



Fig 1 Absorção de ^{32}P e ^{35}S em função do tempo e umidade relativa do ar.

17 junho, 1985.

A. E. BOARETTO*
T. MURAOKA**
A. P. CRUZ**
C. DAGHLIAN**

* Faculdade de Ciências Agrônomicas-UNESP, Botucatu, SP, Brasil.

** Centro de Energia Nuclear na Agricultura-USP, Piracicaba SP, Brasil.

Literatura citada

1. BUKOVAC, M. J.; WITWERT, S. M. 1957. Absorption and mobility of foliar applied nutrients. *Plant Physiology* 32:428-435.

2. HOEPFNER, M. A. 1976. Efeitos da aplicação foliar de fontes de fósforo em tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, Mill) cultivados sob quatro níveis de fósforo no solo. MS Thesis, Viçosa, Universidade Federal de Viçosa.
3. KOONIZ, H.; BIDDULPH, O. 1957. Factors affecting absorption and translocation of foliar applied phosphorus. *Plant Physiology* 32(1): 463-470.
4. ORIOLI, G. A.; JIMENEZ, S. E. 1964. Absorción del sulfato radioactivo por las hojas. *Fitotecnia Latinoamericana* 1(1):37-50.
5. WITWERT, S. H.; TEUBNER, F. G. 1959. Foliar absorption of mineral nutrients. *Annual Review of Plant Physiology*, 10:13-32.

Comportamiento del naranjo dulce en Venezuela.

Summary. This article was written for the north-central region of Venezuela. It describes variations in growth and fruit production of sweet oranges (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), using the Valencia cultivar grafted onto sour orange (*Citrus aurantium*) stock between two and eighteen years of age. Measurements were made on selected trees from commercial orchards to determine plant height; the average crown was found similar to that of a geometric cylinder, while crown volume was comparable to an elongated sphere. It was found that the productive life cycle begins in the second year, intensifies after the fourth year and crests at 10 years of age.

Production efficiency begins to decline after 8-10 years, depending on whether it is measured in terms of crown volume or lateral surface. Given the nature of the life cycle and productive efficiency found in the plant in a tropical environment, it is suggested that less vigorous stock be used, with higher density planting and use of pruning and growth regulators.

Entre los cítricos, el naranjo dulce (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), constituye uno de los frutales más difundidos en Venezuela, ocupando una superficie de 33 000 ha (12); la región central del país tiene una influencia significativa en los volúmenes de producción.

Los bajos rendimientos por unidad de superficie plantada (19 t/ha), son atribuidos a condiciones tales como inadecuada fertilización, control de plagas y enfermedades, y al empleo de bajas densidades de población (156 plantas/ha), existiendo sin embargo, en los últimos años, una acentuada tendencia a incrementarlos (5).

El territorio de Venezuela está ubicado en la zona tropical (desde 0°41' y hasta 12°80' latitud norte) y muestra una gran diversidad de situaciones climáticas, estando una buena parte de ellas ligada estrictamente a sus características orográficas (18)

Investigadores como Bain (6), Sampaio Passos (19) y Reuther (15) han demostrado que la mayoría de los cítricos presenta un grado bastante amplio de adaptación a zonas que difieren en sus condiciones climáticas, especialmente temperatura ambiental. Sin embargo, las diferencias climáticas ejercen una influencia apreciable sobre determinados aspectos del árbol, tales como crecimiento vegetativo, producción y calidad de sus frutos.

Gaillard (10) al caracterizar el ciclo de vida productivo que presentan los cítricos en condiciones tropicales, indica que el mismo se inicia a partir del tercer año, alcanzando el periodo de plena producción alrededor de los ocho a 10 años de edad. En relación al desarrollo vegetativo Pralorán (15) señala que, en condiciones de clima tropical húmedo, los niveles de temperatura y humedad permiten una continua y casi constante actividad vegetativa de la planta, sólo detenida por los periodos de sequía que inducen a la floración.

El óptimo desarrollo vegetativo de los cítricos se produce a una temperatura ambiente de 23-24°C, siendo máximo a 37-39°C, límite a partir del cual empieza a detenerse, al igual que ocurre a temperaturas inferiores a los 12.5-13°C (13).

Tomando como base el total de "Unidades de Calor" aprovechables para el crecimiento de los cítricos, Bain (5) y Mendel (13) señalan las diferencias existentes entre el comportamiento observado en condiciones tropicales y subtropicales. Algunas de ellas se citan a continuación:

La tasa de crecimiento en el trópico es mucho más elevada, razón por la cual las ramas se extienden más que en las regiones subtropicales, donde los árboles tienden a un desarrollo más compacto de sus copas.

Con relación al periodo de tiempo necesario para alcanzar las plantas jóvenes un grosor óptimo para su injertación, Mendel (13) indica que bajo condiciones subtropicales (2 500-3 500 U.C.) requieren de un pe-

riodo de 12 a 15 meses y, en las regiones más calurosas (5 700 U.C.), nueve meses son suficientes. En cuanto a las dimensiones de las plantas, Bain (6) señala que en el trópico (Isla de Trinidad) alcanzan a los cinco años tamaños parecidos a los observados en California (EUA) con casi 10 años de edad. Condiciones similares se presentan con relación a las diferencias en el tiempo necesario para alcanzar la madurez de los frutos y respecto a las cualidades de los mismos.

Hardy (11) observa que el requerimiento mínimo de unidades de calor acumulado para los cítricos en general es de 1 200 °C para un ciclo anual completo de crecimiento; señala además que para la 'Washington Navel' el óptimo es de 3 000°C, con límites de 2 500°C y 5 000°C.

Es importante tomar en consideración que la temperatura está ligada y modifica las respuestas de las plantas a la luz. Ella afecta la síntesis neta de materia orgánica, a través de su efecto sobre la fotosíntesis y la respiración, ya que un aumento de la temperatura favorece la respiración, y reduce la asimilación neta. La combinación de altas temperaturas e intensidades de luz no son garantía de mayor asimilación neta para la planta y de mayor productividad para la comunidad vegetal (9).

Como señala Fernández (9), muchas variaciones de los rendimientos se deben al grado de tecnología aplicada a los cultivos, pero también a las diferencias básicas en las condiciones ambientales que afectan el rendimiento agrícola de las plantas, diferencias que son a menudo poco comprendidas.

El presente estudio tuvo como objetivo determinar y relacionar las variaciones en el crecimiento y en la producción de frutos que presenta la planta a diferentes edades, así como sus posibles implicaciones en cuanto al manejo agronómico de las nuevas plantaciones donde se emplea mayores densidades.

Materiales y métodos

Este trabajo está basado en observaciones de campo realizadas durante varios años (1979-1984) en plantaciones comerciales de Naranja dulce (*Citrus sinensis*) cultivar 'Valencia', injertado sobre naranja agrio o cajera (*Citrus aurantium*), ubicadas en la región centro-norte del país (10°11' Lat Norte), como son La Hoya del lago de Valencia y Valles Altos de Carabobo. La primera región, caracterizada como "Bosque seco premontano" (8), tiene como límites climáticos generales una precipitación promedio entre 850 y 1 000 mm anuales, temperatura media anual de 25°C y elevación entre los 400 y 50 msnm. Los Valles Altos de Carabobo se caracteriza como

“Bosque húmedo premontano” (8) con límites generales de temperatura media anual entre 18 y 24°C; precipitación promedio entre 1 100 y 2 200 mm anuales y elevación que va de 550 hasta 1 500 msnm. En su gran mayoría, los suelos se han formado por depósitos aluviales recientes (22).

Las muestras de 80 a 60 árboles, para cada una de las edades estudiadas, estuvieron constituidas por varias submuestras de 10 árboles provenientes de diferentes fincas, escogidas de acuerdo con las condiciones fitosanitarias, edáficas y manejo de cultivo, localizadas en los principales centros de producción de las regiones antes señaladas.

A cada árbol le fueron realizadas mediciones de altura, radio promedio de la copa y número total de frutos (NF). Con base en las determinaciones antes señaladas, se calculó para cada árbol las siguientes variables:

- a) Superficie lateral de producción (m^2), considerando la copa de los árboles como la figura geométrica de un cilindro (3)
- b) Volumen de la copa (m^3), considerando la misma como la figura geométrica de un esferoide alargado (23)
- c) Índice de fructificación (3), entendiendo como tal la relación entre la superficie lateral o el volumen de la copa con el número de frutos, la cual se expresa respectivamente en $No.F/m^2$ y $No.F/m^3$ en función de la figura geométrica tomada para su estimación.

Los resultados fueron analizados estadísticamente (14), estableciendo los coeficientes de variación en las diferentes variables medidas y correlacionados la superficie lateral y el volumen de la copa con el número de frutos e índice de fructificación.

Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se muestra los resultados de las observaciones y cálculos realizados para cada una de las edades estudiadas. Con relación a la altura y al radio promedio de la copa de las plantas, se observa que estos se incrementan a medida que aumenta la edad de las mismas. La superficie lateral y el volumen de la copa muestran la misma tendencia, como consecuencia de ser las ya citadas variables (altura y radio de copa) las empleadas para su estimación o cálculo.

La producción por árbol, evaluada a través del número de frutos, se va incrementando en forma acentuada conforme aumenta la edad de las plantas, hasta

llegar a los 10 años, época a partir de la cual se observa que la producción tiende a disminuir o mantenerse, si bien a niveles inferiores a los alcanzados a los 10 años de edad.

El índice de fructificación, que permite medir la eficiencia productiva de la planta, sigue en líneas generales la misma tendencia de la respuesta observada en la producción de frutos; es decir, se incrementa en los primeros años y posteriormente decrece a partir de los 10 años de la planta.

Los resultados obtenidos concuerdan en gran medida con las características del ciclo de vida productivo de los cítricos en condiciones tropicales, establecido por Gaillard (10). La producción se inicia en el segundo año, se acentúa a partir del cuarto y alcanza los máximos niveles en el décimo año de la planta. Dichos resultados difieren en forma acentuada de los niveles de rendimiento determinados por edad y por planta para las condiciones subtropicales de Florida (EUA), en las cuales los niveles máximos de producción sólo se logran cuando las plantas alcanzan los 20 ó más años de edad (20).

La eficiencia productiva o la productividad de las plantas, evaluada a través del índice de fructificación, comienza a dominar en forma progresiva a partir de los ocho a 10 años; el índice indica que si bien existe una estrecha relación en los primeros años de vida de la planta entre el desarrollo vegetativo y la producción de frutos, esta relación se invierte con el devenir de los años. Lo anterior pone en evidencia que lo afirmado por Salibe (17) en cuanto a que la productividad del naranjo es proporcional al volumen de la copa, es valedero hasta una cierta edad de la planta. De allí en adelante, mientras el tamaño de la planta sigue aumentando, la productividad comienza a decrecer.

Los resultados de los análisis de correlación (Cuadro 2) entre la superficie lateral y volumen de la copa de las plantas, con los rendimientos observados para cada una de las edades estudiadas, confirman lo antes expuesto.

Si se considera, para evaluar la eficiencia de la planta en la producción de frutos, el total de la biomasa que conforma la copa, es decir su volumen, o la parte externa de la misma (la superficie lateral), se presentan acentuadas diferencias. En el primero se establece que solamente hasta los ocho años existen valores significativos en la correlación, mientras que en el segundo hasta los 10 años.

Cuadro 1. Resultados de las determinaciones realizadas en naranjos dulces (*Citrus sinensis*) injertados sobre patrón cajera (*Citrus aurantium*).

Edad planta (años)	Número de plantas (No.)	Altura planta (m)	Radio de la copa (m)	Número de frutos por planta	Superficie Lateral** (m ²)	Índice de fructificación (frutos/m ²)	Volumen de copa*** (m ³)	Índice de fructificación (frutos/m ³)
2	80	1.95 ± 0.02 (8%)*	0.91 ± 0.02 (17%)	34.9 ± 0.8 (24%)	11.24 ± 0.26 (20%)	3.15 ± 0.07 (21%)	3.53 ± 0.13 (26%)	10.89 ± 0.46 (27%)
4	60	3.42 ± 0.06 (15%)	1.43 ± 0.01 (7%)	229 ± 6 (23%)	31.10 ± 0.70 (17%)	7.40 ± 0.03 (18%)	14.97 ± 0.43 (22%)	15.65 ± 0.41 (20%)
6	60	3.88 ± 0.02 (4%)	1.75 ± 0.02 (12%)	322 ± 9 (23%)	42.78 ± 0.79 (14%)	7.62 ± 0.22 (23%)	25.40 ± 0.85 (21%)	14.48 ± 0.59 (20%)
8	60	4.04 ± 0.02 (4%)	1.93 ± 0.02 (9%)	519 ± 13 (20%)	49.12 ± 0.70 (11%)	10.56 ± 1.36 (17%)	32.40 ± 0.85 (20%)	16.45 ± 0.45 (19%)
10	60	4.14 ± 0.02 (5%)	2.06 ± 0.01 (3%)	707 ± 12 (13%)	53.75 ± 0.40 (6%)	13.29 ± 0.27 (15%)	37.02 ± 0.42 (8%)	17.30 ± 0.40 (12%)
14	60	4.30 ± 0.01 (2%)	2.16 ± 0.01 (2%)	691 ± 12 (14%)	58.53 ± 0.30 (4%)	11.82 ± 0.21 (13%)	42.19 ± 0.36 (6%)	16.43 ± 0.31 (14%)
18	60	4.55 ± 0.03 (5%)	2.17 ± 0.01 (3%)	584 ± 15 (19%)	62.16 ± 0.54 (6%)	9.43 ± 0.06 (20%)	45.08 ± 0.53 (9%)	13.04 ± 0.36 (21%)

* (%) Coeficiente de variación.

** Superficie lateral de un cilindro $\pi D.h.$ (3).

*** Volumen de una esferoide alargada (27).

Cuadro 2. Resultados de los análisis de correlación realizadas entre las variables superficie lateral y volumen de copa contra número de fruto e índice de fructificación.

Edad planta años	Superficie Lateral		Volumen de Copa	
	Número de frutos	Índice de fructificación	Número de frutos	Índice de fructificación
2	r = 0.616 t = 26.90**	r = -0.245 t = 22.23*	r = 0.587 t = 7.93**	r = -0.809 t = 12.17**
4	r = 0.801 t = 10.19**	r = -0.142 t = 1.09	r = 0.659 t = 6.67**	r = -0.449 t = 3.38**
6	r = 0.309 t = 2.48**	r = -0.849 t = 12.26**	r = 0.399 t = 2.74**	r = -0.674 t = 6.95**
8	r = 0.514 t = 4.57**	r = -0.866 t = 13.18**	r = 0.280 t = 2.21*	r = -0.731 t = 8.16**
10	r = 0.286 t = 2.27*	r = -0.551 t = 5.02**	r = 0.170 t = 1.31	r = -0.669 t = 6.85**
14	r = 0.151 t = 1.16	r = -0.101 t = 0.77	r = 0.145 t = 1.11	r = -0.283 t = 2.24*
18	r = 0.112 t = 0.860	r = -0.209 t = 1.63	r = 0.127 t = 0.97	r = -0.295 t = 2.25*

t = (tabulado) = 1% 2.392.
5% 1.671.

* Significativo al 5%.

** Significativo al 1%.

Ello se explica por estar esta última más asociada a la parte reproductiva de la planta o sitios donde se ubican los órganos florales.

Wheaton *et al.* (26) al determinar la eficiencia productiva de los cítricos en condiciones subtropicales empleando el volumen de la copa, indican que ésta se va reduciendo paulatinamente a partir de los 10 años de edad de la planta, estimando además que por cada incremento de 28 m³ de volumen de la copa la productividad se reduce en aproximadamente 20 kg de frutos.

Los resultados obtenidos en las condiciones de este estudio, empleando la misma variable, indican que la pérdida de la eficiencia se inicia a partir de los ocho años. Estas diferencias podrían ser explicadas a través de las dimensiones que alcanza la copa en una y otra situación geográfica, como consecuencia de la duración del período y de la tasa diferencial de crecimiento que caracteriza cada una de las regiones. Como indica Reuther (16), en las regiones cercanas al Ecuador, a elevaciones de 1 000 msnm o menores, las temperaturas nocturnas y diurnas se encuentran dentro del rango favorable para un rápido crecimiento durante 12 meses al año. En las regiones subtropicales los rangos favorables para un rápido desarrollo existen solamente durante los cinco o seis meses de verano.

Las diferencias en las magnitudes de las plantas y la tasa de crecimiento para ambas situaciones han sido descritos por Bain (6) y Mendel (13).

En el Cuadro 3 se muestra en forma comparada algunas variables climáticas de una de las regiones productoras consideradas en el presente trabajo (Hoya del Lago de Valencia) y los correspondientes de Florida (EUA), para ilustrar los antes comentado.

En Florida, a partir del mes de noviembre hasta el mes de marzo, las temperaturas mínimas son inferiores al considerado cero vital de los cítricos para su crecimiento (32.8°C), mientras que en las condiciones de este estudio los niveles térmicos se sitúan alrededor de los óptimos durante todo el año. El total anual de unidades de calor para Florida es de 3539°C y en este medio de 4810°C. Hardy (11) indica que la naranja 'Valencia' crece mejor en el trópico porque requiere una gran cantidad de calor acumulado.

Por otra parte, el crecimiento y la producción de frutos dependen del exceso de carbohidratos sintetizados sobre los consumidos por la respiración (fotosíntesis neta). Mientras que la fotosíntesis bruta (fijación del CO₂) tiene lugar durante el día, la respiración procede ininterrumpidamente durante las 24 horas y en las condiciones tropicales, caracterizadas

Cuadro 3. Algunos parámetros climáticos de regiones cítrícolas de Orlando, Florida (EUA) y Santa Cruz, Estado Aragua (Venezuela).

Localidad país	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Orlando (Orange) Florida, EUA Latitud 28 1/2 °N Altitud 32 mm (1)												
Temp Máx (°C)	22.4	23.5	25.6	28.5	31.3	233.0	233.1	233.2	231.8	228.5	25.3	22.5
Temp. Mínima (°C)	9.9	10.9	13.0	16.0	19.0	21.8	22.5	22.9	22.2	18.4	13.5	10.2
Precipitación (mm)	50	57	91	88	80	161	130	180	203	121	39	45
Santa Cruz, Edo Aragua Venezuela Latitud 10° 11' °N Altitud 438 m (2)												
Temp Máx °C	31.7	32.6	33.2	33.2	231.3	230.6	230.3	230.6	230.9	231.5	31.6	31.6
Temp. Mínima °C	19.5	19.9	20.3	21.5	21.4	20.4	20.6	20.5	20.2	20.1	19.9	19.6
Precipitación (mm)	7	2	11	41	121	177	193	185	135	147	63	23

Fuente: (1) Reuther (1980)

(2) Promedios climatológicos de Venezuela (1980).

por altas temperaturas nocturnas, es más intensa, con el consiguiente mayor consumo de carbohidratos. Ello trae como consecuencia que a mayor volumen de follaje, mayor tasa de respiración y pérdida de energía. Aunado a este hecho, la ganancia de energía está disminuida por efecto del autosombreamiento de la planta debido a las características del crecimiento alargado de sus ramas.

Por ello cuando se analiza la productividad de una vegetación, es importante, como indica Alvin (1), diferenciar entre la productividad biológica o primaria y la productividad económica o agrícola. La primera se refiere a la cantidad total de materia orgánica que la vegetación o campo cultivado produce, incluyendo raíces, tallo, hojas y frutos. La segunda es una parte de la primera y se refiere a la producción del órgano u órganos de importancia económica para el hombre, como en este caso son los frutos de la planta. Las regiones tropicales muestran una extraordinaria productividad biológica pero, en contraposición, la económica, por las consideraciones ya antes comentadas, se ve seriamente limitada.

Vale destacar este hecho, evidenciado a través de los resultados obtenidos en el presente trabajo, porque muchas de las técnicas y prácticas agronómicas comúnmente empleadas en el manejo de las plantas en condiciones tropicales están basadas en experiencias y conceptos originados en el medio subtropical, sin haber efectuado los ajustes o adaptaciones necesarias en función a las diferencias evidentes que presenta el comportamiento de las plantas en ambas situaciones. Algunas de esas diferencias son las siguientes:

- a) En la selección de los patrones, los que además de su influencia en la calidad de los frutos y resistencia a las enfermedades, afectan el vigor o tamaño de las copas de las plantas. La tendencia tradicional está orientada a considerar como mejores los que muestran una mayor velocidad de crecimiento.

Tomando como base el ciclo de vida productivo, que caracteriza a las plantas y las condiciones ambientales del medio de este estudio, la actual tendencia de selección debe ser revertida. Es decir, seleccionar patrones y, o, relaciones patrón-injerto cuyo vigor o velocidad de crecimiento sea menor, con objeto de retardar en el tiempo los problemas de competencia entre y dentro de la planta, y por otra parte, para permitir incrementar el número de árboles por unidad de superficie plantada.

- b) Como consecuencia de las distancias empleadas dentro y entre hileras de plantas en los marcos de plantación tradicionales, fundamentados en el axioma de que a mayor tamaño y vigor de la

planta mayor será su productividad, escasamente se realiza la técnica de la "poda". La misma se limita a la poda de formación en los primeros años de vida de la planta y, posteriormente, a la eliminación de ramas quebradas o secas.

El control del área foliar por medios mecánicos o químicos (reguladores de crecimiento) constituye una de las vías más expeditas para incrementar los rendimientos en este medio (7, 24). Los reguladores de crecimiento ofrecen como ventaja el que además de disminuir acentuadamente la tasa de crecimiento inducen a incrementar la floración (25).

- c) La utilización de mayores densidades de plantación está más acorde con las características del ciclo de vida productivo que presentan las plantas en el medio de este estudio y se justifican por reportar mayores beneficios económicos a los fruticultores (5).

En relación a la determinación de la densidad de plantación, Smith (21) señala que la máxima producción por la planta está determinada por la capacidad genética de un árbol en utilizar los recursos que están a su alrededor. En relación al suelo, esta utilización depende del radio de exploración y de la eficiencia del sistema radical.

Por estas razones el estudio de estas variables es imprescindible para la determinación de la distancia de plantación.

Al respecto, los estudios realizados en el país (2, 4) sobre la distribución del sistema radical de los cítricos y otros frutales en diferentes condiciones físicoquímicas de los suelos y de manejo del cultivo, indican que la misma está restringida al área situada bajo la proyección de la copa de las plantas, en contraposición al generalizado concepto de que se extiende y ocupa una amplia área de terreno alrededor de las mismas.

Conclusiones

- a) El ciclo de vida productivo del naranjo dulce cultivar 'Valencia' en condiciones tropicales se inicia en el segundo año, se acentúa a partir del cuarto y alcanza los máximos niveles en el décimo año de la planta.
- b) La productividad de la planta comienza a disminuir a partir del octavo o décimo año de vida; según se considere para su evaluación, se debe asemejar la copa a la figura geométrica de una esfera o de alargada y calcular su volumen o determinar la superficie lateral de un cilindro.

- c) Dadas las características que presentan las plantas a través de su ciclo y su eficiencia productiva, algunas de las prácticas agronómicas empleadas, tales como la densidad de plantación y la selección de patrones, deben ser modificadas. Se sugiere el uso de mayores densidades de plantación y el empleo de patrones o relaciones patrón-copa que tiendan a disminuir el vigor en el crecimiento.
- d) La poda y el empleo de reguladores del crecimiento deben constituirse en alternativas viables para incrementar y mantener la eficiencia productiva de las plantas de cítricos en el medio tropical.

Resumen

Se describe, para la región centro-norte de Venezuela, las variaciones de crecimiento y la producción de frutos que presenta el Naranja dulce (*Citrus sinensis* (L.) Obsbeck) cultivar 'Valencia' injertado sobre patrón naranja agrio (*Citrus aurantium*) entre los dos y los 18 años de edad. En árboles seleccionados de huertos comerciales, fueron realizadas mediciones de altura de la planta, radio promedio de la copa y número de frutos, y se calculó la superficie lateral y el volumen de la copa asemejando la misma a las figuras geométricas de un cilindro y un esferoide alargado, respectivamente. Se estableció que el ciclo de vida productivo se inicia en el segundo año, acentuándose a partir del cuarto y alcanzando sus máximos niveles a los 10 años de edad. La eficiencia productiva comienza a disminuir a partir del octavo o décimo año, según se considere el volumen de la copa o la superficie lateral. Dadas las características del ciclo de vida y la eficiencia productiva que presenta la planta en medio tropical, se sugiere el empleo de patrones menos vigorosos, mayores densidades de plantación y el uso de la poda y reguladores de crecimiento.

5 de julio de 1985

LUIS AVILAN*

* Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP) Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). Ministerio de Agricultura y Cría Maracay - 2101 VENEZUELA

Literatura citada

- ALVIN, P. 1962. Energía solar y producción agrícola. *Agronomía (Perú)* 29(2):115-123.
- AVILAN, L.; MENESES, L.; SUCRE, R.; PEREZ, R.; BELARDE, C. 1979. Efecto de algunas propiedades físicas del suelo sobre la distribución radical y la producción de las cítricas. *Agronomía Tropical (Venezuela)* 29(5):413-427.
- AVILAN, L. 1980. El índice de fructificación en frutales perennes. *Agronomía Tropical (Venezuela)* 30(1-6):147-157.
- AVILAN, L.; LEAL, F.; MENESES, L. 1982. Distribución del sistema radical en las combinaciones de naranja dulce (*Citrus sinensis*) y grape fruit (*Citrus paradisi*) sobre patrón cajero (*Citrus aurantium*) en suelos calcáreos de la Hoya del Lago de Valencia. *Agronomía Tropical (Venezuela)* 32(1-6):155-170.
- AVILAN, L.; LEAL, F.; GARCIA y CIURANA, Ma. L.; RODRIGUEZ, P. 1983. Observaciones sobre los sistemas de plantación de las naranjas dulces (*Citrus sinensis*) en Venezuela. *Agronomía Tropical (Venezuela)* 33(1-6). (En prensa).
- BAIN, F. 1949. Los cítricos y el clima. Caracas. Ministerio de Agricultura y Cría. Dirección de Agricultura. 20 p.
- COSTES, E. 1983. Traumatismes destinés á améliorer la production de arbres fruitiers tropicaux. Montpellier Academie de Montpellier. 81 p.
- EWEL, L.; MADRIZ, A. 1968. Zonas de vida en Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Caracas. Ministerio de Agricultura y Cría. 264 p.
- FERNANDEZ, J. 1968. Algunos conceptos ecofisiológicos relacionados con la productividad vegetal. *Revista de la Facultad de Agronomía (Venezuela)* 5(1):98-115.
- GAILLARD, J.P. 1978. Etudes sur les fruitiers tropicaux (autres que bananiers ananas, citrus). *Fruits* 33(9):543-665.
- HARDY, F. 1970. Edafología tropical. México. Herrero-Hermanos. 416 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRIA. 1984. Caracas (Venezuela). Memoria y Cuenta. 1983. Caracas. pag. var.
- MENDEL, K. 1969. The influence of temperature and light on the vegetative development of citrus trees. *Proc. Ist int. Citrus Symp. Riverside*. 1968. VI. 259-265.

14. PIMENTEL-GOMES, F. 1966. Curso de estadística experimental. Paracicaba. Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz'. Universidade de São Paulo. 404 p.
15. PRALORAN, J. 1977. Los agrrios. Barcelona. Editorial Blume. 520 p.
16. REUTHER, W. 1977. Citrus. In Alvin, P.T. y Kozlowski, T., eds. Ecophysiology of Tropical Crops. New York. Academic Press. pp. 409-485.
17. SALIBE, A. 1971. Curso de especialização em citricultura a nível de Pósgraduado. Botucatu. Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu. 175 p.
18. SANCHEZ CARRILLO, J. 1979. Mesoclimas en Venezuela. Caracas. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 1981. 33 p.
19. SAMPAIO PASSOS, O. 1979. Differences in Navel Oranges under tropical, subtropical conditions. Citrograph. 65(2):37-41.
20. SAVAGE, Z. 1960. Citrus yield per tree by age. University of Florida. Agricultural Extension Service. Economics series No. 60-8. 10 p.
21. SMITH, R. 1972. The optimum spacing for coconuts. Oleagineux. 27(2):73-86.
22. STREBIN, S.; PEREZ, J. 1977. Capacidad de uso de las tierras del Estado Carabobo. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables. Caracas (Venezuela). Serie Informes Técnicos No. 22-01. 43 p.
23. TURREL, F. 1946. Tables of surfaces and volumes of spheres and of prolate and oblate spheroides; and spheroidal coefficients. Berkeley, University of California. 153 p.
24. WATSON, D. 1952. The physiological variation in yield. Advances in Agronomy 4:101-145.
25. WEAVER, R. 1976. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. México. Editorial Trillos. 622 p.
26. WHEATON, T.; CASTLE, W.; TUCKER, O.; WHITNEY, J. 1978. Concepts of higher density plantings for Florida citrus. Proceedings, Florida, State, Horticultural Society. 91:27-33.

Ecología de la polilla del repollo, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). II. Ciclo de vida.

Summary. The life history of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), was studied under constant temperature ($20 \pm 1^\circ\text{C}$) and with 16 hours light (08.00 to 24.00) per day from six 125-watts fluorescent tubes 2.40 m long. Relative humidity was not controlled but remained between 44-52% during the day and up to 14% higher at night. As a means of comparison, observations were made in the laboratory under variable temperature from domestic-type central heating (average 20°C) and variable daylight coming through a glass window; to reduce the side-light effect, the cages were rotated 90° everyday, and position with respect to the window was changed. Relative humidity was not controlled. Circular transparent plastic cages (approx. 10 cm diameter, and 4.5 cm height) were used; inside the cages was a five mm layer of moistured sand. One inch diameter leaf discs were taken from tender leaves of young cabbage plants. The discs were placed in the same position as they were in the leaf. Adult *Plutella* were allowed to oviposit for short periods of about six hours. Recently laid eggs were placed in the leaf disc. Observations were made regularly, more than once in a day. At 20°C constant temperature the total life duration was 41.3 days. First to fourth instar: 12.7 days. Pre-pupa: 1.3 days. Pupa: 7.12 days. Mean development times were longer at constant temperature except in fourth instar and pupa.

Plutella xylostella (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) es una plaga muy importante en cultivos de crucíferas y está ampliamente distribuida a través del mundo. La distribución mundial y la descripción de los diferentes estadios así como su importancia como plaga fueron descritos en artículos anteriores (20, 21).

El ciclo de vida de *P. xylostella* ha sido estudiado con diferentes grados de detalle en muchas partes del mundo, desde los trópicos ecuatoriales hasta regiones polares. Algunos ejemplos están en Alemania (18), Argentina (4), Australia (2), Bulgaria (12), Canadá (6), Egipto (8), Estados Unidos (3; 14; 15), Finlandia (11), Gran Bretaña (7), Hong Kong (13), India (1), Indonesia (25), Japón (16), Malaya (10), Nueva Zelanda (19), URSS (17) y Sur Africa (24).

Se hizo estudios de la biología del insecto en el laboratorio a temperatura ambiental y constante para comparar con lo que pueda ocurrir en condiciones de campo.

Materiales y métodos

Los experimentos fueron realizados en cuartos de ambiente controlado, a temperatura constante de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ con 16 horas de luz (08.00 a 24.00) por día, proveniente de seis tubos fluorescentes de 125 watts y de 2.40 m de longitud. La humedad relativa no fue controlada pero permaneció entre 44-52% durante el día y hasta 14% más alto por la noche. Esto se debió

a que la refrigeración operaba menos frecuentemente durante la noche y por lo tanto "descongelaba" menos del agua transpirada por las plantas. Como medio de comparación se hizo observaciones en el laboratorio bajo temperatura variable proveniente de calefacción central doméstica (rango 18 a 22°C) y luz diurna variable que entraba a través de una ventana de vidrio; para reducir el efecto de iluminación lateral, las jaulas fueron rotadas 90° cada día, y su posición con respecto a la ventana fue cambiada. La humedad relativa no fue controlada.

Las jaulas

Las jaulas usadas fueron cajas circulares de plástico transparente (9.5 cm diámetro de base, 10.5 cm diámetro del tope, y 4.5 cm de alto) con tapas transparentes con un hueco de 2.5 cm en el centro, cubierto con terylene, para ventilación. Las jaulas tenían adentro una capa de cinco mm de arena platada humedecida, para mantener y proveer de agua los discos de hojas.

Los discos de hojas

Los discos de hojas fueron tomados de hojas tiernas de cerca de 60-80 cm² de área, de plantas jóvenes de repollo. De cada hoja fueron cortados diez discos de 2.5 cm de diámetro, cinco de cada lado de la vena central, y se les colocó en círculo dentro de la jaula. Fueron dispuestos en la misma posición como estaban en la hoja, con la superficie superior hacia el centro de la jaula y tocándose ligeramente entre sí, pero separadas cerca de 0.5 cm de la pared de la jaula. Se añadió agua regularmente a la arena para mantener los discos de hojas tan frescos como fuera posible.

Los experimentos

Se permitió que adultos ovipusieran por cortos períodos de cerca de seis horas; se registró la fecha y el número de huevos; también se registró la fecha cuando los huevos eclosionaron. Esta fue la base para la estimación del período de incubación. Para el período de desarrollo larval, los huevos recién puestos fueron recolectados con un pincel fino y se les colocó en un papel de filtro humedecido, dentro de una placa de petri. Inmediatamente que las larvas salían del huevo, se recogían con un pincel fino y se colocaban en la superficie superior de los discos de hojas, lo más cerca posible del centro del disco. Se hizo observaciones regularmente, por lo general más de una vez por día. Los discos de hojas se reemplazaron cuando fue necesario, pero sólo se sacaban cuando las larvas se habían mudado a los discos nuevos.

Resultados

Tiempo de desarrollo

La duración de las larvas a temperaturas constantes y variable no fue significativamente diferente (Cuadro 1). A temperatura constante de 20°C la duración total del ciclo de vida fue de 41.4 días; con duración larval (primero a cuarto instar) de 12.7 días (12.6 días a temperatura variable); la duración de larva y pre-pupa fue de 14.0 días (13.8 días a temperatura variable), la duración de larva, pre-pupa y pupa fue de 21.2 días (23.1 días a temperatura variable).

Por lo antes expuesto, parece que el principal efecto de la temperatura variable fue aumentar la duración de los estadios pupales. La diferencia en el tiem-

Cuadro 1. Ciclo de vida.

Estadio	Temperatura constante (20°C)			Temperatura variable (\bar{x} = 20°C)		
	Número de o observaciones	Rango (días)	Tiempo en días (media ± error estándar)	Número de observaciones	Rango (días)	Tiempo en días (media ± error estándar)
Huevo	349	3-5	23.19 ± 0.02			
Larva 1º instar	46	2.5-6	3.71 ± 0.11	18	3-5	3.67 ± 0.16
Larva 2º instar	46	2-5	3.07 ± 0.17	17	2-3.5	2.68 ± 0.12
Larva 3º instar	41	2-4	3.20 ± 0.14	17	2-4.5	3.03 ± 0.21
Larva 4º instar	38	1-6	2.75 ± 0.20	16	2.5-5	3.25 ± 0.19
Pre-pupa	37	1-2	1.32 ± 0.11	16	1-2	1.19 ± 0.10
Pupa	6	7	7.00 ± 0.00	3	9-10	9.33 ± 0.33
Adulto	30	5-26	17.13 ± 1.18			

po de desarrollo entre la temperatura constante y la variable fue a su vez variable, siendo menor para las larvas de primer instar y mayor para las pupas, debido probablemente a las pocas observaciones a temperatura variable. Los tiempos promedio de desarrollo fueron más largos a temperatura constante, excepto en el cuarto instar y en la pupa. La diferencia entre temperatura constante y variable para el primer instar fue de 0.040 días; en el segundo instar fue de 0.389 días; en el tercer instar fue de 0.166 días, en el cuarto instar fue de 0.500 días (más largo a temperatura variable); en las pre-pupas fue de 0.136 días; y en las pupas fue de 2.333 días. La condición variable, quizá, aumentó la tasa de desarrollo.

Discusión

El Cuadro 2 compara el ciclo de vida de *P. xylostella* registrado por otros autores bajo diferentes condiciones, con aquellos obtenidos en las presentes investigaciones en Silwood Park, Gran Bretaña. Como se puede observar los datos provienen de diferentes países, tanto templados como tropicales.

Otros datos, no incluidos en el Cuadro 2 pero de interés para comparación, son los datos por Given (5) en Nueva Zelanda, quien encontró que en el laboratorio la duración media de la larva fue de 10.5 días y que la máxima duración de los adultos fue de 10 días. Hillyer y Thorsteinson (9), trabajando en condiciones de laboratorio en Canadá, encontraron que la duración media del período de preoviposición en hembras copuladas fue de 4.2 días con fecundidad de 148.9 ± 32.0 huevos por hembra, y en las hembras vírgenes el período medio de preoviposición fue 8.6 días con 79.0 ± 15.9 huevos por hembra. Shaw (22) encontró que en condiciones de campo, en Escocia, el estado larval tomó 21 días y el ciclo de vida total 42 a 49 días. Way *et al.* (26) encontraron que en condiciones de laboratorio (24°C) en Gran Bretaña, el máximo número de huevos puesto por las hembras fue 391. Finalmente, en el Cuadro 2 se puede ver que *P. xylostella* tiene un alto grado de adaptación a diferentes condiciones climáticas y también que la temperatura es el factor climático más importante en el desenvolvimiento de este insecto, especialmente en el desarrollo de los estados larvales. Esto es muy importante para la especie, ya que la capacita para tolerar un amplio rango de condiciones de temperatura característico de sus amplias latitudes de distribución.

Resumen

El ciclo de vida de la polilla del repollo, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), se estudió bajo temperatura constante ($20 \pm 1^{\circ}\text{C}$) y con 16 horas de luz (08.00 a 24.00) por día proveniente de seis

tubos fluorescentes de 125 vatios, de 2.40 m de longitud. La humedad relativa no fue controlada, pero permaneció entre 44 y 55% durante el día y hasta 14% más alto durante la noche. A manera de comparación se hizo observaciones en el laboratorio bajo temperatura variable de la calefacción central doméstica (18 a 22°C , promedio 20°C) y luz natural variable a través de ventanas de vidrio. Para reducir el efecto de luz lateral, las jaulas fueron rotadas 90° cada día y la posición con respecto a la ventana se cambió. No se controló la humedad relativa. Se usó jaulas plásticas circulares transparentes (aproximadamente 10 cm de diámetro y 4.5 cm de alto); las jaulas tenían dentro una capa de cinco milímetros de arena humedecida. Se sacó discos de 2.5 cm de diámetro de hojas tiernas de plantas jóvenes de repollo. Se permitió a adultos de *Plutella* que ovipusieran por períodos de seis horas y los huevos recién puestos fueron colocados en los discos de hojas.

Se hizo observaciones regularmente, más de una vez por día. A temperatura constante de 20°C , la duración total del ciclo de vida fue de 41.4 días. Del primer al cuarto instar: 12.7 días. Pre-pupa: 1.3 días, pupa: 7.2 días. Los tiempos promedio de desarrollo fueron más largos a temperatura constante excepto en el cuarto instar y en la pupa.

Agradecimientos

Se agradece al Profesor T.R.E. Southwood por las facilidades dadas para trabajar en la Imperial College Field Station University of London, y al Profesor M. J. Way por su supervisión, valiosas sugerencias y críticas al manuscrito. Los agradecimientos se extienden a todos los que colaboraron en la conclusión del presente trabajo, así como la ayuda financiera del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y de la Universidad de los Andes, especialmente al CDCH, ambos de Venezuela.

P. J. SALINAS*

* Facultad de Ciencias Forestales Universidad de Los Andes Mérida, Venezuela

Literatura citada

- 1 ABRAHAM, E.V.; PADMANABAN, M.D. 1968. Bionomics and control of the diamond-back moth. *Plutella maculipennis* Curtis. Indian J. Agric. Sci. 38:513-519.

2. ATWAL, A.S. 1955. Influence of temperature, photoperiod, and food on the speed of development, longevity, fecundity, and other qualities on the diamond-back moth *Plutella maculipennis* (Curtis) (Lepidoptera: Tineidae). *Austr. J. Zool.* 3:185-221.
3. BIEVER, K.D.; BOLDT, P.E. 1971. Continuous laboratory rearing of the diamond-back moth and related biological data. *Ann. ent. Soc. Am.* 64:651-655.
4. BRETHER, J. 1923. The cabbage moth (*Plutella maculipennis*). *Ann. Soc. Rural Argentina.* 57:162.
5. GIVEN, B.B. 1941. The relative food consumption of diamond-back moth and white butterfly larvae. *New Zeal. J. Sci. Techn. (Agric. Section)* 26(4):195-197.
6. HARCOURT, D.G. 1957. Biology of the diamond-back moth, *Plutella maculipennis* (Curt.) (Lepidoptera: Plutellidae), in eastern Ontario. II. Life history, behaviour, and host relationships. *Can. Ent.* 89:554-564.
7. HARDY, J.E. 1938. *Plutella maculipennis* Curt. Its natural and biological control in England. *Bull. ent. Res.* 29:343-372.
8. HASSANEIN, M.H. 1958. Biological studies on the diamond-back moth, *Plutella maculipennis* Curtis (Lepidoptera: Plutellidae). *Bull. Soc. ent. Egypte* 42:325-337.
9. HILLYER, R.J.; THORSTEINSON, A.J. 1969. The influence of the host plant or males on ovarian development or oviposition in the diamond-back moth *Plutella maculipennis* (Curt). *Can. J. Zool.* 47:805-816.
10. HO THIAN HUA. 1965. The life-history and control of the diamond-back moth in Malaya. *Bull. Div. Agric. Malasya* No. 118. 26 p.
11. KANERVO, V. 1936. The diamond-back moth *Plutella maculipennis* (Curt.) as a pest of cruciferous plants in Finland. *Valt. Maatalousk. Julk.* 86:1-26.
12. KRISTOVA, E. 1957. *Plutella maculipennis* Curt. and its control. *Nauchni Trud Minist. Zemedel.* 1:239-255. (In Bulgarian, English Summary).
13. LEE, H.Y. 1968. Diamond-back moth (*Plutella xylostella* (L.)) and its control in Hong Kong. *Agric. Sci. H.K.* 1:22-28.
14. MARSH, O.H. (1917). The life history of *Plutella maculipennis*, the diamond-back moth. *J. Agric. Res.* 10:1-10.
15. MINER, F.D. 1947. Life history of the diamond-back moth. *J. econ. Ent.* 40:581-583.
16. MORIUTI, S. 1956. Preliminary notes on the life history of the diamond-back moth. *Publ. ent. Lab. Univ. Osaka Pref. No.* 2:25-28.
17. REICHARDT, A. 1919. La teigne du chou (*Plutella maculipennis* Curt.) Essai monographique. *Bull. Sous-Sect. Combattre Ennemis Plantes Com. Agric.* 1:6-77.
18. RIPPER, W. 1928. Die raupe der Kohlschabe (*Plutella maculipennis* Curt.) (Lep.). *Z. Wiss. Insekt Biol.* 23:195-203.
19. ROBERTSON, P.L. 1939. Diamond-back moth investigations in New Zealand. *N. Zealand J. Sci. Techn.* A20:33-340.
20. SALINAS, P.J. 1972. Studies on the ecology and behaviour of the larvae of *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae). Ph.D. Thesis. University of London. 357 p.
21. SALINAS, P.J. 1977. Studies on the ecology of the diamond-back moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). 1. Description of instars and world distribution. *Acta Biologica Venezuéllica* 9:271-282.
22. SHAW, M.W. 1959. The diamond-back moth *Plutella maculipennis* Curt. A historical review with special reference to its occurrence in Scotland in 1958. *Trans. R. High. Agric. Soc.* 4:56-80.
23. STEPANOVA, L.A. 1962. An experiment in the ecological analysis of the conditions for the development of pests of cruciferous vegetable crops in nature. *Rev. Ent. USSR* 41:721-736. (In Russian).
24. ULLYETT, G.C. 1947. Mortality factors in populations of *Plutella maculipennis* Curtis. (Tineidae: Lep.), and their relations to the problem of control. *Union S. Afr. Dept. Agric. Forest. Ent. Mem.* 2:77-202.
25. VOS, H.C.C.A.A. 1953. Introduction in Indonesia of *Angitia cerophaga* Grav., a parasite of *Plutella maculipennis* Curt. *Contr. Gen. Agric. Res. Sta. Bogor* No. 134. 32 p.
26. WAY, M.J.; SMITH, P.M. and HOPKINS, B. 1951. The selection and rearing of leaf eating insects for use as test subjects in the study of insecticides. *Bull. ent. Res.* 46:331-354.