

ESTUDIO DEL PEPINO (*Cucumis sativus* L.) EN TRES MEDIOS DE CULTIVO Y MACROTÚNELES CON MALLAS DE COLORES

Rendón-Aquino, Y.¹; Robledo-Torres, V.^{2*}; Mendoza-Villarreal, R.²; Ramírez-Godina, F.²; Vázquez-Badillo, M.E.²; Ibarra-Jiménez, L.³

¹ Alumna de la Maestría en Ciencias en Horticultura y ² Profesores Investigadores, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México C.P. 25315. ³ Investigador del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), Blvd. Enrique Reyna Hermosillo 140 C.P.25250 Saltillo, Coahuila, México.

*Autor para correspondencia: varoto@prodigy.net.mx

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo estudiar la respuesta del pepino al uso de tres medios de cultivo bajo mallas de colores con 30% de sombreo, el trabajo se desarrolló durante el ciclo Otoño-Invierno del 2014 en del Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en Buenavista, Saltillo Coahuila, México. Se utilizó un diseño factorial 4x3 (cuatro colores de mallas y tres medios de cultivo) con un total de doce tratamientos resultantes, establecidos con una separación de 30 cm entre plantas y 100 cm entre hilera, los tratamientos fueron (T1. Testigo Malla negra; T2. Malla blanca; T3. Malla roja; T4. Malla azul) con peat moss, fibra de coco, y suelo, se tomaron 5 plantas con competencia completa. De acuerdo a la comparación de medias, la malla de color rojo presentó los mejores resultados en relación al (PPP) peso promedio por planta (43257 gr), peso promedio por fruto (325.67 gr), para rendimiento total la malla roja y blanca mostraron valores de 21627 y 19273 gr/planta, en los medios de cultivo se encontró que se encontraron los mejores resultados en maceta con perlita-peat moss sobresaliendo en todas las variables agronómicas, en DP y DE se vio afectado por la fibra de coco y suelo. En las variables climáticas las mallas de colores (azul, roja, y blanca) transmitieron de 60% de RFA, con una temperatura interna de 26°C, mientras que en la malla negra se obtuvo el 64% de radiación con una temperatura de 27°C. Con estos datos se concluye que mediante el uso de mallas de colores se modifica el rendimiento, desarrollo, y se genera un microambiente adecuado en el cultivo de pepino, sin embargo con los medios de cultivo se superan los rendimientos hasta un 25%.

Palabras clave: Radiación, Área foliar, temperatura, Microambiente, Rendimiento.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años los recursos naturales como suelo, agua, clima son cada vez más limitantes para la producción de cultivos y se han deteriorado a lo largo del tiempo a causa de la sobrepoblación. Los recursos naturales y el cambio climático año tras año origina fuertes pérdidas en los cultivos, como consecuencia de altas o bajas temperaturas, vientos y granizadas, que pueden ser evitadas o reducir sus efectos mediante el uso de invernaderos, macrotúneles o uso de mallas plásticas. Sin embargo en el mercado frecuentemente se utilizan las mallas de color negro, con diferentes porcentajes de sombreo, y actualmente se han desarrollado mallas de colores que pueden alterar de forma importante el crecimiento, y desarrollo del cultivo. La agricultura protegida



MÉXICO
GOBIERNO DE LA REPÚBLICA



(AP) en México es uno de los componentes esenciales de la actividad agrícola de alta tecnología, al igual que en diferentes partes del mundo (Muñoz, 2003). La AP tiene una alta vinculación con la industria agroalimentaria nacional y de exportación, se estima que 80% de los cultivos bajo estos sistemas son tomate, pimiento y pepino (Castellanos, 2004) que se establecen directamente en suelo y el resto en algún tipo de sustrato distinto del suelo, ya sea natural o de síntesis, residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desarrollando un papel de soporte para la planta (Díaz, 2004). El pepino es un cultivo que para su producción es necesario un medio de cultivo que proporcione las condiciones físicas, químicas y biológicas, además de una radiación solar y temperaturas adecuadas para lograr alta eficiencia en procesos fisiológicos, que determinan el óptimo crecimiento y desarrollo vegetal para una alta producción de fruto, por lo tanto el estudio de diferentes medios de cultivo y el uso de mallas de colores pueden ser una alternativa para la producción de pepino. Por lo tanto el objetivo del presente trabajo fue estudiar la respuesta del pepino al uso de tres medios de cultivo bajo mallas de colores con 30% de sombreo, ya que este tipo de cubiertas de colores pueden mitigar el efecto negativo que algunos factores del clima tienen sobre las plantas.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El presente trabajo se llevó a cabo en macrotúneles situados en el Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. En Buenavista, Saltillo Coahuila, durante el ciclo otoño- invierno del año 2014. El lugar cuenta con un clima muy seco-semicalido con inviernos benignos y lluvias en los meses de Mayo a Julio. Las heladas empiezan en el mes de noviembre y terminan hasta el mes de marzo (Treviño, 2011). La preparación del terreno de siembra consistió en la instalación de estructuras de macrotúneles con material galvanizado de tal forma que quedaron firmes, y resistentes. A cada estructura se le asignó una malla de color diferente. Posteriormente se llevó a cabo la germinación en charolas de poliestireno con 200 cavidades y con sustrato perlita y peat moss en una relación 1:1, como material vegetativo se utilizaron semillas de pepino del híbrido "paraíso", después de que la planta tuvo 10 cm de altura se trasplantó a los diferentes medios de cultivo. Se utilizó un diseño factorial 4x3 (AxB), A= mallas, B= medios de cultivo, los tratamientos fueron los siguientes: T1. Testigo comercial (Malla negra), T2. Malla blanca, T3. Malla roja, T4. Malla azul, cada cubierta contó con los tres medios de cultivo, (bolis con fibra de coco, perlita y peat moss en maceta de 15 litros, así como un surco de suelo desnudo). Durante el ciclo del cultivo se etiquetaron al azar cinco plantas con competencia completa en las cuales se estudiaron las siguientes variables agronómicas: peso promedio por planta (gr), peso promedio por fruto (gr), número de frutos, diámetro polar (cm), diámetro ecuatorial (cm), y rendimiento total (gr). Para la medición de las variables de radiación fotosintéticamente activa (RFA), temperatura interior y temperatura exterior se instalaron sensores dentro y fuera de los macrotúneles. Los datos fueron analizados mediante el uso del programa SAS versión 9.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza exhibió diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre mallas para las variables; de rendimiento total (RT), peso promedio por planta (PPP), peso promedio por fruto (PPF), número de frutos (NF), y diámetro polar (DP), y solamente significativas ($p \leq 0.05$) para las variables RT, PPP y PPF. Lo anterior indica que las variables antes citadas respondieron de forma significativamente diferente al color de las mallas bajo estudio lo cual se muestra en el Cuadro 1, en el mismo cuadro se puede observar que para medios de cultivo se encontraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) en las variables RT, PPP, DP, y DE indicando que por lo menos un

medio de cultivo influyó de manera significativamente diferente al resto de los medios de cultivo. En la interacción de mallas por medios se observó que el comportamiento del cultivo bajo un medio no fue afectado al cambiarlo a una cubierta. Por su parte Ayala et al., 2011. Encontró que al evaluar el cultivo de tomate con un 50% de sombra en malla azul e iluminada se dieron los mejores resultados. Con el uso de mallas (roja, beige, verde y azul) aumenta el rendimiento de pimiento morrón (Ayala, et al., 2015).

Cuadro 1. Cuadrados medios y nivel de significancia del análisis de varianza en el uso de cuatro mallas de colores y tres medios de cultivo en pepino.

Fuente de Variación	GL	RT	PPP	PPF	NF	DP	DE
Repetición	1	5571920.7 ^{N/S}	223108.16 ^{N/S}	950.04 ^{N/S}	96.0 ^{N/S}	58.90**	0.71 ^{N/S}
Mallas	3	41311871.7**	1652707**	4359.59**	411.0**	21.25**	0.54 ^{N/S}
Medios	2	48353204.5**	1933680.8**	1999.50 ^{N/S}	169.79 ^{N/S}	32.83**	1.38**
Mallas*medios	6	5639511.9*	225623.37*	3037.38*	54.95 ^{N/S}	3.34 ^{N/S}	0.12 ^{N/S}
Error	11	2636409.9	105348.08	619.67	43.54	2.66	0
CV (%)		8.79	8.78	8.55	10.87	6.61	6.72

GL: Grados de libertad; RT: rendimiento total; PPP: peso promedio por planta; PPF: peso promedio por fruto; NF: número de frutos; DP: diámetro polar; De: diámetro ecuatorial; C.V (%) : coeficiente de variación. *, **, NS= Diferencias significativas (p=0.05), altamente significativas (p=0.01), y no significativas.

El cuadro 2 muestra el rendimiento de la malla blanca y roja fueron estadísticamente iguales (p≤0.05) aunque que el mayor rendimiento de fruto fue obtenido en el macrotúnel con malla roja, supero en 23.3% al obtenido en la malla negra que es la más utilizada regionalmente, sin embargo superó en 40.5% al rendimiento obtenido bajo la malla azul, el rendimiento promedio por planta mostró un comportamiento similar a lo señalado con la variable de rendimiento total, aunque en la variable PPF la malla blanca, roja y azul mostraron un peso promedio de fruto estadísticamente igual, pero en la malla roja se observo 25% mas rendimiento que en la malla negra. En éste sentido Ayala-Tafolla et al. (2015) encontraron que al usar malla roja y malla beige aumentaron el rendimiento de pimiento sobre todo con calidad de exportación, sin embargo Márquez et al. (2014), encontraron que al utilizar mallas de sombreado color perla y negra lograron mayores rendimientos de tomate cherry en comparación con tratamientos sin cubierta plástica.

En la variable NF, en la malla negra y blanca se observaron valores estadísticamente iguales, pero estadísticamente superiores a los observados en la malla roja y azul, lo cual indica que probablemente la modificación de la luz indujo cambios morfo génicos que indujeron mayor numero de frutos en las primeras y menor número de frutos en las segundas. En cuanto a LF ésta también fue mayor en la malla negra y roja, los valores observados en éstas mallas fueron estadísticamente iguales, pero la LF observada en la malla negra fue 18.68% superior a la LF observado en la malla azul, que fue la que presento el valor más bajo, igualmente en la malla azul también se presento el menor valor de DE, y la malla roja fue la que permitió producir los frutos con DE estadísticamente superiores a los obtenidos en la malla azul, ya que éstos tuvieron 15% menor tamaño que los obtenidos en la malla roja. Ayala et al., (2011), encontró datos similares al analizar la radiación solar transmitida en mallas sombras con un 30% de sombreado y se obtuvieron los mejores rendimientos con frutos de mayor calibre en mallas roja y malla perla. Por su parte Torres en el (2011) encontró datos que concuerdan con esta investigación al producir pepino sobre acolchado plástico de colores con casa sombra, modificando y favoreciendo la fructificación y el rendimiento del cultivo, por su parte Lobos (2010), menciona que al utilizar mallas con un 50% de sombreado se obtienen respuestas positivas en rendimiento del cultivo.

Cuadro 2. Comparación de medias de las variables agronómicas dependientes en el cultivo de pepino desarrollado en macrotúneles con mallas de colores en Saltillo, Coahuila, México.

Factor A	RT gr	PPP gr	PPF gr	NF	DP cm	DE cm
Malla Negra (testigo comercial)	17536.6 bc	3507.2 bc	260.17 b	68.000 a	26.7100 a	5.3583 ab
Malla Blanca	19273.8 ab	3854.7 ab	285.83 ab	67.667 a	23.7450 bc	5.2067 ab
Malla Roja	21627.8 a	4325.7 a	325.67 a	53.500 b	25.6667 ab	5.4767 a
Malla Azul	15442.3 c	3088.5 c	291.83 ab	53.500 b	22.5117 c	4.7550 b

Medias con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de comparación de Tukey con $p \leq 0.05$; RT= Rendimiento total; PPP= Peso promedio por planta; PPF= peso promedio por fruto; NF=Numero de frutos; DP= Diametro polar; DE= Diametro ecuatorial.

En el Factor B también se encontraron diferencias estadísticas significativas y al realizar la comparación de medias, se encontró que los pepinos desarrollados en maceta con turba rubia (peat moss), fueron los que tuvieron el mayor rendimiento de fruto, estos superaron en 25% al rendimiento observado en suelo a pesar de haber recibido ambos tratamientos la misma nutrición y riegos, entre los rendimientos obtenidos en suelo y fibra de coco no se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$), en la variable PPP se observó el mismo comportamiento: Sin embargo no se observaron diferencias en el peso promedio de fruto o numero de frutos por planta, indicando que estas variables fueron poco afectadas por el uso de suelo o fibra de coco utilizados como medio de cultivo. La longitud y diámetro ecuatorial de fruto si fueron afectadas por el medio de cultivo y la mayor longitud de de fruto (LF) fue obtenida en las plantas desarrolladas en maceta, de la misma forma los frutos obtenidos en maceta, presentaron los mayores DE, en ambos casos éstos valores fueron superiores estadísticamente a los valores obtenidos de las plantas desarrolladas sobre suelo. Esta información coincide con lo reportado por quienes encontraron que el uso de de perlita + peat moss en almácigos de lechuga produjeron el mejor desarrollo de plántulas.

Cuadro 3. Comparación de medias en variables agronómicas dependientes en el cultivo de pepino desarrollado en medios de cultivo dentro de macrotúneles con mallas de colores.

Factor B	RT	PPP	PPF	NF	DP	DE
S	16961	3391	281.	57.1	23.28	4.90
F	17131	3421	282.	59.0	23.79	5.126
Ma	21301	4261	309.	65.8	26.98	5.56.

Medias con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de comparación de Tukey con $p \leq 0.05$. RT= Rendimiento total; PPP= Peso promedio por planta; PPF= peso promedio por fruto; NF=Numero de frutos; DP= Diametro polar; DE= Diametro ecuatorial.

La Figura 1 muestra que la malla de color negro (testigo comercial) transmite aproximadamente 64% de la radiación total y representa a $928.418 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}^{-1}$ en el rango de la radiación PAR, mientras que la malla blanca transmitió $897.9823 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}^{-1}$, de radiación PAR que representa aproximadamente el 62% de la radiación total, en cambio la malla roja y la malla azul transmitieron solo un 60% de radiación fotosintéticamente activa con $865.9295 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}^{-1}$ y $857.8576 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}^{-1}$. En éste sentido Bastias *et al*, (2012) indican que la malla roja reduce un 27% de radiación fotosintéticamente activa en el cultivo de manzana Borkh, en cambio Ibarra (2012) determinó la radiación PAR en una cubierta plástica con acolchados de colores y su efecto sobre el crecimiento y rendimiento en granos de frijol con un 98% de radiación transmitida.

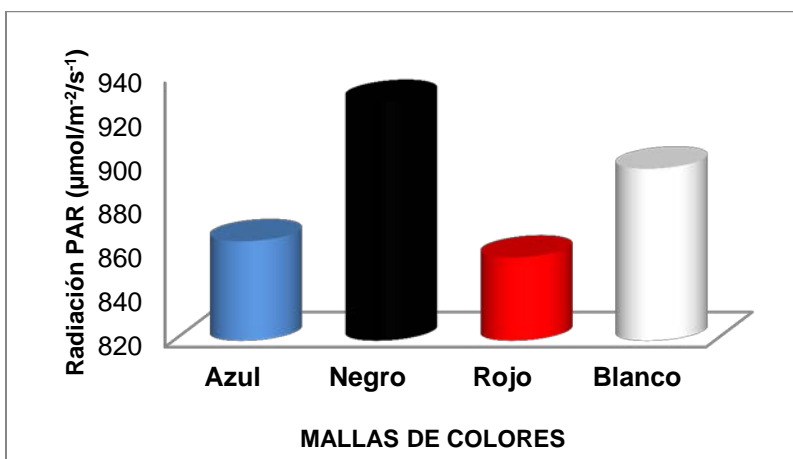
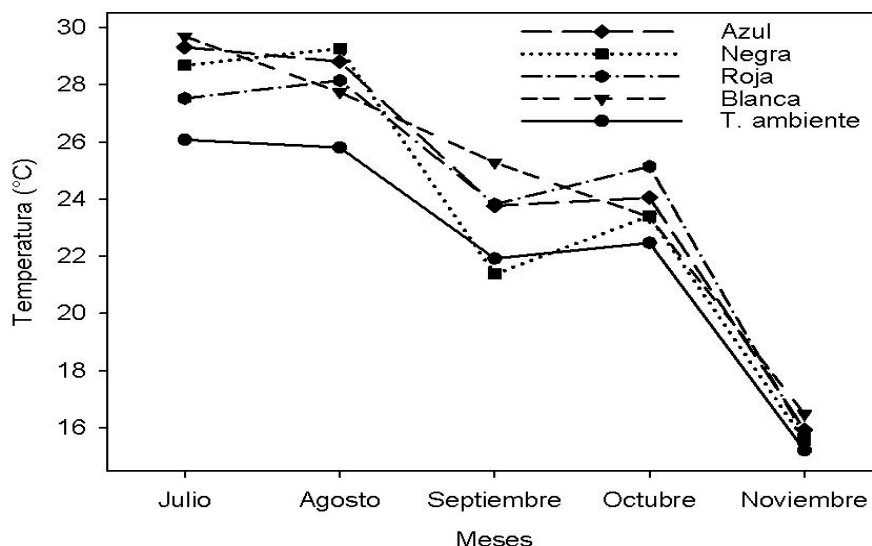


Figura 1. Radiación fotosintéticamente activa promedio transmitida al interior de los macrotúneles con cubiertas de colores durante el ciclo del cultivo de pepino.

La Figura 2 muestra la tendencia de temperatura dentro de los macro túneles comparada con la temperatura ambiente y muestra que dentro de las mallas de colores hubo un máximo de temperaturas arriba de los 28°C para los meses de Julio y Agosto en el color negro y el blanco, así también existió un mínimo de 16°C para el mes de noviembre, mientras que para la roja y la azul arriba de los 27°C en los meses de Julio y Agosto, y como mínimas alcanzaron los 14°C en el mes de Noviembre. En cambio la temperatura ambiente exterior registró temperaturas de 26°C en los dos primeros meses y al termino del cultivo se alcanzaron los 14°C , cabe mencionar que la temperatura externa a las cubiertas siempre fue menos a las temperaturas internas en las mallas, en éste sentido Ayala (2012) indica que las temperaturas internas suelen ser de 15 a 35°C , resultando superiores a las registradas en el exterior. En éste sentido el incremento de temperaturas puede hacer más eficientes algunos procesos metabólicos de tal manera que los rendimientos se pueden incrementar, por su parte Rojas en 2013 menciona que la temperatura

juega un papel importante sobre la actividad fotosintética de las plantas, a temperaturas que oscilan de 25°C hasta los 35°C.



Grafica 2. Comparación de temperatura ambiente exterior contra temperatura interna en macro túneles con mallas de colores usadas para producción de pepino, en tres medios de cultivo

CONCLUSIONES

Con uso de la malla de color rojo o blanco se propician en el interior de los macro túneles las condiciones de radiación transmitida y temperaturas (14 a 30°C), más adecuadas para lograr mayores rendimientos de frutos y de mayor diámetro ecuatorial. Además con el uso de peat moss se pueden superar los rendimientos hasta en un 25% por encima del cultivo en suelo, con frutos de mayor calidad. Con la presente investigación se puede concluir que el uso de mallas incrementa la seguridad de cosechas ya que durante el ciclo del cultivo se presentó una granizada que no afectó significativamente al cultivo, logrando producir rendimientos satisfactorios.

LITERATURA CITADA

Ayala, T.F., Yáñez J.M.G., Ruvalcaba, L., Ruiz, E.F.H., Campos, G.H., Vásquez, M.O.T., Velázquez, A. T., Díaz, V.T. 2015. Producción de pepino en ambientes diferenciados por mallas de sombreo fotoselectivos. Información Técnica Económica Agraria. Revista AIDA. Vol.111:(1).3-17p.

- Ayala, T.F.; Sánchez, M.R.; Partida, R.L.; Yáñez, J.F.; Ruíz, E.H.; Velázquez, A.T.J.; Valenzuela, L. M.; Parra, D.M. 2015. Producción de Pimiento morrón con Mallas Sombra de Colores. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 38:(1).7pp.
- Ayala, T.F.; Partida, R. L.; Velázquez, A.T.J.; Díaz, V. T. 2012. Efecto que ocasionan las Mallas sombra de colores en el Crecimiento de Hortalizas. Universidad Autónoma de Sinaloa. Facultad de Agronomía. Coordinación de Postgrado. Sinaloa, México.31pp.
- Ayala, T. F.; Zatarain, López, D.M.; Valenzuela, L.M.; Partida, R.L.; Velazquez, A.T.J; Diaz, V.T.; Osuna, S.J.A.2011. Crecimiento y Rendimiento de Tomate en Respuesta a Radiación Solar Transmitida por Mallas Sombra. Rev. Terra Latinoamericana.vol 29:4.9pp.
- Bastias, M.R.; Manfrini, L.; Corelli, G.P. 2012. Exploring the Potential use of Photoselective nets for fruit growth regulation in apple. Chilean Journal of Agricultural Research.72:2.1p.
- Castellanos, J. Z. 2004. Manejo de la fertirrigación en el suelo. En: Manual de Producción Hortícola en Invernadero. J. Z. Castellanos, 2da ed. INTAGRI. México. 103-123pp.
- Díaz, S.F.R.2004. Selección de sustratos para la producción de hortalizas en invernadero: Invernaderos, Diseño, Manejo y Producción. Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura: Torreón, Coahuila, México, 25pp.
- Ibarra, J.L.; Valdez, A.L.A.; Cárdenas, F.A.; Lira, S.H.; Lozano, R. J.; Lozano, C.C. 2012. Research Influence of Double Cropping on Growth and Yield of dry Beans with Colored Plastic Mulches. Chilean Journal of Agricultural Research.72:4.1p.
- Lobos, P.G.A.; y Retamales, A.G.2010. Influencia de mallas sombreadoras sobre características morfológicas, fisiológicas y productivas de *Vaccinium corymbosum* L. Tesis de Doctorado en Ciencias Agrarias. Universidad de Talca. Chile. 1pp.
- Márquez, Q.C.; Robledo, T.V.; Benavides, M.A.; Vázquez, B.M.E.; De la Cruz, L.E.; Estrada, B.M.A.; López, E.S.T. 2014. Uso de Mallas Sombra: una Alternativa para la Producción de Tomate Cherry. División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.1p.
- Muñoz, R. J. 2003. La producción bajo invernadero en México. En: Manual de producción hortícola en invernadero. INTAGRI. México. 14-16p.
- Quesada, R.G.; y Méndez, S.C. 2005. Evaluación de Sustratos para Almacigos de Hortalizas. Rev. Agronomía Mesoamericana.vol.16:2.14pp.
- Rojas, S.E.L.2013. Influencia de la Intensidad de Radiación PAR en la fotosíntesis de Cultivos Hortícolas bajo Invernadero. Caso de Estudio de Especialidad. Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA).72pp.
- Reyes, G.C.E.2012. Dinámica nutricional y rendimiento de pepino en sistemas hidropónicos en recirculación de la solución nutritiva. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco Edo de México. 97pp.
- Torres, O.V.2011. Pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre acolchado plástico de colores en condiciones de campo abierto en comparación con casa sombra. Tesis de Maestría. Centro de Investigación en Química Aplicada.117pp.