrimiento del sustrato.

Se utilizaron bolsas de plástico de polietileno (15 x 25 cm) rellenas con 1.8 dm³ de un sustrato comercial (Carolina Soil®) para producir las plántulas de papaya. Se sembraron cuatro semillas por bolsa plástica el 17 de abril de 2019 y se observó la emergencia de plántulas ocho días después de la siembra (DAS). Cuando las plántulas tuvieron tres hojas completamente expandidas, se realizó un aclareo, dejando la plántula con mayor vigor.

Las plántulas se regaron mediante un sistema de microaspersión suspendido. A los 20 DAS se realizó la fertilización con NPK (4-14-8) a dosis de 400 kg ha⁻¹, diluido en agua, y se aplicaron 50 ml de la solución por plántula. A 35 DAS, 130 ml de fertilizante líquido Quimifol Fert (Nitrógeno: 14%; Fósforo: 18%; Potasio: 20%; Magnesio: 1%; Azufre: 1.5%; Boro: 0.03%; Manganeso: 0.1%; Molibdeno: 0.02 % y Zinc: 0.1%) por plántula.

Las mediciones de la radiación fotosintéticamente activa reflejada ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) en cada banco se realizaron a las 10 am, con el sensor hacia abajo a una distancia promedio de 20 cm del material reflectante. La radiación fotosintéticamente activa incidente ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) dentro y fuera del ambiente protegido se evaluó con el sensor hacia arriba, midiéndose con el equipo Apogee modelo MP-200. Cada mes de recolección, de abril a junio, se consideró una repetición, totalizando tres repeticiones (tres bloques), y se utilizaron para comparar estadísticamente los datos de radiación fotosintéticamente activa reflejada. La radiación fotosintéticamente activa incidente fuera del ambiente protegido fue 1 410, 1 288.6, 1 208.5 y 1 302.4 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ y dentro del ambiente protegido fue 321, 275.9, 272.3 y 289.7 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para abril, mayo, junio y la media general.

Las variables MSB, relación S:R y relación R:T tuvieron la relación entre el cuadrado medio mayor y menor del residuo mayor o igual a 7, y según Banzatto y Kronka (2013), el análisis conjunto y la comparación entre los materiales reflectantes no se realizaron. Las otras variables permitieron realizar el análisis conjunto y la comparación de materiales reflectantes ya que la RMSR de los análisis individuales fue menor a 7.

Influencia de la interacción entre los factores estudiados (material reflectante y cobertura de paja de arroz) sobre las variables diámetro del tallo a 49 DAS (DT2) y 68 DAS (DT3), número de hojas a 33 DAS (NH1), materia seca de la raíz (MSR), materia seca total (MST) e índice de calidad de Dickson (ICD). No hubo influencia de la interacción sobre las otras variables y se evaluaron sus resultados globales (Tabla 1).

Tabla 1. Resumen del análisis de la varianza de la altura de la planta en 33 DAS (AP1), 49 en DAS (AP2) y 68 en DAS (AP3), diámetro del tallo en 33 DAS (DT1), 49 DAS (DT 2) y 68 DAS (DT 3), número de hojas a 33 DAS (NH1), 49 DAS (NH2) y 68 DAS (NH3).

Tratamientos	AP1	AP2	AP3	DT1	DT2	DT3	NH1	NH2	NH3
Material reflectante (MR)	**	**	**	**	**	**	*	*	ns
Recubrimiento de sustrato (RS)	**	*	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns
MR x RS	ns	ns	ns	ns	*	*	**	ns	ns
Tratamientos	MSR	MST	H:D1	H:D2	H:D3	ICD	TCA1	TCA2	TCA3
Material reflectante (MR)	**	**	ns	**	ns	**	**	**	**
Recubrimiento de sustrato (RS)	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	ns
MR x RS	*	**	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns

Materia seca de la raíz (MSR); materia seca total (MST); la relación entre la materia seca del brote y materia seca de la raíz (S:R); la relación entre la altura de la planta y el diámetro del tallo (H:D); el índice de calidad de Dickson (ICD); la tasa de crecimiento absoluto entre 33 y 49 DAS (TCA1), entre 49 y 68 DAS (TCA2) y entre 33 y 68 DAS (TCA3) de plántulas de papaya; ns = no significativo; * = significativo al 1% de probabilidad; ** = significativo al 5% de probabilidad.

En las evaluaciones iniciales de la altura de las plantas (33 y 49 DAS), las plantas en el banco con papel de aluminio y sin material reflectante, así como en el sustrato sin cubierta, tuvieron la mayor altura. Sin embargo, a los 68 DAS, no hubo diferencia entre la presencia y la ausencia de cobertura de paja de arroz sobre el sustrato, y las plantas en el banco con papel de aluminio tuvieron mayor altura (Figura 2). El mayor valor de RFA promovido por papel de aluminio (Figura 1) en la cara abaxial de las hojas proporcionó plantas más grandes (Figura 2) porque RFA está directamente relacionado con el crecimiento de la planta, la producción de fitomasa y la morfología de la planta.

No hubo diferencia entre los materiales reflectantes para el número de hojas a 68 DAS (NH3) y la relación H:D a 33 DAS (H:D1) y 68 DAS (H:D3) (Tabla 2). Estos resultados muestran que cuando las plantas pudieron ser trasplantadas, no mostraron tendencia a la etiolación (H:D3) debido al cultivo en bancos con diferentes materiales reflectantes, y el número de hojas (NL3) fue adecuado para cumplir con la demanda fotosintética.

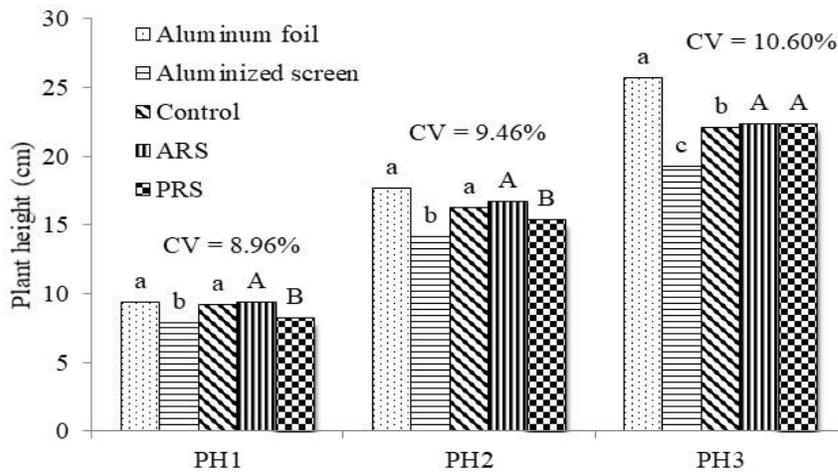


Figura 2. Altura de la planta a 33 DAS (AP1), 49 DAS (AP2) y 68 DAS (AP3). Las medias seguidas de las mismas letras en las columnas, para cada variable, no difieren entre sí por la prueba de Tukey para el material reflectante en los bancos de cultivo y por la prueba F para la presencia o ausencia de paja de arroz como núcleo sobre el sustrato, ambos a un nivel de significancia de 5%. APA= ausencia de paja de arroz como núcleo sobre el sustrato; PPA= presencia de paja de arroz como núcleo sobre el sustrato. CV= coeficiente de variación.

Tabla 2. Diámetro del tallo a 33 DAS (DT1), número de hojas a 49 DAS (NH2) y 68 DAS (NH3), relación H:D a 33 DAS (H:D1), 49 DAS (H:D2) y 68 DAS (H:D3), tasa de crecimiento absoluto de 33 a 49 DAS (TCA1), de 49 a 68 DAS (TCA2) y de 33 a 68 DAS (TCA3) de plántulas cultivadas en banco de cultivo con material reflectante, presencia y ausencia de paja de arroz como recubrimiento del sustrato.

Banco de cultivo	DT1	NH2	NH3	H:D1	H:D2	H:D3	TCA1	TCA2	TCA3
Papel aluminio	2.71 a	7.6 b	9.2 a	3.49 a	3.12 c	2.79 a	0.51 a	0.43 a	0.47 a
Pantalla de aluminio	2.17 b	8.2 a	9.2 a	3.64 a	3.65 a	2.74 a	0.4 b	0.27 b	0.33 b
Control	2.61 a	8.3 a	9.6 a	3.54 a	3.36 b	2.73 a	0.44 ab	0.3 b	0.37 b
Sustrato	DT1	NH2	NH3	H:D1	H:D2	H:D3	TCA1	TCA2	TCA3
Sin cobertura	2.57 a	8.2 a	9.47 a	3.68 a	3.4 a	2.71 a	0.46 a	0.3 b	0.37 a
Con cobertura	2.42 a	7.87 a	9.2 a	3.43 b	3.35 a	2.79 a	0.45 a	0.37 a	0.4 a
CV (%)	8.48	6.63	6.49	9.05	6.48	9.99	18.15	21.17	16.15

Las medias seguidas de las mismas letras en las columnas, para cada variable, no difieren entre sí por la prueba de Tukey para el material reflectante en los bancos de cultivo, y por la prueba F para la presencia o ausencia de paja de arroz como recubrimiento sobre el sustrato, ambos a un nivel de significancia de 5%. CV= coeficiente de variación.

El diámetro de tallo más pequeño se observó a 33 DAS (DT1) en las plantas cultivadas en la pantalla aluminizada. A los 49 DAS, en papel de aluminio, se observó el menor número de hojas (NH2) y la menor relación H:D2 (Cuadro 2). Estos resultados revelan que el diámetro más pequeño (DT1) en la pantalla aluminizada al comienzo del crecimiento influyó en el alargamiento del tallo durante el desarrollo (H:D2). Sin embargo, no influyó al final del cultivo (H:D3).

Con el crecimiento de las plántulas, se observa que el papel de aluminio en el banco de cultivo promovió mayores tasas de crecimiento absoluto de 33 a 49 y de 33 a 68 DAS (Cuadro 2) debido a la mayor reflexión de este material (Figura 1) proporcionado mayor tasa de fotosíntesis de plántulas.

A 33 DAS, la relación H:D más alta se encontró para las plantas sin el uso de paja de arroz como recubrimiento sobre el sustrato. No hubo diferencia entre la presencia y ausencia de paja de arroz para las otras variables (Cuadro 2).

Cuando no se utilizó paja de arroz para cubrir el sustrato, se verificó el diámetro pequeño, la materia seca pequeña y el índice de calidad bajo en las plántulas cultivadas en la pantalla aluminizada. En el sustrato con paja de arroz, los promedios más altos de estas variables se encontraron en las plántulas cultivadas sobre papel de aluminio. En el banco de cultivo sin material reflectante, los valores más altos se observaron en plantas sin paja. En el banco de cultivo con pantalla aluminizada, la cobertura con paja de arroz no influyó en las variables evaluadas (Cuadro 3).

Tabla 3. Diámetro del tallo a 49 DAS (DT2) y 68 DAS (DT3), materia seca de la raíz (MSR), relación S:R, número de hojas a 33 DAS (NH1), materia seca total (MST) e índice de calidad de Dickson (ICD) de plántulas cultivadas en bancos de cultivo con material reflectante con presencia y ausencia de paja de arroz como cobertura del sustrato.

Material reflectante	DT2		DT3	
	Ausencia	Presencia	Ausencia	Presencia
Papel de aluminio	5.56 Aa	5.78 Aa	8.90 Ab	9.6 Aa
Pantalla de aluminio	4.02 Ca	3.78 Ca	7.13 Ba	6.96 Ba
Control	5.28 Aa	4.43 Bb	8.74 Aa	7.5 Bb
CV (%)	8.43		6.06	
Material reflectante	NH1		MSR	
Papel de aluminio	5.2 Ab	5.8 Aa	1.21 Ab	1.58 Aa
Pantalla de aluminio	5.2 Aa	5.2 ABA	0.61 Ca	0.63 Ba
Control	5.6 Aa	5 Bb	0.92 Ba	0.79 Ba
CV (%)	6.49		19.29	
Material reflectante	MST		ICD	
Papel de aluminio	3.98 Ab	5.01 Aa	0.79 Ab	1.02 Aa
Pantalla de aluminio	1.8 Ba	1.73 Ba	0.39 Ba	0.38 Ba
Control	3.16 Aa	2.1 Bb	0.63 Aa	0.46 Ba
CV (%)	19.76		20.94	

Las medias seguidas de mayúsculas en las columnas y minúsculas en las filas, para cada variable, no difieren entre sí por la prueba de Tukey para el material reflectante en los bancos de cultivo, y por la prueba F para la presencia o ausencia de paja de arroz como recubrimiento sobre el sustrato, ambos a un nivel de significancia de 5%. CV= coeficiente de variación.

En el banco de cultivo sin material reflectante, la influencia de la cobertura del sustrato con paja de arroz difiere de los resultados obtenidos por Tsukamoto Filho *et al.* (2013) que, utilizando cáscara de arroz carbonizada como cobertura de sustrato, obtuvieron mejores plántulas de *Schinus terebinthifolius* R. Sin embargo, Freire *et al.* (2019) no recomiendan el uso de fibra de coco como cobertura de sustrato porque redujo la calidad de las plántulas de *Capparys yco*, debido a la producción de metabolitos secundarios (aleloquímicos) por la fibra.

La asociación del uso de paja de arroz como recubrimiento sobre el sustrato y papel de aluminio en el banco de cultivo mejoró la calidad de las plántulas de papaya, en las cuales la paja de arroz mejoró las condiciones del sistema radicular (Carneiro, 1995; Tsukamoto Filho *et al.*, 2013) y el material reflectante ayudó en la mayor disponibilidad de energía lumínica a las hojas, mejorando así el proceso de fotosíntesis. Estos resultados fueron similares a los observados por Salles *et al.* (2017) para plántulas de jambolan (*Syzygium cumini*), Santos *et al.* (2017) para plántulas de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg), Mortate *et al.* (2019) para plántulas de paricá (*Schizolobium amazonicum*) y Costa *et al.* (2020) en la formación de plántulas de Baru (*Dipteryx alata* Vogel).

Para las variables que no permitieron la comparación de los materiales reflectantes en el banco de cultivo, se verificó solo en el banco sin material reflectante, mayor masa seca de la parte aérea en el sustrato sin paja de arroz como cobertura. En los bancos con materiales reflectantes, el uso de paja de arroz como cobertura del sustrato no influyó en las variables de las plántulas de papaya (Figura 3).

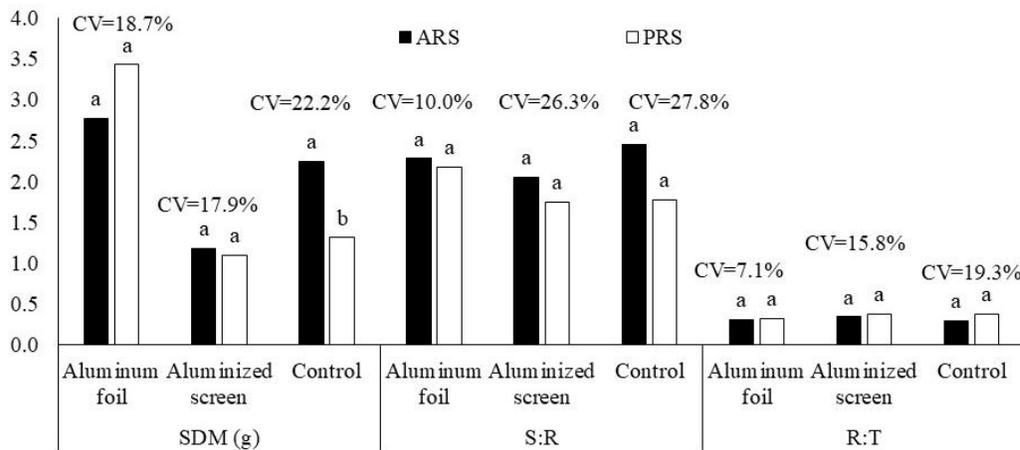


Figura 3. Materia seca de los brotes (MSB), relación entre la materia seca de los brotes y la materia seca de las raíces (S:R) y la relación entre la materia seca de las raíces y la materia seca total (R:T) de plántulas de papaya cultivadas en un banco de cultivo con material reflectante, con presencia y ausencia de paja de arroz como recubrimiento del sustrato. Las mismas letras no difieren entre sí por la prueba de Tukey para el material reflectante en los bancos de cultivo y por la prueba F para la presencia o ausencia de paja de arroz como núcleo sobre el sustrato, ambos a un nivel de significancia de 5%. APA= ausencia de paja de arroz como núcleo sobre el sustrato; PPA= presencia de paja de arroz como núcleo sobre el sustrato; CV= coeficiente de variación.

Se observa que la distribución de materia seca de brotes y raíces sigue una proporción, en promedio, 67% de la materia seca total se acumula en el brote y 33% en el sistema radical. Los materiales reflectantes del banco de cultivo y la presencia y ausencia de paja de arroz como recubrimiento sobre el sustrato no influyeron en esta proporción. Esto demuestra que el material reflectante y la cobertura para protección del sustrato aplicado a la formación de plántulas de papaya, prácticamente mantienen una proporción de 2:1 en la distribución de fotoasimilados entre brote y raíz de las plántulas; es decir, la materia seca del brote es dos veces mayor que la materia seca de la raíz (Figura 4).

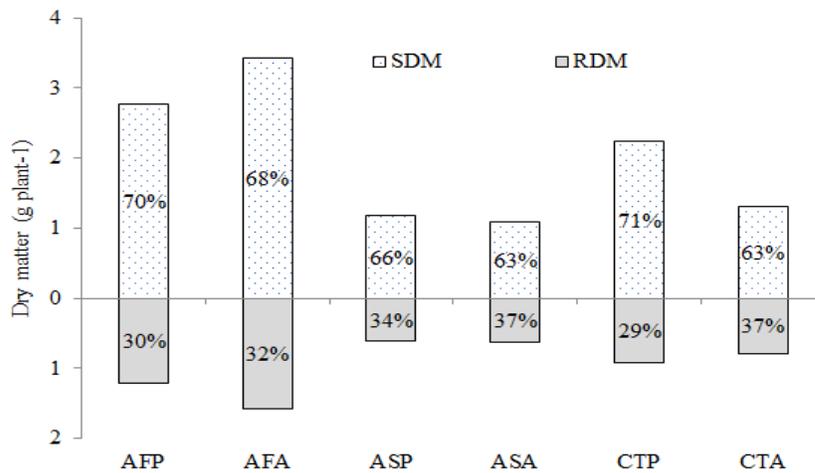


Figura 4. Distribución de materia seca entre parte aérea y sistema radicular en plántulas de papaya cultivadas en banco de cultivo con material reflectante y con presencia y ausencia de paja de arroz como recubrimiento del sustrato. Banco de cultivo con papel de aluminio y presencia de paja de arroz sobre el sustrato (AFP); banco de cultivo con papel de aluminio y ausencia de paja de arroz sobre el sustrato (AFA); banco de cultivo con pantalla aluminizada y presencia de paja de arroz sobre el sustrato (ASP); banco de cultivo con pantalla aluminizada y ausencia de paja de arroz sobre el sustrato (ASA); banco de cultivo sin ‘control’ de material reflectante y presencia de paja de arroz sobre el sustrato (CTP); banco de cultivo sin ‘control’ de material reflectante y ausencia de paja de arroz sobre el sustrato (CTA).

El papel de aluminio brindó mejores condiciones para la acumulación de materia seca de brotes y raíces con y sin paja de arroz como recubrimiento sobre el sustrato (AFP y AFA) (Figura 4), evidenciando un efecto positivo de esta técnica en la formación de plántulas de papaya de alta calidad. De la correlación entre la calidad de la plántula y la distribución de materia seca de brotes y raíces, se puede inferir que una plántula de papaya de alta calidad tiene, en promedio, 2/3 de la materia seca total acumulada en el brote y 1/3 en la raíz.

Conclusiones

El uso de sustrato sin paja de arroz como recubrimiento sobre el sustrato proporciona las mejores plántulas en bancos con papel de aluminio y sin material reflectante. Cuando se usa paja de arroz para cubrir el sustrato, el papel de aluminio produce plántulas de papaya de la más alta calidad. El uso de pantalla aluminizada en el banco de cultivo no fue favorable para la formación de plántulas de papaya.

Agradecimientos

A la Fundación de Apoyo al Desarrollo de la Educación, la Ciencia y la Tecnología del Estado de Mato Grosso do Sul-FUNDECT (FUNDECT/CNPq/PRONEM-MS, Proceso 59/300.116/2015-Nº FUNDECT 080/2015), al CNPq y CAPES.

Literatura citada

- Banzatto, D. A. and Kronka, S. N. 2013. Experimentação agrícola. 3 (Ed.). Jaboticabal-SP. FUNEP. 247 p.
- Benincasa, M. M. P. 2003. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. Jaboticabal. FUNEP. 42 p.
- Dickson, A.; Leaf, A. L. and Hosner, J. F. 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle*. 36(1):10-13. doi: 10.5558/tfc36010-1.
- Carneiro, J. G. A. 1995. Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Curitiba. UFPR/FUPEF. Campos: UENF. 451 p.
- Costa, E.; Santos, L. C. R. and Vieira, L. C. R. 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. and Vieira, L. C. R. 2010. Crescimento de mudas de mamoeiro conduzidas em diferentes ambientes protegidos, recipientes e substratos na região de Aquidauana-MS. *Acta Scientiarum Agronomy*. 32(3):463-470. doi: 10.4025/actasciagron.v32i3.4449.
- Costa, E.; Leal, P. A. M.; Mesquita, V. A. G. and Sassaqui, A. R. 2011. Efeitos do Organosuper® e do ambiente protegido na formação de mudas de mamoeiro. *Engenharia Agrícola*. 31(1):41-55. Doi:10.1590/S0100-69162011000100005.
- Costa, E.; Lopes, T. C.; Silva, A. G.; Zoz, T.; Salles, J. S.; Lima, A. H. F.; Binotti, F. F. S. and Vieira, G. H. C. 2020. Reflective material in the formation of *Dipteryx alata* seedlings. *Res. Soc. Development*. 9(8):e430985428. doi: 10.33448/rsd-v9i8.5428.
- Faria, T. A. C.; Costa, E.; Oliveira, L. C.; Santo, T. L. E. and Silva, A. P. 2013. Volume of polyethylene bags for development of papaya seedlings in protected environments. *Engenharia Agrícola*. 33(1):11-18.
- Ferreira, D. F. 2014. SISVAR: a guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*. 38(2):109-112. doi: 10.1590/S1413-70542014000200001.
- Ferreira, D. F. 2019. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Ver. Bras. Biom.* 37(4):529-535. doi: 10.28951/rbb.v37i4.450.
- Freire, J. L. O.; Dias, C. S.; Arruda, J. A. and Nascimento, G. S. 2019. Produção de mudas de icozeiro (*Capparis yca*) irrigadas com águas salinas e cobertura do substrato com fibra de coco. *Ver. Ibero-Americana Ciênc. Amb.* 10(1):10-20. doi: 10.6008/CBPC2179-6858.2019.001.0002.
- Mortate, R. K.; Costa, E.; Vieira, G. H. C.; Costa, G. G. S.; Borges, R. S.; Barbosa, W. F. S. and Sousa, H. F. 2019. Levels of shading and reflective material in benches for *Schizolobium amazonicum* Seedlings. *J. Agric. Sci.* 11(5):485. doi: 10.5539/jas.v11n5p485.
- Salles, J. S.; Lima, A. H. F. and Costa, E. 2017. Mudas de jambolão sob níveis de sombreamento, bancadas refletoras e profundidade de semeadura. *Ver. Agric. Neotrop.* 4(1):110-118. doi: 10.32404/rean.v4i5.2181.

- Salles, J. S.; Lima, A. H. F.; Costa, E.; Cardoso, E. D. and Binotti, F. F. S. 2019. Papaya seedling production under different shading levels and substrate compositions. *Engenharia Agrícola*. 39(6): 698-706. doi: 10.1590/1809-4430-eng.agric.v39n6p698-706/2019.
- Santos, E. L. L.; Silva, A. K.; Curi, T. M. R. C.; Costa, E. and Jorge, M. H. A. 2016. Production of 'Formosa' papaya seedlings in different protected environments and organic substrates. *Ver. Agric. Neotrop*. 3(2):16-24. doi:10.32404/rean.v3i2.1107.
- Santos, T. V.; Lopes, T. C.; Silva, A. G.; Paula, R. C. M.; Costa, E. and Binotti, F. F. S. 2017. Produção de mudas de maracujá amarelo com diferentes materiais refletores sobre bancada. *Rev. Agric. Neotrop*. 4(4):26-32. doi:10.32404/rean.v4i4.1781.
- Silva, A. K.; Costa, E.; Santos, E. L. L.; Bennett, K. S. and Bennett, C. G. S. 2013. Produção de mudas de mamoeiro 'Formosa' sob efeito de tela termorrefletora e substratos. *Rev. Bras. Ciênc. Agr.* 8(1):42-48. doi:10.5039/agraria.v8i1a1996.
- Silva, B. L. B.; Costa, E.; Binotti, F. F. S.; Bennett, C. G. S. and Silva, A. G. 2018. Qualidade e crescimento de mudas de achachairu em função do substrato e sombreamento. *Pesquisa Agropec. Trop.* 48(4):407-413. doi:10.1590/1983-40632018v48i4.1781.
- Tsukamoto Filho, A. A.; Carvalho, J. L. O.; Costa, R. B.; Dalmolin, Â. C. and Brondani, G. E. 2013. Regime de regas e cobertura de substrato afetam o crescimento inicial de mudas de *Myracrodruon urundeuva*. *Revista Floresta e Ambiente*. 20(4):521-529. doi:10.4322/loram.2013.032.