

## **RELACIÓN ENTRE EL CONTENIDO DE NITRÓGENO EN PECIOLOS Y PRODUCCIÓN DE FRUTOS DE PAPAYA**

### **REALTIONSHIP BETWEEN NITROGEN CONTENT IN PETIOLES AND PAPAYA FRUITS PRODUCTION**

Álvarez-Hernández JC, Munro-Olmos D.

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,  
Escuela de Ciencias Agropecuarias, Prolongación Mariano Jiménez s/n  
Colonia el Varillero, Apatzingán Michoacán,  
México. C. P. 60660.

Recibido: 28 de Diciembre de 2010.

Aceptado: 4 de Febrero de 2011.

#### **Resumen**

Con el objetivo de generar una curva de abastecimiento nutrimental para nitrógeno (N) en el cultivo de papaya cv. 'Maradol Roja', que sirva como referencia en la interpretación de los resultados de análisis foliares y diagnosticar el estado nutrimental de plantaciones comerciales, se llevó a efecto un experimento en un suelo vertisol pélico (arcilloso) en Apatzingán Michoacán, México. Se aplicaron cuatro dosis contrastantes de N, junto con un testigo sin N, con una dosis constante de fósforo (P) y potasio (K), bajo un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. A los 147 días después del trasplante (ddt) se registró la altura de planta, número de hojas y frutos; y al inicio de la fructificación (225 ddt), se seleccionaron dos plantas en cada unidad experimental, se colectaron dos peciolo de hojas recientemente maduras, para determinar mediante análisis foliar el contenido de N (% del total de materia seca), conjuntamente se les registró el rendimiento. A las variables fenológicas se les practicó análisis de varianza, y una regresión múltiple a los resultados de análisis foliares y el rendimiento de fruta. Se obtuvo, una curva de abastecimiento nutrimental de N para las condiciones ambientales de Apatzingán Michoacán, donde se relaciona el contenido de N en peciolo y el rendimiento

de fruta. En el nivel de 2 a 2.13 % de N en peciolo, el rendimiento de fruta alcanzó 72.7 kg planta<sup>-1</sup>. Con esta curva nutrimental de N, es factible mejorar los criterios y eficiencia de la fertilización nitrogenada de este cultivo.

**Palabras clave:** *Carica papaya* L., curva de abastecimiento, dosis de fertilización, análisis nutrimental foliar.

#### **Abstract**

With the aim of generating a curve of nutrimental supply for nitrogen (N) in the cultivation of papaya cv. 'Maradol Roja', which may serve as a reference in the interpretation of results of foliar analysis and to diagnose the nutrimental state of commercial plantations, an experiment on *vertisol pelico* soil (clay) in Apatzingán Michoacán, México was carried out. Four contrasting doses of N were applied, together with a control without N, with a constant dose of phosphorus (P) and potassium (K), under an experimental design of randomized blocks with four replications. 147 days after transplanting height of plant, number of leaves and fruits were registered; and at the beginning of the fruiting (225 after transplanting), two plants in each experimental unit were selected,

#### **Autor correspondiente:**

Álvarez Hernández JC. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Escuela de Ciencias Agropecuarias, Domicilio: Prolongación Mariano Jiménez s/n colonia el Varillero, C.P. 60660. Apatzingán Michoacán, México. Tel., fax: 01 (453) 5341675. Correo Electrónico: [jcalvarh@umich.mx](mailto:jcalvarh@umich.mx)

and two petioles of recently mature leaves were collected, to determine through foliar analysis the N content (% of total dry matter), yield was registered jointly. Phenological variables were subject to analysis of variance, and the results of the foliar analysis and fruit yield were subject to multiple regression. A curve of nutrimental supply of N for environmental conditions of Apatzingán Michoacán was obtained, where the concentration of N in petioles and fruit yield are related. In the level of 2 to 2.13 % N in petioles, the fruit yield reached 72.7 kg plant<sup>-1</sup>. With this nutrimental curve of N, it is feasible to improve the criterion and efficiency of the nitrogen fertilization of this crop.

**Key words:** *Carica papaya* L., curve of supply, fertilization dose, analysis foliar nutrimental.

### Introducción

La papaya (*Carica papaya* L.), es una especie frutal de importancia económica y social en las principales zonas productoras de nuestro país y del mundo. Durante el año agrícola 2007-2008, en el Distrito de Riego 097 "Lázaro Cárdenas" que comprende la región conocida como Valle de Apatzingán en Michoacán, se establecieron 2,578 ha con rendimiento de 29.87 ton ha<sup>-1</sup> (CONAGUA, 2009), el genotipo de papaya establecido corresponde al cv. 'Maradol Roja' cuyo potencial productivo supera las 100 ton ha<sup>-1</sup> (Díaz *et al.*, 2002). Esta diferencia en rendimientos, se atribuye a una serie de factores característicos del genotipo, destacando la alta susceptibilidad a plagas y enfermedades (Alonso *et al.*, 2009) principalmente las virales (Rivas-Valencia *et al.*, 2003), carencia de información respecto a la aplicación de componentes técnicos y evaluación del manejo de cultivo a las condiciones ambientales particulares del trópico seco de Michoacán, concretamente, se presenta una fuerte variación en las dosis de fertilización aplicadas, principalmente de nitrógeno (N). El N, al ser un elemento esencial con mayor proporción respecto a su materia seca (1-3 %), su requerimiento

es de suma importancia, y cuyas principales funciones son de tipo estructural y osmótico (Cárdenas-Navarro *et al.*, 2004), su adición en papaya se relaciona con una mayor producción de fruta (Sales *et al.*, 2001), por otra parte, la deficiencia de este elemento se manifiesta en las hojas viejas con un cambio de color progresivo de verde hasta amarillo y reducción en el tamaño de la hoja, en exceso, el crecimiento es abundante y con una mayor distancia entre frutos en el tallo (Thomas *et al.*, 1995).

Las necesidades nutrimentales en el cultivo, se determina mediante ensayos de campo complementados con análisis de suelo y foliar. De manera general, en función de los resultados de los análisis, se opta por el empleo de dosis de fertilización recomendadas (De los Santos *et al.*, 2000; Sales *et al.*, 2001; Oliveira y Caldas, 2004; Bueno-Jáquez *et al.*, 2005). Por otra parte, varios estudios se han enfocado a determinar los niveles críticos con base al análisis de tejido vegetal (peciolo recientemente maduro) y mediante la aplicación de modelos predictivos (Awada y Long, 1980c; Pérez-López y Reyes, 1984; Allan *et al.*, 2000; Jiménez-García *et al.*, 2009).

Aunque el uso de fertilizantes nitrogenados es esencial para alcanzar los mayores rendimientos del cultivo, su uso inadecuado implica riesgos de contaminación ambiental (Cárdenas-Navarro *et al.*, 2004). Así, el empleo de modelos ajustados a base de curvas de abastecimiento, son una opción a seguir y cuya finalidad es determinar la ruta crítica bajo un programa de fertilización. Por ello, el conocimiento de esta herramienta y la productividad del cultivo, permite hacer un uso más eficiente de los fertilizantes nitrogenados (Jiménez-García *et al.*, 2009). De igual manera, debido a las condiciones agronómicas variables en las que se desarrolla el cultivo, es necesario determinar los niveles críticos para cada condición ambiental.

Con base a lo anterior, el objetivo de este trabajo fue generar una curva de

abastecimiento nutrimental para N, que sirva como referencia en la interpretación de análisis foliares y diagnosticar el estado nutrimental de plantaciones comerciales de papaya, para mejorar los criterios de fertilización en la zona productora del estado de Michoacán.

### Materiales y métodos

La investigación se realizó en el campo experimental de la Escuela de Ciencias Agropecuarias (ECA) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), en Apatzingán Michoacán, la cual se localiza a 19°05'00" de Latitud Norte y 102°22'17" de Longitud Oeste, con clima cálido semi-seco (BS) y una altitud de 314 msnm (García, 1988). El tipo de suelo en el sitio experimental es vertisol pélico (arcilloso) (INEGI, 1983).

El almácigo se estableció un mes antes del trasplante, se utilizó semilla de papaya cv. 'Maradol Roja' certificada de primera, esta se colocó en bolsa de plástico transparente de 3 x 5 cm llena con una mezcla de sustrato comercial; y durante un periodo de 12 meses, se cultivó en campo. La distancia fue a 3 x 2 m entre línea y planta, dando un total de 1,666 plantas ha<sup>-1</sup>. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar de cinco tratamientos y cuatro repeticiones, se apli-

caron cuatro fórmulas contrastantes de N y un testigo sin N (0, 130, 260, 521 y 651 kg ha<sup>-1</sup>), y dosis uniformes de P y K (260 y 566 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente). La fertilización se inició a partir del primer mes del trasplante (junio), con intervalos entre aplicaciones de un mes (Cuadro 1) y hasta el sexto mes (noviembre). Las fuentes de fertilizantes usados fueron: urea, super fosfato de calcio triple y sulfato de potasio. El manejo de la plantación se basó en las recomendaciones establecidas por Díaz *et al.*, (2002), con pequeñas modificaciones.

En nueve plantas por parcela experimental, se registró la altura de planta, número de hojas y frutos a 147 días después del trasplante (ddt). Por otra parte, al inicio de la fructificación (225 ddt), se seleccionaron dos plantas dentro de cada unidad experimental, en cada planta se consideraron dos peciolos de hojas recientemente maduras, estos se colectaron y colocaron en bolsa de plástico etiquetadas, e inmediatamente se enviaron al laboratorio para determinar mediante análisis de tejido vegetal el contenido de N (% sobre el total de materia seca), la metodología utilizada fue destilación semi-micro-kjeldahi. Además, a estas dos plantas se les registró el peso de frutos desde inicio hasta el fin de cosecha.

**Cuadro 1.**  
**Tratamientos evaluados y cantidad de fertilizante aplicado por planta durante junio a noviembre en papaya cv. 'Maradol Roja'.**

Tratamiento N-P-K (kg ha <sup>-1</sup> )	g planta <sup>-1</sup> N-P-K					
	1	2	3	4	5	6
0-260-566	0-60	0-60	0-90	0-120	0-150	0-180
130-260-566	10-60	10-60	15-90	20-120	25-150	30-180
260-260-566	20-60	20-60	30-90	40-120	50-150	60-180
521-260-566	40-60	40-60	60-90	80-120	100-150	120-180
651-260-566	50-60	50-60	75-90	100-120	125-150	150-180

Las variables de desarrollo de planta (147 ddt), se procesaron mediante análisis de varianza bajo un diseño experimental de bloques al azar, y la separación de medias correspondió a Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Para la construcción de la curva de abastecimiento de N, se hizo un regresión múltiple ( $y = a + b_1x_1 + b_2x_2^2$ ), donde se determinó la relación entre el contenido de N en peciolo y la producción de fruta de papaya, así mismo, se efectuó un análisis de varianza al modelo de regresión múltiple. Para todos los casos se utilizó el paquete estadístico SAS (1997).

### Resultados y Discusión

A los 147 ddt, en altura de la planta el análisis estadístico mostró diferencias

significativas, donde los tratamientos 260-260-566, 521-260-566 y 651-260-566 son estadísticamente iguales, y estos a su vez alcanzaron la mayor altura, a diferencia de los tratamientos 0-260-566 y 130-260-566, que registraron la menor altura (Cuadro 2). Respecto al número de hojas, el análisis estadístico no detectó diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo el tratamiento 260-260-566, produjo el mayor número de hojas (48.5) (Cuadro 2). En relación al número de frutos, el análisis estadístico mostró diferencias, con excepción del tratamientos 0-260-566, los demás tratamientos son estadísticamente iguales, sin embargo, el tratamiento 521-260-566 produjo mayor cantidad de frutos (23.9) (Cuadro 2).

**Cuadro 2.**  
**Altura de planta, número de hojas y número de frutos de plantas de papaya cv. 'Maradol Roja' a 147 ddt.**

Tratamiento N-P-K (kg ha <sup>-1</sup> )	Altura de planta (cm)	Número de hojas	Número de frutos
0-260-566	104.9 <sup>ct</sup>	41.5 <sup>a</sup>	15.7 <sup>b</sup>
130-260-566	122.8 <sup>b</sup>	47.0 <sup>a</sup>	21.6 <sup>a</sup>
260-260-566	127.0 <sup>ab</sup>	48.5 <sup>a</sup>	19.8 <sup>ab</sup>
521-260-566	131.8 <sup>ab</sup>	44.6 <sup>a</sup>	23.9 <sup>a</sup>
651-260-566	134.4 <sup>a**</sup>	44.9 <sup>a NS</sup>	19.4 <sup>ab*</sup>
CV (%)	4.46	8.24	17.35

<sup>†</sup> Medias seguidas de la misma letra dentro de columnas no difieren estadísticamente (Tukey  $p > 0.05$ ). <sup>NS</sup>: no significativo, \*: significativo ( $p \leq 0.05$ ), \*\*: altamente significativo ( $p \leq 0.01$ ). CV: coeficiente de variación.

Por otra parte, con base a los resultados obtenidos de los análisis foliares para el contenido de N en peciolo y el rendimiento de fruta de papaya (Cuadro 3), se aplicó el modelo de regresión múltiple donde de manera gráfica, se observa la curva de

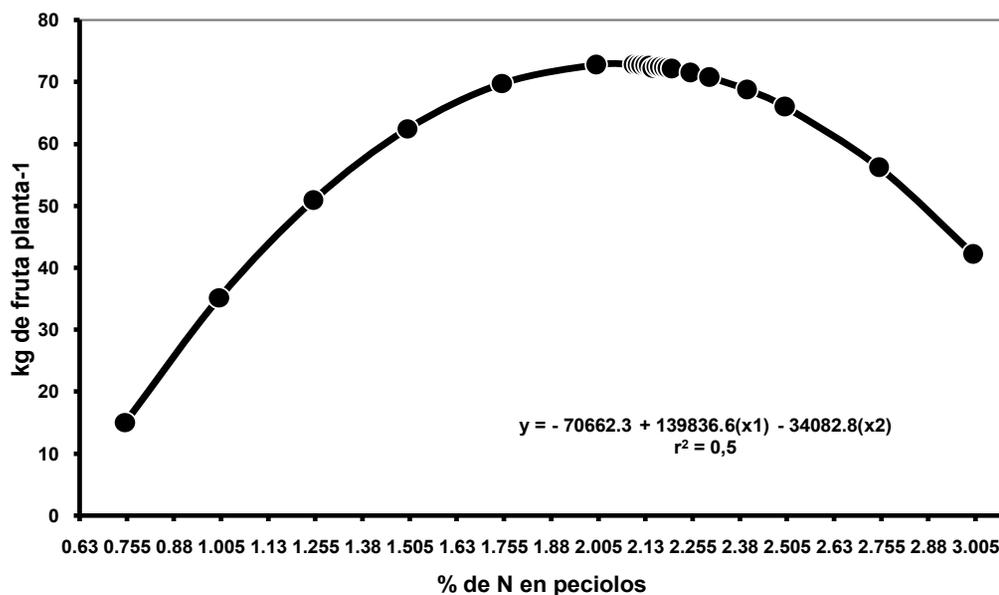
abastecimiento de N (x) contra el rendimiento de fruta de papaya (y) (Figura 1). En las condiciones ambientales de Apatzingán Michoacán y en el cv. 'Maradol Roja', se determinó que para alcanzar el máximo rendimiento de fruta 72.7 kg planta<sup>-1</sup>, el contenido

de N en peciolo debe oscilar entre 2.0 a 2.13 % desde el inicio de fructificación de la planta. Concentraciones de N fuera de este rango, pueden causar un efecto detrimental que impactará en el rendimiento de la fruta de papaya. Sin embargo, el coeficiente de

determinación ( $r^2$ ) fue de 0.5, esto significa que el 50 % de la variación en el rendimiento de fruta de papaya, se explica por el contenido de N en peciolo, probablemente el resto se atribuye a causas ajenas de genotipo, ambiente y problemas fitosanitarios.

**Cuadro 3.**  
**Contenido de N en peciolo y rendimiento de fruta de papaya cv. 'Maradol Roja'.**

No. de muestra	Concentración de N en peciolo (%)	Rendimiento de fruta (kg planta <sup>-1</sup> )
	x	y
1	1.26	56.19
2	0.80	20.51
3	1.36	66.25
4	1.16	48.69
5	1.38	66.85
6	1.91	78.04
7	1.96	79.59
8	0.92	37.82
9	1.12	40.94
10	1.20	40.42
11	1.89	72.86
12	0.90	34.48
13	1.78	67.48
14	1.06	63.03
15	1.02	48.46
16	1.36	53.15
17	1.04	61.86
18	1.27	46.86
19	2.18	72.83
20	2.20	75.07
21	2.22	74.59
22	1.65	59.10
23	2.05	91.21
24	1.50	40.90
25	1.66	58.35
26	0.85	27.87
27	1.90	75.33
28	2.18	79.18
29	2.02	89.59
30	2.06	10.57
31	1.45	48.70
32	1.36	43.36
33	2.08	10.96
34	2.04	10.35
35	1.97	79.36
36	1.43	44.25
37	1.85	77.21
38	1.17	39.27
39	1.84	68.88
40	0.85	27.87



**Figura 1. Relación entre el contenido de N en peciolos (x) sobre la producción de fruta (y) de papaya cv. 'Maradol Roja'.**

Por último, el análisis de varianza efectuado para el modelo de regresión múltiple, indicó diferencia estadística altamente significativa ( $p=0.000005$ ) para el factor regresión, existió una relación lineal entre el contenido de N en peciolos y la producción de frutos de papaya.

Respecto a las variables fenológicas de la planta, únicamente se registró una fecha de muestreo (147 ddt), donde las mayores dosis de N ( $651$  y  $521$   $\text{kg ha}^{-1}$ ) influenciaron estadísticamente en las variables altura de la planta ( $134.4$  cm) y número de frutos ( $23.9$ ), en cambio, la tendencia de mayor número de hojas ( $47.0$  y  $48.5$ ) se registró en las dosis de N más bajas ( $130$  y  $260$   $\text{kg ha}^{-1}$ ) (Cuadro 2). Para este cv. 'Maradol Roja', en Cuba a 300 ddt se reportó la altura de planta de  $191.2$  cm, número de hojas de  $68.2$  y  $40.6$  frutos planta<sup>-1</sup> (Alonso *et al.*, 2008); por otra parte, en la localidad de Tuxpan, Municipio de Iguala, Guerrero a 240 ddt, se reportó la altura de planta de  $132.4$  cm y  $11.0$  frutos planta<sup>-1</sup> (Alcántara *et al.*, 2010).

El muestreo de peciolos de hojas recientemente maduras efectuado en este estudio se eligió con base a Awada (1969), quien determinó que el análisis químico de peciolos funcionó como el mejor indicador del contenido de N, al relacionarlo con el mayor rendimiento de fruta de papaya; por otro lado, con base a los resultados obtenidos, la determinación de los contenidos críticos de N, estarán en función de la cantidad de fruta que se desee obtener, y mantenerlos en equilibrio desde el inicio de la fructificación, por ejemplo, con los resultados obtenidos cuyo rango más favorable fluctúa de  $1.75$  a  $2.25$  % de N en peciolos, el rendimiento esperado puede alcanzar de  $70$  a  $72.7$   $\text{kg planta}^{-1}$ . En Hawaii para el cv. 'Solo', reportaron contenidos de N de  $1.45$  %, con un rendimiento de  $96.33$   $\text{kg planta}^{-1}$  (Awada y Long, 1971) y para el 95 % de la producción, el nivel de N en peciolo debe oscilar alrededor de  $1.27$  % (Awada y Long, 1978). Al combinar dos elementos N y K, con un diseño factorial, los contenidos en peciolos de  $1.44$  % de N y  $2.52$  % de K se relacionaron con el máximo rendimiento

de frutos 38.9 y 36 kg planta<sup>-1</sup>, respectivamente (Awada y Long, 1980). En Puerto Rico, para el cv. 'P.R. 7-65', se reportaron contenidos en peciolo de 1.48 % de N y 64 ppm de Boro para alcanzar la máxima producción de fruta (24 kg planta<sup>-1</sup>) (Pérez-López y Reyes, 1984). Por su parte Chirinos (1999), reportó el contenido de N en peciolo para plantas en producción de 1.01 a 2.50 %; contrariamente, con síntomas de deficiencia de este elemento en el cv. 'Cariflora', el contenido de N en peciolo osciló de 1.09 a 1.31 % (Thomas *et al.*, 1995). Lo anterior, indica que los cultivares y sus características de adaptación a diferentes condiciones ambientales, el potencial productivo del genotipo y el manejo del cultivo, influyen directamente en el desarrollo de esta especie. En el cv. 'Maradol Roja', la producción inicia al octavo mes después del trasplante y su potencial de producción es de 103 ton ha<sup>-1</sup>, donde el 81.9 % corresponde a fruta comercial y el resto corresponde a frutos deformes y dañados (Díaz *et al.*, 2002).

A pesar de que existen gran variedad de recomendaciones sobre la nutrición de esta especie, el empleo de dosis de fertilización preestablecidas (Pacheco, 1979; Mirafuentes, 1997; De los Santos *et al.*, 2000), ha sido la opción más utilizada, sin embargo, la curva de abastecimiento de N generada en este estudio para el cv. 'Maradol Roja', y bajo las condiciones ambientales del trópico seco de Michoacán, es una herramienta conjugable, pues con base a los resultado de los análisis foliares, permite el

diagnóstico del estado nitrogenado del cultivo durante la fase de inicio de fructificación y ofrece la posibilidad de estimar los aportes de N en caso necesario, con ello se podrán mejorar los criterios de fertilización para el elemento N.

### Conclusiones

Se generó una curva de abastecimiento nutricional de N para papaya cv. 'Maradol Roja' en las condiciones ambientales de Apatzingán Michoacán, México, donde se relaciona el contenido de N en peciolo de hojas recientemente maduras y el rendimiento de fruta por planta. Se determinó que con un nivel de 2.0 a 2.13 % de N en peciolo, se puede alcanzar el mayor rendimiento de fruta de 72.7 kg planta<sup>-1</sup>. Con esta curva de abastecimiento, es factible mejorar los criterios y eficiencia de la fertilización de este cultivo, ya que puede ser utilizada en la interpretación de los resultados de los análisis foliares. Por último, se sugiere que este ensayo, sirva como base, para continuar con estudios similares, pero variando junto con las dosis de N las dosis de P y K en estudios factoriales.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a la Escuela de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, por su apoyo para el desarrollo de este trabajo.

### Literatura citada

- Alcántara JJA, Hernández CE, Ayvar SS, Damián NA, Brito GT. Características fenotípicas y agronómicas de seis genotipos de papaya (*Carica papaya* L.) en Tuxpan, Guerrero, México. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 2010; 1: 35-46.
- Alonso EM, Tornet QY, Ramos RR, Farrés AE, Aranguren GM, Rodríguez MD. Caracterización y evaluación de dos híbridos de papaya en Cuba. *Agricultura Técnica en México* 2008; 34: 333-339.
- Alonso M, Tornet Y, Ramos R, Farrés E, Rodríguez D. Evaluación de dos híbridos de papaya introducidos en Cuba. *Agronomía Costarricense* 2009; 33: 267-274.

- Allan P, Taylor NJ, Dicks HM. Fertilization of "Solo" papayas with nitrogen, phosphorus and potassium. *Acta Horticulturae (ISHS)* 2000; 511: 27-34.
- Awada M. The selection of the nitrogen index in papaya tissue. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 1969; 94: 687-690.
- Awada M, Long C. Relation of petiole nitrogen level to nitrogen fertilization and yield of papaya. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 1971; 96: 745-479.
- Awada M, Long C. Relation of nitrogen and phosphorus fertilization to fruiting and petiole composition of 'Solo' papaya. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 1978; 103: 217-219.
- Awada M, Long C. Nitrogen and potassium fertilization effects on fruiting and petiole composition of 24 to 48 months old papaya plants. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 1980; 105: 505-507.
- Bueno-Jáquez JE, Alonso-López A, Volke-Haller V, Gallardo-López F, Ojeda-Ramírez M, Mosqueda-Vázquez R. Respuesta del papayo a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en un luvisol. *Terra Latinoamericana* 2005; 23: 409-415.
- Cárdenas-Navarro R, Sánchez-Yáñez JM, Farías-Rodríguez R, Peña-Cabriales JJ. Los aportes de nitrógeno en la agricultura. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 2004; 10: 173-178.
- Chirinos UH. Fertilización de papaya. *Breves Agronómicas. Instituto de la Potasa y el Fósforo A C* 1999; 3: 13-14.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Estadísticas agrícolas de los distritos de riego, año agrícola 2007-2008. 1ra. edición. México: Editor Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2009. 389.
- De Los Santos De La RF, Becerra LEN, Mosqueda VR, Vásquez HA, Vargas GAB. Manual de producción de papaya en el estado de Veracruz. INIFAP-CIRGOC. Campo Experimental Cotaxtla. Folleto Técnico No. 17. 1ra. Reedición: Veracruz, México 2000; 87.
- Díaz GG, Garza LJG, Munro OD. Evaluación de cultivares y guía para producir papaya en la costa de Jalisco. INIFAP, CIRPAC, Campo Experimental Costa de Jalisco. Folleto Técnico No. 1. La Huerta Jalisco, México 2002; 88.
- García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 4ta. edición: México. Editorial UNAM, 1988. 246.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Carta Edafológica E. 13-3. Escala 1: 250,000. Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática. Colima, México, 1983.
- Jiménez-García G, Rodríguez-Fuentes H, Vidales-Contreras J, Alcorta-García E, Olivarez-Sáenz E, Hernández-Escareño J *et al.* Growth and nitrogen uptake curves in papaya grown under protected crop. *Acta Horticulturae (ISHS)* 2009; 843: 97-102.

- Mirafuentes HF. Manual para producir papaya en Tabasco. Folleto para productores No. 9. División Agrícola. Campo Experimental Huimanguillo. Centro de Investigación Regional del Golfo Centro. INIFAP-Gobierno del estado de Tabasco, México 1997; 25.
- Oliveira AMG, Caldas RC. Produção do mamoeiro em função de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. Revista Brasileira de Fruticultura 2004; 26: 160-163.
- Pacheco HE. El cultivo de la papaya en el Valle de Apatzingán. Circular No.11. CEVA-CIRPAC. INIFAP. Apatzingán Michoacán, México 1979; 133.
- Pérez-López A, Reyes RD. Effect of nitrogen and boron application on *Carica papaya* L. II. Petiole and fruit nutrient content and N and B index for leaf tissue analysis. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 1984; 68: 5-17.
- Rivas-Valencia P, Mora-Aguilera A, Téliz-Ortiz D, Mora-Aguilera A. Influencia de variedades y densidades de plantación de papayo (*Carica papaya* L.) sobre las epidemias de mancha anular. Revista Mexicana de Fitopatología 2003; 21: 109-116.
- Sales MC, Borges OA, Henrique MP, Vianni R, Maldonado JF. Fontes e doses de nitrogênio e a qualidade dos frutos do mamoeiro. Scientia Agricola (Brasil) 2001; 58: 345-348.
- SAS Institute. SAS/STAT User's Guide. Release 6.3 Edition. Cary, North Carolina, 1997.1028.
- Thomas MB, Ferguson J, Crane JH. Identification of N, K, Mg, Mn, Zn and Fe deficiency symptoms of carambola, lychee and papaya grown in sand culture. Proceeding Florida State Horticultural Society 1995; 108: 370-373.