

RESPUESTA DE TRES VARIEDADES DE LECHUGA (*Lactuca sativa*, L.) A DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTACIÓN BAJO RÉGIMEN DE CULTIVO SEMIPROTEGIDO.

Alfredo Lino Brito¹, Noel J. Arozarena Daza¹, Grisel Croche Alfonso¹, Jesús Fernández Alonso¹, Hipólito Ramos Cordero¹, Bismark Creagh¹, Sonia Álvarez Encinosa¹, Domingo Pérez Ravelo¹, José F. Gil Vidal¹ y Orlando Daniel Sánchez Reyes².

¹Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt"(INIFAT), ² UBPC Fernando García Rosales, MINAZ

Resumen

El trabajo experimental se llevó a cabo en condiciones de producción en la UBPC Fernando García Rosales perteneciente a la Empresa agropecuaria Eduardo García Lavandero del MINAZ enfrascada en la tarea "Álvaro Reynoso", a partir de siembra en época óptima distribuidas en parcelas de 6.0m² según diseño de bloques al azar, bajo régimen de cultivo semiprotegido utilizando malla de sombreado para reducción del 35 % de la luz solar. Las densidades de plantación fueron 33 (testigo de producción); 22 y 13 plantas/m² para las variedades BSS-13 y Chile 1185-3 y 55 (instructivo técnico); 33 y 20 plantas/m² para la variedad Fomento-95. Las variables de respuesta fueron: altura (cm) al momento de la cosecha; valor de la pendiente (b) para el análisis de regresión lineal altura **vs** tiempo hasta la cosecha (ddg); tasas absoluta (TAC; mg/día) y relativa (TRC; mg/g/día) de crecimiento; tasa de asimilación neta (TAN; mg/cm²/día); días a cosecha (ddg), número de hojas y ancho de la roseta (cm) al momento de la cosecha y rendimiento agrícola (kg/m²). El procesamiento de datos consistió en cálculo de valor promedio y desviación estándar; análisis de varianza según diseño de bloques al azar y cálculo de diferencia significativa mínima (DSMn). Los resultados obtenidos demostraron que cuando aumentan los marcos de plantación permitieron un mayor desarrollo fisiológico de los materiales en estudio, lo que le permitió expresar mejor a las variedades estudiadas sus potenciales agronómicos.

Palabras claves: lechuga, densidad de plantación, cultivo semiprotegido.

Introducción

La lechuga (*Lactuca sativa*, L.) es uno de los cultivos hortícolas más valiosos a nivel mundial, debido en lo fundamental a cantidades importantes de vitaminas y sales minerales de fácil absorción por el organismo humano (Guenkov, 1969 y Nuez *et al.*, 2000), además es un vegetal que puede cultivarse durante todo el año, cuando se cultiva bajo cubierta protectora.

En la actualidad la protección de los cultivos hortícolas se ha extendido en el país dentro del marco de la tarea "Álvaro Reynoso", del MINAZ, ya que es una condición inseparable para la obtención de cosechas de calidad superior, tanto biológica como comercialmente (Casanova *et al.*, 1998).

Esta situación que en años anteriores solo era característica del período primavera/verano (debido a la incidencia de factores de tipo climático, meteorológico y comercial), en nuestros días es un requisito a cumplir en plantaciones del llamado período óptimo para la producción de hortalizas en Cuba, de acuerdo con Gómez- Consuegra *et al.*, (1998).

Es una demanda hacia las investigaciones agrícolas en nuestro país ampliar el conocimiento, en cuanto al crecimiento y desarrollo de las plantas bajo cubierta protectora.

En tal sentido, la densidad de plantación es un elemento que influye en la interceptación de la radiación solar, la toma de agua y nutrientes, que están relacionados con procesos fisiológicos que afectan la producción y acumulación de materia seca entre los diferentes órganos, según Rodríguez (2000).

En consecuencia, el presente trabajo se planteó el objetivo de caracterizar el crecimiento y desarrollo de tres variedades de lechuga bajo régimen de cultivo semiprotegido y el establecimiento de la densidad de población que se asocia a la mejor respuesta productiva.

Materiales y Métodos

El trabajo experimental se llevó a cabo en el umbráculo de la UBPC Fernando García Rosales, perteneciente a la Empresa Agropecuaria Eduardo García Lavandero del MINAZ y enfrascada en la tarea “Álvaro Reynoso”, a partir de siembras en época óptima de lechuga (*Lactuca sativa*, L.) sobre canteros de organopónico con 27.6m² de espacio cultivable.

Se definieron parcelas de 6.0 m² según diseño de bloques al azar, con cuatro repeticiones y con reducción del 35 % de la luz solar incidente, de acuerdo con las indicaciones metodológicas vigentes, (Rodríguez Nodals, 2006). Las variedades estudiadas fueron: BSS-13; Chile 1185-3 y Fomento-95.

Los tratamientos se diseñaron para el estudio de la respuesta de tres variedades de lechuga a tres densidades de plantación según se describe en el Cuadro 1.

Las variables respuesta fueron: altura (cm) al momento de la cosecha; valor de la pendiente (b) para el análisis de regresión lineal altura **vs** tiempo hasta la cosecha (ddg); tasa absoluta de crecimiento (TAC; mg/día); tasa relativa de crecimiento (TRC; mg/g/día); tasa de asimilación neta (TAN; mg/cm²/día); ancho de roseta (cm) y número de hojas al momento de la cosecha y rendimiento agrícola (kg/m²).

Los datos se procesaron, para cálculo de valor medio y desviación estándar, análisis de varianza según diseño de bloques al azar y cálculo de diferencia significativa mínima (DSMn) de acuerdo con Little y Jackson (1981).

Cuadro 1. Esquema de tratamientos de las variedades: BSS-13; Chile1185-3 y Fomento-95.

Variante	Variedad	Distancia de plantación		Plantas/m ²
		hileras por cantero	cm entre plantas	
1	Fomento-95	10	15	55
2		6	15	33
3		6	25	20
4	BSS-13	6	15	33
5		4	15	22
6		4	25	13
7	Chile 1185-3	6	15	33
8		4	15	22
9		4	25	13

Nota: 33 plantas/m² (testigo de producción) para BSS-13 y Chile 1185-3 y 55 plantas/m² (testigo de producción) para Fomento-95; 27.6 m² de área cultivada/cantero

Resultados y Discusión

El cuadro siguiente contiene los valores de altura alcanzada por las plantas de lechuga al momento de la cosecha, y elementos del análisis de regresión lineal que describe la dinámica de crecimiento durante el ciclo económico del cultivo.

Cuadro 2. Número de plantas/m²; altura de las plantas (cm; media $\pm$ s); valor de la pendiente (b) y coeficiente de determinación R² del análisis de regresión lineal altura vs tiempo y días a cosecha.

Variante	Altura (cm)	(b)	R ²	Días a cosecha
1	29.9 $\pm$ 2.08	2.02	0.950 ^{**}	40
2	25.5 $\pm$ 1.29	1.51	0.920 ^{**}	40
3	21.2 $\pm$ 0.84	0.81	0.944 ^{**}	40
4	27.3 $\pm$ 1.83	1.65	0.864 ^{**}	44
5	23.4 $\pm$ 1.26	1.28	0.927 ^{**}	44
6	20.8 $\pm$ 0.96	0.70	0.939 ^{**}	44
7	20.8 $\pm$ 0.96	1.09	0.878 ^{**}	45
8	18.7 $\pm$ 1.16	0.82	0.914 ^{**}	45
9	15.4 $\pm$ 1.52	0.25	0.947 ^{**}	45

Se observa en todos los casos que los mayores valores de altura corresponden a las densidades de plantación mayores; Rodríguez (2000) comenta que al incrementar la densidad de plantación, se obtienen plantas más largas poniendo de manifiesto la respuesta de los genotipos vegetales empleados al manejo agronómico.

Este resultado esta relacionado con la mayor competencia que se establece por la luz, lo que se acrecienta en los cultivos bajo cubierta protectora, según Jensen (2007).

A pesar de la diferencias en altura y velocidad de crecimiento (b), los días a cosecha en cada variedad no difieren para las densidades de plantación empleadas y coinciden con lo informado por GNAU (2000) al respecto.

En el Cuadro 3 se analiza la dinámica de producción y acumulación de materia seca.

Este proceso contempla una serie de cambios y reacciones bioquímicas que influyen positivamente en el comportamiento agronómico y la expresión del rendimiento potencial, de acuerdo con Barraza, Fischer y Cardona (2004); por su parte, Rodríguez (2000) plantea que ese comportamiento refleja la interacción que se establece entre la actividad fisiológica del vegetal y factores del agroecosistema, tales como la radiación solar y el suministro de agua y nutrientes.

Cuadro 3. Orden de mérito para las variables TAC, TRC y TAN (trasplante a cosecha), para las variedades de lechuga Fomento-95, BSS-13 y Chile 1185-3.

Variedad	Variante	TAC (mg/día)	TRC (mg/g/día)	TAN(mg/cm ² /día)
Fomento-95	1	75.70 ^b	147.00 ^b	0.91 ^b
	2	111.68 ^a	168.86 ^a	1.24 ^a
	3	112.7 ^a	171.25 ^a	1.34 ^a
	DSM_{0.01}	8.355 mg/día	12.549 mg/g/día	0.271 mg/cm²/día
BSS-13	4	81.39 ^b	128.87 ^b	0.63 ^b
	5	123 ^a	145.97 ^a	0.96 ^a
	6	123.92 ^a	147.43 ^a	1.03 ^a
	DSM_{0.01}	30.223 mg/día	11.454 mg/g/día	0.168 mg/cm²/día
Chile1185-3	7	80.34 ^b	121.64 ^b	0.76 ^b
	8	127.84 ^b	140.89 ^b	0.91 ^a
	9	137.05 ^a	141.57 ^a	0.97 ^a
	DSM_{0.01}	34.523 mg/día	11.078 mg/g/día	0.125 mg/cm²/día

Se observa que la mayor acumulación de biomasa —TAC— en los materiales vegetales en estudio ocurrió cuando se disminuyeron las densidades de población, lo que indica una mayor eficiencia en la acumulación de materia seca.

También le correspondió a las menores cantidades de plantas por metro cuadrado, la mayor actividad fotosintetizadora —TAN— lo que indica la capacidad de dichas plantas para absorber mayor cantidad de energía lumínica, de acuerdo con Barraza (2000) y además, guarda estrecha relación con la formación del rendimiento agrícola (Jarma, Buitrago y Gutiérrez, 1999).

Con respecto a los incrementos en masa seca en relación a una masa inicial —TRC—, se presenta una tendencia similar a la discutida en el párrafo anterior, que evidencia una mayor actividad de crecimiento cuando se amplían las distancias de plantación.

Por su parte el Cuadro 4 presenta la información referida a algunos componentes del rendimiento para la lechuga.

Se observa que los mejores resultados para número de hojas, ancho de roseta y peso por planta se obtuvieron con las menores densidades de plantación, lo que indica un mejor aprovechamiento de los recursos abióticos del agroecosistema en cuanto a competencia por la luz, nutrientes y espacio de acuerdo con criterios de Fernández *et al.* (1998).

Cuadro 4. Variedades de lechuga en estudio y orden de mérito para componentes del rendimiento (número de hojas, ancho de roseta y peso por planta).

A) Fomento-95

Plantas/m ²	Número de hojas	Ancho de roseta (cm)	Peso por planta (g)
55	6.31 ^b	19.5 ^b	83.03 ^b
33	10.38 ^a	25.75 ^a	162.20 ^a
20	10.75 ^a	27.25 ^a	184.69 ^a
	DSM_(0.01) = 2.493	DSM_(0.05) = 4.326 cm	DSM_(0.01) = 46.991 g

B) BSS-13

Plantas/m ²	Número de hojas	Ancho de roseta cm	Peso por planta (g)
33	14.63 ^b	18.25 ^b	165.55 ^b
22	18.29 ^a	25.94 ^a	211.27 ^a
13	20.29 ^a	27.42 ^a	218.79 ^a
	DSM_(0.05) = 3.035	DSM_(0.01) = 4.936 cm	DSM_(0.01) = 17.642 g

C) Chile 1185-3

Plantas/m ²	Número de hojas	Ancho de roseta cm	Peso por planta (g)
33	16.39 ^b	15.54 ^b	157.50 ^b
22	23.13 ^a	23.36 ^a	208.78 ^a
13	24.98 ^a	24.08 ^a	212.31 ^a
	DSM_(0.01) = 4.103	DSM_(0.01) = 5.137 cm	DSM_(0.01) = 42.017 g

La mayor producción de órganos de interés agrícola cuando se amplía la distancia de plantación está en concordancia con la eficiencia fisiológica expresada por las variables TAC, TRC y TAN referidas en el Cuadro 3, de acuerdo con la opinión de Hunt (1990).

La información referente al rendimiento agrícola se presenta en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Orden de mérito para el rendimiento agrícola de variedades de lechuga crecidas en organoponía protegida

variedad	Variante	Rendimiento(kg/m ²)
Fomento-95	1	7.13 ^a
	2	5.19 ^b
	3	3.27 ^c
DSM _{0.01} = 1.614 kg/m ²		
BSS-13	4	5.46 ^a
	5	4.02 ^b
	6	2.84 ^c
DSM _{0.01} = 0.357 kg/m ²		
Chile1185-3	7	5.20 ^a
	8	3.97 ^b
	9	2.76 ^c
DSM _{0.01} = 0.314 kg/m ²		

Los mayores rendimientos se obtienen con las densidades de población más altas, lo que demuestra que el rendimiento esta influenciado, no sólo por el número de hojas, ancho de la roseta y peso por planta; sino que también va a estar determinado por el número de plantas por área.

Se destaca, sin embargo, que este mayor rendimiento en el caso de las tres variedades es en detrimento del crecimiento y desarrollo de las plantas, estrechamente vinculado con factores del agroecosistema como disponibilidad de nutrientes, luz, temperatura y humedad, entre otros, (Salisbury y Ross, 1994): nótese que a la mayor densidad de plantación, también se asocian los menores pesos unitarios por variedad. Esto evidencia la necesidad del estudio de otras alternativas —básicamente de manejo nutrimental— que potencien la expresión del potencial agronómico de los materiales vegetales en estudio.

Conclusiones

- Las variaciones en la densidad de plantación dan lugar a cambios en el comportamiento fisiológico de las variedades evaluadas.
- El sombreado como alternativa de manejo, no influye en la duración del ciclo económico de las variedades de lechuga estudiadas.
- Los mejores resultados en cuanto a crecimiento y desarrollo en los materiales vegetales empleados, se obtuvieron en las menores densidades de plantación.
- Los mayores rendimientos agrícolas no se asocian a la mejor respuesta fisiológica en términos de crecimiento y desarrollo, lo que indica que es posible su mejora mediante otras alternativas de manejo agronómico de los genotipos estudiados.

Referencias

- 1) BARRAZA, F. V .Crecimiento del Manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro soluciones nutritivas bajo invernadero. Tesis de Maestro en Ciencias en Horticultura. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 142 p, 2000.
- 2) BARRAZA, F. V.; G. Fischer y C. E. Cardona. Estudio del proceso de crecimiento del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el Valle del Sinú Medio, Colombia. *Agronomía Colombiana*. 22(1): 81-90,2004
- 3) CASANOVA, A. S. **et al.** Tecnología de producción de posturas de hortalizas en cepellones. En: Ramírez, Neyda (ed.) Producción de cultivos en condiciones tropicales. —La Habana: LILIANA, 1998.

- 4) FERNÁNDEZ, JANY **et al.** Densidad de población de plantas en girasol (*Helianthus annuus*). En: Casanova, A. (ed.) Memorias 25 Aniversario Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". --La Habana: IIHLD, 1998. pp. 11-19.
- 5) GNAU (Grupo Nacional de Agricultura Urbana). Manual de Organopónicos y Huertos Intensivos. --La Habana: AGROINFOR, 2000.
- 6) GÓMEZ-CONSUEGRA, OLIMPIA **et al.** Solanáceas. En: Casanova, A. (ed.) Memorias 25 Aniversario Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". --La Habana: IIHLD, 1998. pp. 11-19.
- 7) GUENKOV, G. Fundamentos de la Horticultura Cubana. --La Habana: Editorial Científico-Técnica, 1969, 354 p.
- 8) HUNT, R. Basic growth analysis: plant growth analysis for beginners. --London: E. A. Publisher, 1990
- 9) JARMA, A.; C. Buitrago y S. Gutiérrez. Respuesta del crecimiento de la habichuela (*Phaseolus vulgaris*, L var. Blue Lake) a través de niveles de radiación incidente. *Revista CoMalFi*. 26 (1-3): 62-63, 1999.
- 10) JENSEN, M. Produccion Hidroponica en Invernaderos. En: Universidad de Arizona Tucson, Arizona. EEUU. Disponible en: <http://www.lamolina.edu./hidroponia/boletin12>. (Consultada: Enero, 2007).
- 11) LITTLE, T. y F. M. Jackson Hills. Métodos estadísticos aplicados a la agricultura. --México, D. F.: Editorial Trillas, 1981.
- 12) NUEZ, F. **et al.** Colección de semillas de lechuga del centro de conservación y mejora de la agrobiodiversidad valenciana. --Madrid: Editorial Instituto Nacional de Investigación y Tecnología y Alimentaria, 2000.
- 13) RODRÍGUEZ NODALS, A. **et al.** Tecnología de Cultivo Semiprotegido: Guías Técnicas de Consulta. --La Habana: MINAZ/INIFAT, 2006.
- 14) RODRÍGUEZ, L. Densidad de población vegetal y producción de materia seca. *Revista COMALFI* 27(1-2): 31-38, 2000.
- 15) SALISBURY, F. B. y C. W. Ross. Fisiología Vegetal --México: Grupo Editorial Iberoamericano, S. A., 1994.