

CULTIVO SEMIPROTEGIDO: EVALUACIÓN DE DISTANCIAS DE PLANTACIÓN PARA PIMIENTO (*Capsicum annuum*, L.) EN ÉPOCA ÓPTIMA.

Noel J. Arozarena Daza¹; Alfredo B. Lino Brito¹; Hipólito Ramos Cordero¹; Jesús Fernández Alonso¹; Grisell Croche Alfonso¹; Sonia Álvarez Encinosa¹; Bismark Creagh González¹ y Daniel Sánchez Reyes².

¹*Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt"* y ²*UBPC Fernando García Rosales, MINAZ Habana.*
e-mail: daza@inifat.co.cu

RESUMEN

La protección de plantas mediante tendales o en umbráculos ~cultivo semiprotegido~ aumenta su presencia en el escenario de la horticultura intensiva en Cuba, bajo el patrocinio del Grupo Nacional de la Agricultura Urbana. Su objetivo es la reducción de la radiación solar incidente sobre las plantaciones y del efecto negativo de las lluvias intensas y granizadas, propias del clima tropical. La producción de pimiento en estas condiciones demostró la pertinencia de evaluar la respuesta vegetal a menores densidades de plantación, dados el excesivo desarrollo vegetativo y la limitada producción, resultantes de la reducción de la iluminación natural, durante el ciclo de cultivo; así, se compararon tres distancias entre plantas (0.25 ~según Instructivo Técnico~; 0.35 y 0.45 m) para siembras en cuatro hileras, en canteros de organopónico establecidos en umbráculo, para las variedades **Verano – 1** y **California Wonder**, y 0.35; 0.40 y 0.45 m, para la **Lical**. La duración de las fases fenológicas, no varió con la densidad de plantación pero las variables altura de las plantas; área foliar por planta y ancho de la copa al inicio de la fructificación alcanzaron sus mayores valores en los tratamientos comparados con el testigo de producción. El análisis del crecimiento ~tasa absoluta de crecimiento; tasa relativa de crecimiento y tasa de asimilación neta~ evidenció, también, mejor respuesta al aumentar la distancia de trasplante, con independencia de la variedad en estudio. Tales resultados apuntan a la necesidad de estudiar en la agrotecnología, alternativas de manejo nutrimental capaces de satisfacer la demanda de estas variedades.

palabras clave: cultivo semiprotegido; densidad de plantación; pimiento

INTRODUCCIÓN

La protección de plantas cultivadas mediante el empleo de cubiertas de agrotexiles es práctica agrotécnica concebida para atenuar la incidencia de la radiación solar y también disminuir el efecto limitante de los factores climáticos, en la expresión del potencial productivo de cultivos hortícolas, según Papadopoulos y Hao (1997); Casanova **et al.** (1998); Cristóbal, Cabrera y Díaz (1998) y Arozarena (1999).

En Cuba ~en el escenario de la Agricultura Urbana y como parte de la Tarea Álvaro Reynoso emprendida por el MINAZ~ cobra auge actualmente la organoponía protegida, como variante de la producción intensiva de hortalizas que obviamente ha de identificar demandas hacia el accionar investigativo.

En el caso del manejo nutrimental, la reconocida relación entre radiación incidente y actividad fotosintética, se impone como aspecto a tomar en cuenta al concebir el cultivo

bajo agrotexiles, porque esta práctica puede incidir en la respuesta vegetal. Por ejemplo, Zomoza, Sanz y Carpena (1991) precisan un efecto negativo de la intensidad de la iluminación incidente, en las concentraciones foliares de N, K, Ca, Mg y Na de plantas de tomate, al incrementar la proporción de N-amonio como especie nitrogenada respecto a la concentración de N-nitrato y describen la reducción de ese efecto, en condiciones de cultivo protegido o tapado, mientras que Serrato-Cruz, Grimaldo-Juárez y González-Hernández (1998) evalúan la relación existente entre crecimiento y desarrollo vegetal y actividad fisiológica, como respuesta a condiciones de cultivo y manejo.

En consecuencia y tomando en cuenta experiencias obtenidas en condiciones de producción, en cuanto al ahilamiento de plantas de pimiento ~*Capsicum annuum*, L.~ crecidas en organopónico protegido con tendal negro, se planteó como hipótesis que la reducción de la densidad de plantación indicada por GNAU (2000) para esta especie vegetal puede influir favorablemente en su respuesta fisiológica, a la reducción del 30 % de la radiación solar incidente sobre las plantaciones, mediante agrotexil negro. A su consecuente demostración respondió el trabajo realizado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó en régimen productivo, en el umbráculo de la UBPC "Fernando García Rosales" ~Murgas; municipio Boyeros~ en canteros de organopónico de 27.6 m² de superficie cultivable, sembrados con pimiento ~*Capsicum annuum*, L.~ variedades **Verano – 1**; **California Wonder** y **Lical**; todo según las prescripciones de Rodríguez Nodals **et al.** (2006). Las distancias de plantación aparecen en la Tabla 1; en cada caso se incluyó como testigo o referencia el marco de plantación establecido en el correspondiente instructivo técnico o informado por los obtentores de la variedad. Como variables de respuesta se consideraron **a)** la fenología del cultivo; **b)** la altura y ancho de la copa de las plantas al inicio de la fructificación; **c)** el área foliar, en similar momento; **d)** el crecimiento a través de las tasas absoluta y relativa de crecimiento y de asimilación neta y **e)** las características de los frutos ~peso; altura y diámetro~ de cada variedad. Toda la información se procesó para el cálculo del valor medio y la desviación estándar, según Little y Jackson (1981).

Tabla 1.- Distancias de plantación entre plantas de pimiento sembradas en 4 hileras por cantero en organopónico bajo umbráculo

Variante	Variedad	
	Verano – 1 California Wonder	Lical
1 (según Instructivo Técnico)	0.25 m	0.40 m
2	0.35 m	0.35 m
3	0.45 m	0.45 m

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La falta de efecto de la distancia de plantación sobre el comportamiento fenológico de las variedades ~Tabla 2~ evidencia una favorable y mayor contribución del sombreado como práctica de manejo, a la respuesta vegetal; Arozarena **et al.** (1998) y Santos, Rodríguez y Martín (1998) reportan resultados similares para pimiento y pepino, tras estudios similares.

Las diferencias entre variedades obedecen a la expresión de las características genéticas de cada una de ellas, frente a las condiciones de manejo establecidas en la tecnología.

Tabla 2.- Fenología del cultivo. Días después de la germinación (ddg) en que se alcanza cada fase.

Fase	Variedad		
	Verano – 1	California Wonder	Lical
Trasplante	30	30	30
Inicio floración	50/52	52/53	52/53
Inicio fructificación	64/66	67/69	60/61
Inicio cosecha	73	82	79

El desarrollo vegetativo evidenció las diferentes posibilidades de captura de radiación solar, nutrimentos y agua por las plantas, debidas a los diferentes marcos de plantación evaluados, Tabla 3.

Tabla 3.- Altura y ancho de copa (cm; media \pm s) de plantas de pimiento al inicio de la fructificación como respuesta a la densidad de plantación.

Variedad	Variante	Altura	Ancho de copa
Verano – 1	1	28.4 \pm 0.43	28.9 \pm 2.25
	2	32.2 \pm 1.68	35.1 \pm 2.83
	3	34.3 \pm 1.51	34.8 \pm 2.70
California Wonder	1	22.1 \pm 1.75	25.2 \pm 1.89
	2	25.6 \pm 1.25	31.6 \pm 1.35
	3	24.7 \pm 2.22	33.0 \pm 1.82
Lical	1	27.5 \pm 1.14	34.0 \pm 2.26
	2	23.4 \pm 1.60	26.8 \pm 2.50
	3	27.2 \pm 1.11	35.2 \pm 1.43

La inversa proporcionalidad entre la respuesta vegetal y la densidad de plantación es congruente con las ventajas que a la protección de las especies hortícolas mediante sombreado, le reconocen Casanova **et al.** (1998) y Rojas-Lara **et al.** (1999). Los incrementos en el área foliar ~Tabla 4~ se asocian al grado de desarrollo vegetativo alcanzado por las plantas y permiten suponer una actividad fotosintética de mayor eficiencia, consecuencia del superior aprovechamiento por planta, de la calidad agrícola del sustrato y la radiación solar incidente, atenuada por los tendales.

Tabla 4.- Área foliar (cm²; media \pm s). Variación porcentual respecto al manejo según Instructivo Técnico (IT) al inicio de la fructificación.

Variante	Variedad		
	Verano – 1	California Wonder	Lical
Según IT	117.0 \pm 18.31	96.1 \pm 14.03	312.3 \pm 18.16
2	+ 68 %	+ 87 %	- 25 %
3	+ 72 %	+ 122 %	+ 104 %

Si se toma en cuenta que el valor total de superficie foliar activa es un factor condicionante de la producción de materia seca que realiza la planta y por extensión, de la formación de su producción agrícola, (Smith y San José, 1979), los mayores porcentajes de variación obtenidos para las variedades California Wonder y Lical, serían entonces evidencia de que la variedad Verano – 1 es la menos exigente entre las variedades evaluadas o de que las condiciones de manejo establecidas para su cultivo en organoponía permiten, comparativamente, mayor satisfacción de sus requerimientos fisiológicos; esto explicaría también, su mayor presencia en los planes de siembra de la tecnología.

Tabla 5.- Análisis del crecimiento. TAC (mg/día; media \pm s); TRC (mg/g x día⁻¹; media \pm s) y TAN (mg/cm² x día⁻¹; media \pm s) como función de la densidad de plantación de variedades de pimiento en organoponía bajo umbráculo. Período: trasplante / inicio de fructificación.

Variedad	Variante	TAC	TRC	TAN
Verano - 1	1	72.8 \pm 3.70	24.1 \pm 0.81	2.97 \pm 0.025
	2	123.3 \pm 4.85	32.3 \pm 0.62	3.33 \pm 0.269
	3	122.8 \pm 18.22	32.1 \pm 2.44	3.27 \pm 0.296
California Wonder	1	35.3 \pm 1.62	12.8 \pm 0.69	1.50 \pm 0.040
	2	55.7 \pm 3.30	19.2 \pm 0.89	1.63 \pm 0.089
	3	60.3 \pm 44.73	20.9 \pm 1.17	1.74 \pm 0.133
Lical	1	96.9 \pm 5.34	29.3 \pm 0.94	1.79 \pm 0.006
	2	67.1 \pm 5.40	23.2 \pm 1.34	1.52 \pm 0.080
	3	106.2 \pm 10.48	30.8 \pm 1.69	1.90 \pm 0.131

TAC.- Tasa absoluta de crecimiento; TRC.- Tasa relativa de crecimiento y TAN.- Tasa de asimilación neta

La información que presenta la Tabla 5 sostiene el criterio de que la organoponía es un escenario adecuado para estudios sobre manejo agrotécnico, con énfasis en los arreglos espaciales y el manejo nutrimental.

Los incrementos que con relación a la reducción de la densidad de plantación alcanzan las variedades Verano – 1 y California Wonder y el comportamiento inverso de la variedad Lical, se explican como resultado de la favorable combinación obtenida entre área foliar activa y disponibilidad real de nutrientes por planta, al variar en cada caso la distancia de plantación con respecto a la propuesta en las normas vigentes.

Tittonell, de Grazia y Chiesa (2002) han descrito una relación positiva decreciente entre el contenido nutrimental de sustratos empleados para la producción de posturas de pimiento, de una parte y las tasas de crecimiento y los indicadores de desarrollo foliar, de otra.

De acuerdo con este patrón o tendencia, el incremento de la calidad agrícola del sustrato ~entendida como función de factores y/o propiedades físicos, químicos y biológicos, de manera independiente y en interacción~ inicialmente da lugar a un aumento en los indicadores de crecimiento, como resultado de la definición de un ambiente más favorable para el desarrollo vegetal, que, posteriormente, pierde sus atributos debido al desequilibrio o desproporción entre sus componentes.

Bajo régimen de organoponía protegida, se establece, dadas las condiciones de mayor eficiencia fisiológica a que el sombreado da lugar, una demanda por las plantas que el abasto nutrimental del sustrato ~garantizado básicamente por la composición del portador de materia orgánica incluido en la mezcla~ no satisface. Ésa es la explicación a que en los resultados obtenidos, las diferencias sean más notables entre las distancias de plantación propuestas y la establecida por el GNAU (2000), que entre las variantes de ensayo como tal.

La ratificación de lo anteriormente discutido, se observa en la información que contiene la siguiente tabla.

Tabla 6.- Características del fruto de variedades de pimiento cultivadas en organoponía protegida a diferentes densidades de plantación.

Peso (g; media \pm s); altura (cm; media \pm s) y diámetro (cm; media \pm s)

Variante	Variable	Variedad		
		Verano – 1	California Wonder	Lical
1	Peso	34.8 \pm 6.61	40.9 \pm 4.76	85.4 \pm 6.41
2		45.4 \pm 8.29	52.1 \pm 1.49	66.6 \pm 8.04
3		44.0 \pm 9.83	54.1 \pm 2.97	88.3 \pm 4.73
1	Altura	8.46 \pm 0.492	7.33 \pm 0.539	7.55 \pm 0.622
2		C. V. = 5.8 %	C. V. = 7.4 %	C. V. = 8.2 %
3				
1	Diámetro	4.48 \pm 0.422	5.57 \pm 0.523	6.04 \pm 0.454
2		C. V. = 9.4 %	C. V. = 9.4 %	C. V. = 7.5 %
3				

Características como la altura y el diámetro del fruto ~en tanto aspectos relacionados con la estabilidad de las variedades~ no varían de manera notable, como resultado del manejo agrotécnico ensayado.

Sin embargo, el peso del fruto ~componente esencial del rendimiento~ exhibe similar tendencia a la discutida para los otros indicadores de respuesta vegetal, aunque no llega a los valores característicos de cada variedad. Por ejemplo, en el caso de la variedad Verano – 1, apenas alcanza al 70 % del informado por los obtentores ~GNAU, 2000~, lo que ratifica el criterio de que en las condiciones creadas por el empleo de agrotexiles en la protección de las plantaciones, se impone el estudio y propuesta de nuevas formas de manejo nutrimental.

CONCLUSIONES

- ✚ El sombreado mediante agrotexiles induce cambios en la actividad fisiológica de las variedades de pimiento Verano – 1 y California Wonder cultivadas bajo condiciones de organoponía, con respecto a su cultivo a cielo abierto.
- ✚ El comportamiento de los indicadores de crecimiento y desarrollo de las variedades estudiadas evidencia la pertinencia de establecer menores densidades de plantación, para su cultivo en condiciones protegidas.
- ✚ La nutrición vegetal a partir de la mezcla sustratal ~de la forma actualmente en uso~ es insuficiente para la total expresión de las características genético-productivas de las variedades estudiadas.

REFERENCIAS

- ✚ AROZARENA, N. J. Criterios para un manejo sostenible de la nutrición vegetal en la agrotecnología zeopónica. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. --La Habana: INIFAT (MINAG), 1999.
- ✚ AROZARENA, N. J. et al. Estudio de la variedad de pimiento (*Capsicum annum*, L.) "JOVITO" bajo régimen de cultivo sin suelo. En: Ramírez, Neyda (ed). Producciones de cultivos en condiciones tropicales. --La Habana: Liliana, 1998, 18-20.
- ✚ CASANOVA, A. et al. El cultivo protegido de hortalizas en Cuba: Estudio del túnel tipo "sombriilla". En: Ramírez, Neyda (ed). Producciones de cultivos en condiciones tropicales. --La Habana: Liliana, 1998, 49-51.
- ✚ CRISTOBAL, R.; Melba Cabrera y Cecilia Díaz. Comportamiento del crecimiento de tres variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) al reducirse la radiación solar. En: Ramírez, Neyda (ed). Producciones de cultivos en condiciones tropicales. --La Habana: Liliana, 1998, 49-51.
- ✚ GNAU (GRUPO NACIONAL DE AGRICULTURA URBANA). Manual Técnico de Organóponicos y Huertos Intensivos. --La Habana: AGRINFOR, 2000.
- ✚ LITTLE, J. y F. Jackson Hills. Métodos estadísticos aplicados a la agricultura. --México: Editorial Trillas, 1981.
- ✚ PAPAPOPOULOS, A. P. and X. M. Hao. Effects of three greenhouse cover materials on tomato growth, productivity and energy use. *Scientia Horticulturae* 70 (2-3): 165-178, 1997.
- ✚ RODRIGUEZ NODALS, A. et al. Tecnología de Cultivo Semiprotegido: Guías Técnicas de Consulta. --La Habana: MINAZ/INIFAT, 2006.
- ✚ ROJAS-LARA, P. C. et al. Influencia del sombreado en el comportamiento vegetativo y reproductivo del chile manzano (*Capsicum pubescens* Ruiz, López y Pavón). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5 (1): 5 – 11, 1999.
- ✚ SANTOS, R., L. Rodríguez y H. Martín. Cultivo del pepino (*Cucumis sativus*, L.) bajo sombrilla tropical en Cuba. En: Ramírez, Neyda (ed). Producciones de cultivos en condiciones tropicales. --La Habana: Liliana, 1998, 27-30.
- ✚ SERRATO-CRUZ, N. A.; O. Grimaldo-Juárez y V. A. González-Hernández. Análisis de crecimiento y evaluación bajo domesticación en dos especies de *cempoalxochitl* (*Tagetes erecta* y *Tagetes patula*). *Revista Chapingo (Serie Horticultura)* 4 (2): 75 – 82, 1998.
- ✚ SMITH, A. y J. San José. Productividad del maíz (*Zea mays*, L.) en las condiciones climáticas de los llanos altos centrales de Venezuela. II Crecimiento del híbrido OBREGÓN sembrado en la temporada seca. *Agronomía Tropical*. 29 (5): 439-451, 1979.
- ✚ TITTONELL, P. A.; J. De Grazia y A. Chiesa. Adición de polímeros superabsorbentes en el medio de crecimiento para la producción de plantines de pimiento. *Horticultura Brasileira*. 20 (4): 22-28, 2002.
- ✚ ZOMOZA, P.; I. Sanz y O. Carpena. Análisis de la interacción luz-forma de nutrición nitrogenada en plantas de tomate. *Suelo y Planta* 1 (3): 389-398, 1991.