

Estándares de clasificación del estado de nutrición nitrogenada de papayos (*Carica candamarcensis*, Hook. f.)¹

J. Domingo Godoy H.², Federico Kocher G.³ y Aurelio Villalobos P.⁴.

INTRODUCCION

Los requerimientos de nitrógeno en papayos no han sido evaluados; sólo se han determinado los tejidos específicos de muestreo y la forma de este elemento que mejor representa el estado nutricional de la planta.

En esta investigación se proponen rangos de concentración en el peciolo, que corresponden a diferentes estados de nutrición nitrogenada de la planta, discutiéndose con mayor énfasis la "concentración crítica de nutrientes" para crecimiento.

REVISION DE LITERATURA

De acuerdo con Smith (12), los resultados conseguidos en trabajos de nutrición en ár-

boles frutales llevados a cabo en cultivos hidropónicos o en arena, han sido ampliamente ratificados en los ensayos efectuados en condiciones de campo.

Lundergardh, citado por Smith (11), explica que la base fisiológica del análisis de tejidos depende de dos procesos: a) la absorción y distribución de minerales en la planta, y b) la relación cuantitativa entre los nutrientes absorbidos y el crecimiento. De ello surgen tres interrogantes:

1. Tipo de tejido, posición y etapa del desarrollo que mejor refleja el contenido de un nutriente en la planta.
2. Las concentraciones y proporciones de nutrientes asociadas con el desarrollo y rendimiento económico de la planta.
3. Las concentraciones de nutrientes en los tejidos asociados con la deficiencia y toxicidad.

El tipo de tejido para determinar nitrógeno en papayo fue estudiado por Kocher y Villalobos (8), quienes encontraron como mejor indicador del estado de nutrición nitrogenada de esta planta al nitrógeno total en las hojas 9-10

¹Recepción manuscrito: 9 de agosto de 1968.

²Parte de la Tesis presentada a la Escuela de Agronomía de la Universidad de Chile por J. Domingo Godoy H., como uno de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

³Ingeniero Agrónomo, Ph. D., profesor de la Cátedra de Fruticultura General, Escuela de Agronomía, Universidad de Chile. Coordinador línea Fruticultura, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias por convenio U. de Chile-Instituto.

⁴Ingeniero Agrónomo, Proyecto Fruticultura, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (actualmente en la Universidad de Rutgers N. J., U. S. A.).

y 11, a partir de la primera expandida, expresado en porcentaje de peso seco presente en el pecíolo.

Sin embargo, como lo señalan algunos autores (14) los datos obtenidos del análisis de tejido tienen valor sólo cuando van correlacionados con diferentes comportamientos de la planta, como síntomas visuales de deficiencia o toxicidad, crecimiento óptimo y producción económica.

La relación fundamental entre la producción y el estado de nutrición mineral de las plantas fue descrita por Mitscherlich y está definida por la ley de los "rendimientos decrecientes".

Con el transcurso del tiempo, los investigadores han profundizado en la curva de Mitscherlich y han propuesto varios términos y definiciones de las diferentes divisiones que presenta. Estas han sido estudiadas y descritas por Ulrich (14) y Smith (11), entre otros.

Ulrich (14) sugiere el término "concentración crítica de nutriente", definiéndolo como "la mínima concentración de un elemento asociado al máximo de crecimiento cuando ningún otro factor es limitante". Smith (11) estatuyó más tarde que cuando la concentración del elemento nutritivo cae bajo la "concentración crítica", la magnitud de la respuesta a un fertilizante dependerá de la relativa abundancia de los otros factores de crecimiento y del tiempo de duración de la deficiencia.

La concentración crítica de nutrientes corresponde según Ulrich (16) (17) al 10% de reducción sobre el máximo crecimiento.

Smith (12) ha propuesto una pauta para establecer los estándares de concentración de los elementos en la planta y ella comprende cinco rangos que son: deficiente, bajo, óptimo, alto y exceso.

Los trabajos revisados permiten concluir que el desarrollo de un método eficaz de diagnóstico nutricional implica tener el suficiente trabajo experimental como para establecer los estándares propios y determinar el significado de las divergencias, en términos de producción y calidad.

MATERIAL Y METODO

La investigación se realizó bajo condiciones de invernadero en la Estación Experimental La Platina.

Se trabajó con plantas de semilla que después de la aparición de la tercera hoja verdadera (5 de enero), se repicaron, previo lavado de raíces, a macetas plásticas individuales de 16 cm. de diámetro por 15 cm. de altura, las cuales contenían arena de cuarzo.

Luego de transcurridos 2 meses de crecer en

estas macetas, se trasplantaron a macetas de 20 cm. de diámetro por 17 cm. de altura.

El diseño experimental consistió en "Aleatorización Completa" con ocho tratamientos para el elemento en estudio y cuatro repeticiones por tratamiento.

Los tratamientos correspondieron a los siguientes niveles de nitrógeno para las soluciones nutritivas:

Nitrógeno: 10 - 60 - 110 - 160 - 210 - 410 - 610 - 810 ppm.

Desde el trasplante a macetas con arena de cuarzo (5 de enero) hasta transcurridos seis meses de crecimiento (12 de junio), las plantas se regaron con solución nutritiva Hoagland Nº 2 (5). De ahí en adelante se comenzaron los tratamientos tomando como base la solución usada por Kender y Anastasia (7), ajustada a pH 6,5.

El riego de cada planta se efectuó con 250 ml. de solución nutritiva para las macetas chicas y de 500 ml. para las macetas grandes, una vez al día y durante 5 días seguidos, y con agua destilada durante 2 días.

Se midió semanalmente crecimiento, expresado en altura total de plantas, diámetro del tronco a nivel del cuello y número de hojas totales. Se midió, además, en el tercer muestreo para el análisis de tejidos, peso fresco y seco de láminas y pecíolos, peso fresco y seco de raíces y parte aérea.

Se analizó nitrógeno total para pecíolos (8), por micro kjeldahl (9).

Se efectuaron tres muestreos: a los 75-115 y 155 días de iniciados los tratamientos diferenciales.

La muestra consistió en el conjunto de pecíolos 9-10-11-12 y 13, contados a partir de la primera hoja expandida.

El material fue secado en estufa de aire forzado a 75°C por 48 horas y luego molido en un molino con malla 20.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se observa que la concentración de nitrógeno en el pecíolo aumenta a medida que se incrementa la cantidad aportada de este elemento en la solución nutritiva. Este hecho concuerda con lo encontrado en paltos (3) y naranjos (2) (13).

Esta concentración de nitrógeno total en la planta, como puede verse en la Figura 1, es lineal entre 10 y 410 ppm. de nitrógeno en la solución nutritiva para las tres fechas de muestreo, confirmando lo propuesto por Kocher y Villalobos (8). Sobre 410 ppm. de nitrógeno en la solución nutritiva, el contenido de nitrógeno total en las plantas fue sólo levemente superior que el de aquéllas con menor aporte del

Cuadro 1 — Influencia de ocho niveles de nitrógeno, en la concentración de nitrógeno total de pecíolos¹ en tres épocas de muestreo, expresado en % de peso seco².

Nº	TRATAMIENTO CONC. DE N EN PPM. DE LA SOL. NUTRITIVA	1.ER MUESTREO ³ %	2º MUESTREO ⁴ %	3.ER MUESTREO ⁵ %
1	10	1,090	1,385	1,388
2	60	1,378	1,885	1,345
3	110	1,675	2,043	1,540
4	160	1,888	2,548	1,855
5	210	2,345	2,620	2,210
6	410	3,518	4,308	3,545
7	610	4,003	5,440	4,523
8	810	3,673	5,668	4,130
F		**	**	**
C.V.		21,73%	11,19%	18,24%

¹Pecíolos 9 a 13 contados a partir de la primera hoja recientemente expandida.

²Promedio de cuatro análisis por tratamiento.

³Primer Muestreo, 70 días después de iniciados los tratamientos diferenciales (7 meses de edad).

⁴2º Muestreo, 110 días después de iniciados los tratamientos diferenciales.

⁵3.er Muestreo, 150 días después de iniciados los tratamientos diferenciales.

Prueba del rango múltiple de Duncan

1.er Muestreo	7	8	6	5	4	3	2	1
2º Muestreo	8	7	6	5	4	3	2	1
3.er Muestreo	7	8	6	5	4	3	1	2

elemento, coincidiendo con lo observado por Chapman (2) en naranjos; en efecto, se pierden la proporcionalidad lineal de la respuesta.

Chapman (2) aconseja analizar la forma soluble de nitrógeno (N-NO₃) en caso de exceso de nitrógeno en cítricos, para conseguir respuesta lineal al nitrógeno aportado. Los resultados presentados en la Figura 1 y Cuadro 2 muestran para el nitrógeno nítrico en pecíolos, una respuesta cuadrática similar a la del nitrógeno total en pecíolos, demostrando así que en el papayo no se cumple lo observado en cítricos. De esto se deduce, que sobre 3,5% de nitrógeno total en pecíolo base peso seco, no hay relación directa entre los valores analizados y el estado de la planta.

Los tres muestreos presentan una misma tendencia y buena correlación, siendo el segundo aquél con mayor número de poblaciones diferentes, bajo coeficiente de variabilidad y un amplio rango de acumulación (Cuadro 1 y Figura 1).

En la segunda época de muestreo se observaron en el tratamiento 10 ppm. de nitrógeno, síntomas visuales de deficiencia de este elemento como los descritos por Mélica Muñoz (10) y sólo en el tercer muestreo en el tratamiento 810 ppm., se presentaron anomalías en las hojas inferiores que parecen indicar un exceso, como ser epinastía, necrosis de la zona que corresponde a la abertura que forman los lóbulos de la hoja y abscisión sin que éstas pierdan su color verde. Esto estaría indicando que

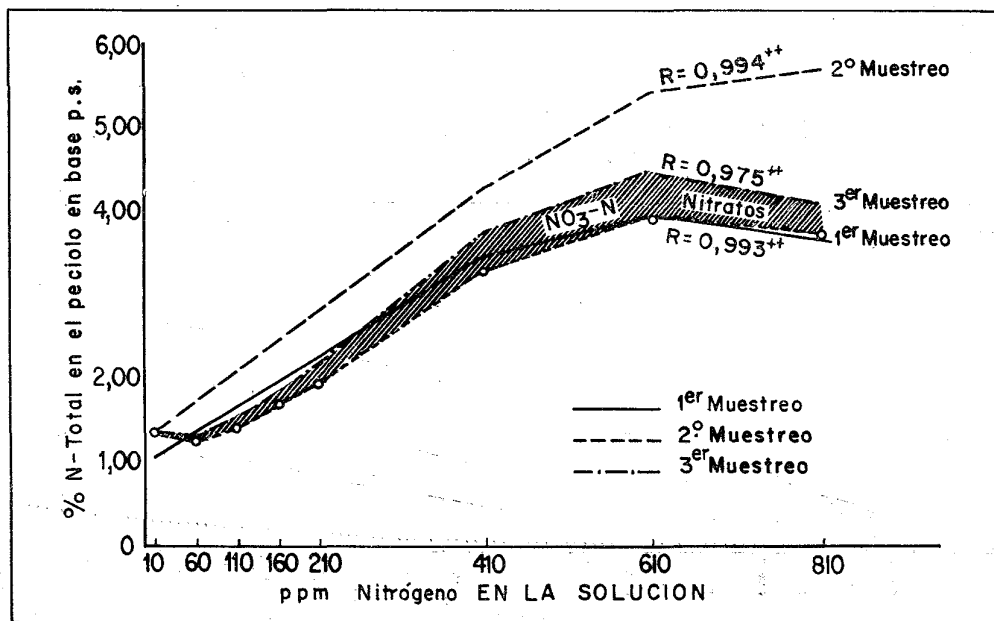


Figura 1 — Influencia de ocho niveles de nitrógeno en la concentración de N-total en tres épocas de muestreo y NO₃-N en el tercer muestreo, para pecíolos (% p.s.).

no hay desnaturalización de la clorofila y posterior hidrólisis de las proteínas, con la consiguiente inmovilización del nitrógeno. De este modo, la planta podría estar eliminando nitrógeno, explicándose en esta forma la disminución del nitrógeno total en el pecíolo entre el segundo y el tercer muestreo para el mayor nivel de nitrógeno en la solución nutritiva (Figura 1). Por otro lado, la abscisión no se debería a acumulación de nitratos de acuerdo a los análisis efectuados, como puede verse en el Cuadro 2 y la Figura 1. Si las anomalías observadas se deben a un exceso de nitrógeno, habría que buscar su causa en la calidad de su forma orgánica.

De acuerdo a las curvas de crecimiento en altura encontradas (Figura 2), las plantas se vieron afectadas por los niveles crecientes de nitrógeno en la solución nutritiva, como lo encontrado por Mélica Muñoz (10) en la misma especie bajo condiciones similares de cultivo. La respuesta en crecimiento está en relación directa a lo aportado hasta el nivel 160 ppm. de nitrógeno. Sobre este nivel parece no persistir una respuesta de crecimiento en altura, lo que marcaría el límite entre lo deficiente y lo adecuado.

Por otro lado, el nivel 160 ppm. de nitrógeno en la solución nutritiva cae dentro de la zona lineal de la Figura 1, indicando que su correspondiente análisis de tejido es una buena medida de lo aportado a la planta y podría relacionarse con el crecimiento sin mayores limitaciones.

En este ensayo sólo se observaron síntomas visuales de deficiencia de nitrógeno en el nivel 10 ppm. de nitrógeno, a pesar de ser deficientes para un adecuado crecimiento los niveles bajo 160 ppm. de nitrógeno en la solución nutritiva, como se observa en la Figura 2. Los

Cuadro 2 — Influencia de ocho niveles de nitrógeno en la concentración de nitratos, N-orgánico y N-total en pecíolos¹ de la 3ª época de muestreo, expresado en porcentaje de peso seco².

Nº	TRATAMIENTO CONC. DE N EN PPM. DE LA SOL. NUTRITIVA	NITRATOS ³	N — ORGÁNICO	N — TOTAL
		[%] N — NO ₃	[%]	[%]
1	10	0,0288	1,3612	1,3875
2	60	0,0719	1,2781	1,3450
3	110	0,1072	1,4320	1,5400
4	160	0,1463	1,7273	1,8650
5	210	0,2322	1,9778	2,2100
6	410	0,4871	3,3129	3,5450
7	610	0,5439	3,9761	4,5225
8	810	0,4177	3,7123	4,1300

F **
C.V. 18,24%

¹Pecíolos 9 a 13 contados a partir de primera hoja recientemente expandida.

²Promedio de cuatro análisis por tratamiento.

³Se analizó nitratos en base a la modificación propuesta por Ulrich para bajo contenido de cloruros (15).

niveles superiores no fueron deficientes por no responder las plantas a mayores aportes del elemento; ello indicaría que esta especie no presenta un excesivo crecimiento vegetativo con altas dosis de nitrógeno, como lo enuncia Chandler en *Carica papaya* (1).

La velocidad de crecimiento para todos los tratamientos fue relativamente constante durante el transcurso del ensayo, como era de esperar bajo las condiciones en que crecieron las plantas.

Con el objeto de determinar los estándares de nutrición nitrogenada de papayos, se analizó separadamente cada variable en función de la concentración de nitrógeno en el pecíolo

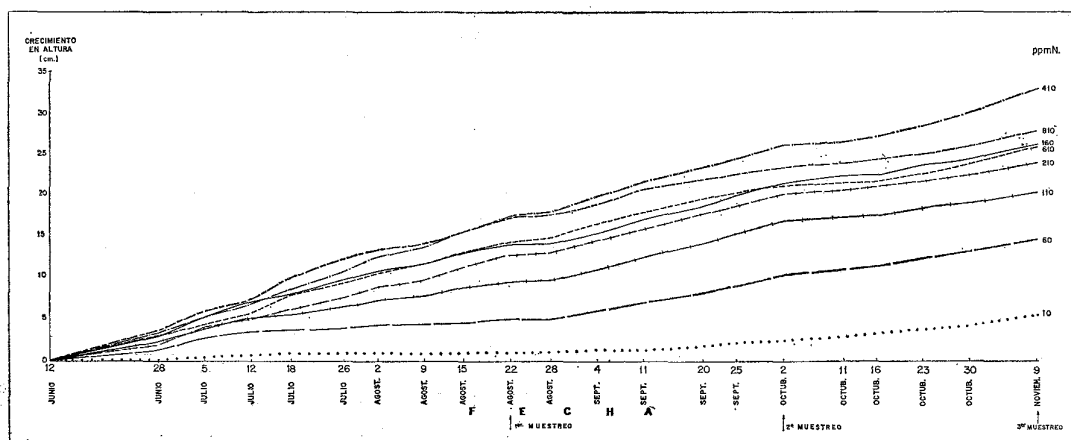


Figura 2 — Curva de crecimiento en altura para ocho niveles de nitrógeno en papayos bajo condiciones de invernadero (cm).

base peso seco, para los tres muestreos, y finalmente en relación a peso fresco y seco de raíces y parte aérea.

Las curvas se dibujaron considerando la mejor correlación de los puntos que corresponden a las medias de cuatro repeticiones por tratamiento y en base a la prueba del rango múltiple de Duncan para determinar dentro de cada variable cuáles pertenecen a la misma población en el máximo. La media de esta población fue usada como la máxima producción por donde pasó la línea horizontal de la curva; igualmente, la concentración de nitrógeno en el pecíolo se usó para obtener la aproximación vertical. La zona de transición fue estimada de los puntos individuales y no de las medias por tratamiento, como lo efectuado por otros investigadores (16) (6).

Debe anticiparse que todas las variables aumentaron significativamente (1%) a medida que se incrementaba el nitrógeno aportado por la solución nutritiva. Además, el coeficiente de variación osciló entre 10 y 20%.

Al relacionar crecimiento en altura y número de hojas, con el porcentaje de nitrógeno total en el pecíolo base peso seco (Figuras 3 y 4), se observa una alta correlación y es posible ver que a pequeños incrementos de concentración del elemento en la planta se producen grandes aumentos de crecimiento en altura y número de hojas, llegando a un momento en que ambos incrementos son proporcionales, para luego no variar a medida que aumenta la concentración en la planta. En efecto, plantas cuya concentración ha caído bajo el punto donde la variable crecimiento disminuye (concentración crítica), están deficientes y podrían crecer mejor con mayores aportes del nutriente. Plantas sobre la concentración crítica del nutriente no están deficientes y no responderán a mayores aportes del elemento (Figura 5).

La pendiente de la zona vertical de las curvas (Figuras 3 y 4) es mayor en el tercer muestreo, debido a que la deficiencia tuvo el tiempo necesario para presentarse en los niveles bajo la zona de transición de la curva.

Por otro lado, la transición entre la concentración deficiente y adecuada es estrecha, característica de tejido conductivo, como lo señalado por Ulrich (17).

Si consideramos que el nivel crítico está en el punto que corresponde al 10% de reducción sobre el máximo crecimiento, tenemos que estará entre 1,8 y 2,0 por ciento de nitrógeno total en el pecíolo para estas variables (flechas de las curvas de las Figuras 3 y 4).

La Figura 6 muestra la relación entre el diámetro del tronco y el porcentaje de nitrógeno total en el pecíolo base peso seco. Se encontró correlación sólo en el primero y segun-

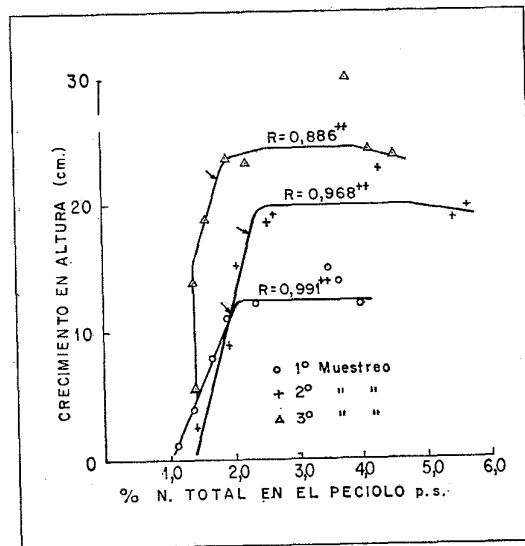


Figura 3 — Relación entre el % de N-total en el pecíolo y el crecimiento en altura en tres épocas de muestreo.

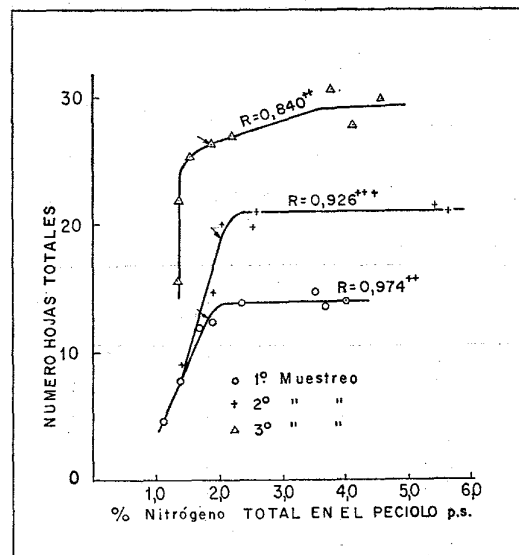


Figura 4 — Relación entre el % de N-total en el pecíolo y el número de hojas totales en tres épocas de muestreo.

do muestreo y es notorio observar tres poblaciones bien marcadas.

De ello se desprende un efecto detrimental sobre el diámetro, cuando la concentración en la planta es superior a 4,0% de nitrógeno total en el pecíolo, lo que no se observó en el crecimiento en altura ni número de hojas.

El nivel crítico deducido de esta variable (Figura 6) estará entre 1,4 y 2,0% de nitró-

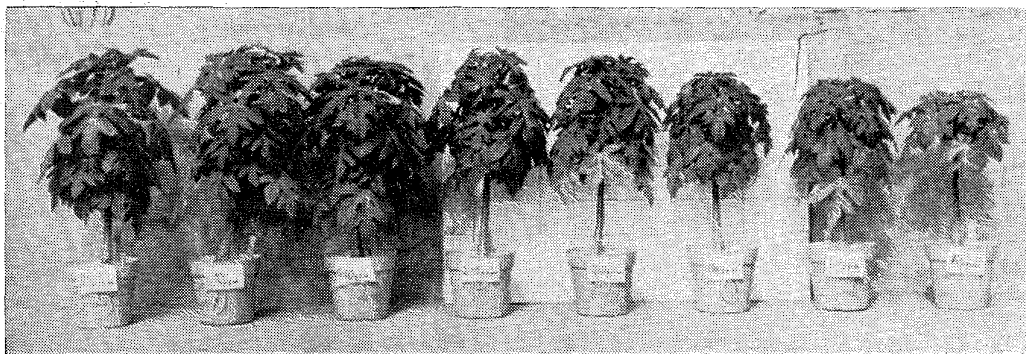


Figura 5 — Plantas de papayo (media de 4 repeticiones) que muestran la respuesta en crecimiento, intensidad de color y número de hojas para cada tratamiento. Las dosis de N aumentan de derecha a izquierda (foto C. Lemos).

genó total en el peciolo. Sin embargo, el nivel 1,4% presentó síntomas visuales de deficiencia.

La relación entre el porcentaje de nitrógeno total en el peciolo y el peso fresco o seco de la muestra compuesta (peciolos y hojas 9 a 13), se describe en la Figura 7. Estas curvas presentan buena correlación, confirmándose lo antes expuesto y las flechas nos indican que el nivel crítico está en 1,7% de nitrógeno total en el peciolo.

Raíz y parte aérea de la planta han sido las

Cuadro 3 — Influencia de ocho niveles de nitrógeno, en el peso fresco, seco y en el porcentaje de materia seca de raíces de papayo, expresado en gramos¹.

Nº	TRATAMIENTO CONC. DE N EN PPM. DE LA SOL. NUTRITIVA	PESO FRESCO RAICES GR.	PESO SECO RAICES GR.	% MATERIA SECA RAICES
1	10	266,25	28,35	10,68
2	60	433,25	40,68	9,40
3	110	532,75	51,00	9,53
4	160	497,75	43,75	8,83
5	210	487,25	39,90	8,20
6	410	430,75	33,78	8,03
7	610	398,50	31,28	7,85
8	810	244,50	18,20	7,43
F1%		**	**	**
C.V.		12,22%	7,53%	9,62%

¹Promedio de cuatro repeticiones por tratamiento.

Prueba del rango múltiple de Duncan

Peso fresco raíces	3	4	5	2	6	7	1	8
Peso seco raíces	3	4	2	5	6	7	1	8
% materia seca raíces	1	3	2	4	5	6	7	8

medidas de crecimiento más usadas en la determinación de niveles críticos. Lo comprueba el bajo coeficiente de variabilidad obtenido (Cuadros 3 y 4), principalmente en peso seco; esto indica que es una buena medida del crecimiento, como lo corroboran los trabajos

Cuadro 4 — Influencia de ocho niveles de nitrógeno en el peso fresco, seco y en el porcentaje de materia seca de la parte aérea¹ de papayo, expresado en gramos².

Nº	TRATAMIENTO CONC. DE N EN PPM. DE LA SOL. NUTRITIVA	PESO FRESCO PARTE AEREA GR.	PESO SECO PARTE AEREA GR.	% MATE- RIA SECA, PARTE AEREA	RELACION PARTE AEREA: PAR- TE RADICU- LAR (PESO SECO)
1	10	114,75	14,48	12,73	0,51
2	60	216,25	24,78	11,55	0,56
3	110	229,50	26,13	11,40	0,53
4	160	446,25	34,33	8,05	0,79
5	210	280,50	34,25	11,20	0,86
6	410	392,25	38,10	9,73	1,19
7	610	325,00	34,00	10,50	1,13
8	810	238,00	22,55	9,58	1,26
F1%		**	**	**	
C.V.		19,96%	13,09%	11,33%	

¹Parte aérea, corresponde a la zona comprendida entre el ápice de crecimiento y las primeras raíces a nivel del cuello, incluyendo hojas.

²Promedio de cuatro repeticiones por tratamiento.

Prueba del rango múltiple de Duncan

Peso fresco parte aérea	4	6	7	5	8	3	2	1
Peso seco parte aérea	6	4	5	7	3	2	8	1
% materia seca parte aérea	1	2	3	5	7	6	8	4

efectuados por otros como Ulrich (16) (17), Hylton (6) y Chapman (2).

El peso fresco de la parte aérea (Cuadro 4) aumenta con adiciones de 10 a 160 ppm. de nitrógeno y el peso seco se incrementa hasta 410 ppm. de nitrógeno en la solución nutritiva. Las raíces alcanzan su máximo peso fresco y seco con 110 ppm. de nitrógeno en la solución (Cuadro 3). Esto indica que la raíz responde menos que la parte aérea a aportes

mayores de 110 ppm. de nitrógeno en la solución nutritiva, como lo encontrado por Hylton *et al.* (6).

Las curvas entre el porcentaje de nitrógeno

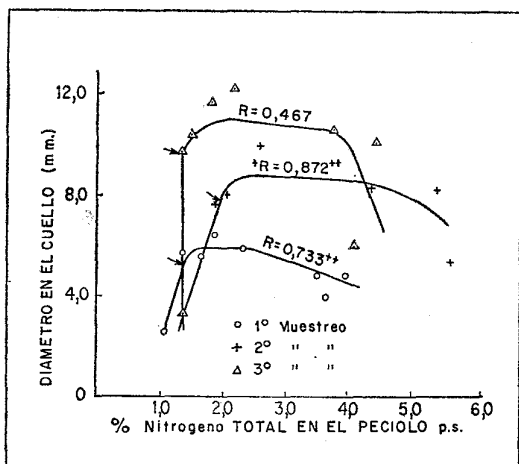


Figura 6 — Relación entre el % de N-total en el peciolo y el diámetro del cuello en tres épocas de muestreo.

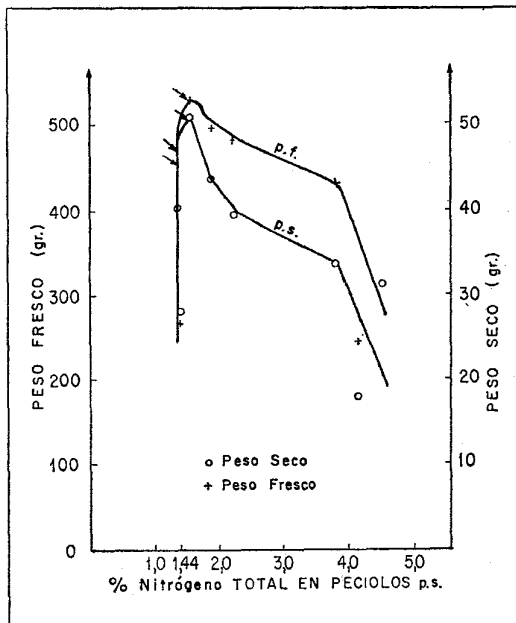


Figura 8 — Relación entre el % de N-total en el peciolo con el peso fresco y seco de raíces.

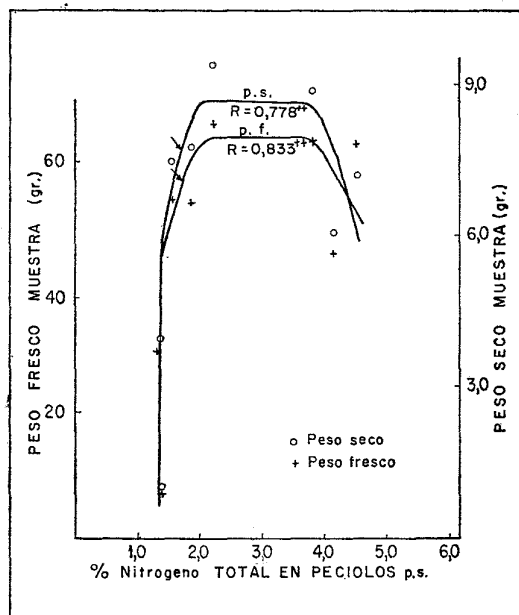


Figura 7 — Relación entre el % de N-total en el peciolo, el peso fresco y seco de la muestra, en el tercer muestreo.

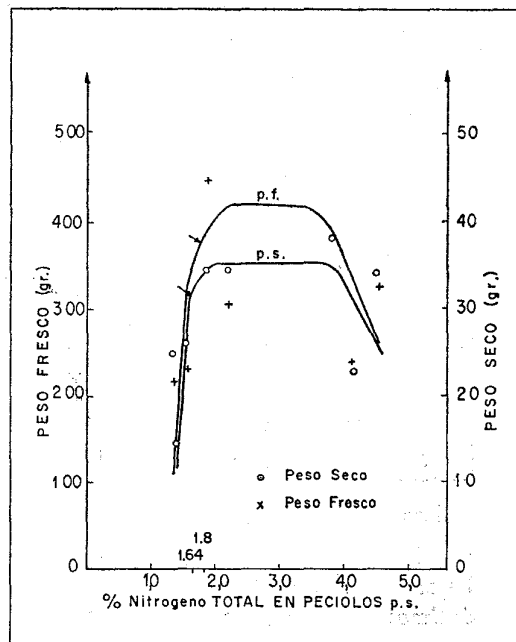


Figura 9 — Relación entre el % de N-total en el peciolo con el peso fresco y seco de la parte aérea.

no en el pecíolo y el peso fresco y seco de raíces (Figura 8), fueron dibujadas uniendo los puntos que corresponden a las medias de cuatro repeticiones por tratamiento. Estas tienen una misma tendencia y presentan una zona de concentración muy estrecha entre lo deficiente y lo adecuado, debido a que la raíz responde en menor grado que las otras variables de crecimiento. Este hecho dificulta la determinación de un nivel crítico para raíces, porque éste estaría en 1,4% de nitrógeno total en el pecíolo (flechas Figura 8), concentración en la cual se presentaron síntomas visuales de deficiencias de nitrógeno.

En la zona de consumo de lujo (1,5 a 4,0% de N total), las curvas (Figura 8) se separan indicando succulencia por acumulación de agua.

El nivel crítico deducido de la parte aérea (Figura 9) es de 1,7% para peso seco y de 1,8% de nitrógeno total en el pecíolo para peso fresco.

Además el peso de raíces y parte aérea (Figuras 8 y 9) comprueban fehacientemente que

el rango exceso está sobre 4% de nitrógeno total en el pecíolo.

La relación parte aérea/radicular (Cuadro 4) aumenta directamente con el nitrógeno entregado por la solución nutritiva, lo que está de acuerdo con lo reportado por Chapman (2), en cítricos.

Concluyendo de lo observado en las Figuras 3 a 9, se desprende que "la concentración crítica" no es un punto sino un rango de concentración que separa lo deficiente de lo adecuado. El diámetro es poco sensible a niveles bajos de nitrógeno y las raíces presentan una zona de transición muy estrecha como para separar la concentración ligeramente deficitaria, de lo deficiente. En efecto, el "óptimo" estará entre 1,7 y 2,0% de nitrógeno total en el pecíolo base peso seco. Este rango de concentración es similar al encontrado en paltos (4); mayor que la concentración óptima observada para mango (18), y menor que la óptima en citrus (12).

R E S U M E N

Se determinaron los estándares de concentración de nitrógeno en plantas de papayo (*Carica candamarcensis*, Hook. f.) que crecieron en invernadero bajo condiciones controladas.

El cultivo se realizó en arena de cuarzo, utilizando solución nutritiva que aporta el nitrógeno en forma de nitrato de amonio.

Los niveles diferenciales de nitrógeno fueron:

10 - 60 - 110 - 160 - 210 - 410 - 610 - 810 ppm.

Se midió semanalmente crecimiento, expresado en altura total de plantas, diámetro del tronco, número de hojas y al final del ensayo se pesaron las hojas y pecíolos recientemente maduros, raíces y parte aérea.

Los muestreos para el análisis de tejido se hicieron a los 75-115-155 días de iniciados los tratamientos diferenciales, analizándose nitrógeno total en pecíolos.

Las conclusiones más importantes fueron:

El tejido muestreado (pecíolos 9-10-11-12-13) es un buen indicador del estado de nutrición nitrogenada de la planta.

La concentración de nitrógeno en el pecíolo aumentó proporcionalmente al incremento de nitrógeno aportado por la solución nutritiva.

El crecimiento en altura, número de hojas, diámetro del tronco, peso de la muestra, raíz y parte aérea aumentaron con concentraciones crecientes de nitrógeno en el pecíolo hasta un máximo donde permanecieron sin mayores variaciones. Sin embargo, las mayores concentraciones de nitrógeno en el pecíolo presentaron un efecto depresivo sobre el diámetro, peso de la muestra, raíz y parte aérea.

Los estándares de nutrición propuestos son:

deficiente: menos de 1,4 (síntomas visuales de deficiencia)

bajo: 1,4 a 1,7

óptimo: 1,7 a 2,0 "Concentración crítica"

alto: 2,0 a 4,0

exceso: más de 4,0% de nitrógeno total en el pecíolo (síntomas visuales que parecen indicar un exceso).

S U M M A R Y

Nitrogen concentration standards for Mountain Papaw (*Carica candamarcensis*, Hook. f.) were determined under greenhouse conditions.

The plants were grown on sand culture, and the nitrogen levels were: 10 - 60 - 110 - 160 - 210 - 410 - 610 - 810 ppm. as ammonium nitrate.

The following measurements were taken: growth as plant height, trunk diameter and number of leaves. At the end of the experiment whole mature leaves, roots and top were weighed.

Tissue sampling for analyses were made after 75-115-155 days of treatment.

Conclusions:

The sampled tissue (petioles 9-10-11-12-13) is a good indicator of the plant nitrogen status.

Nitrogen in petioles is directly related to the nutrient solution concentration in this element.

Growth in height, number of leaves, trunk diameter, sample weight, total weight of roots and top increased directly with nitrogen content in petioles to a point where no detectable changes were noticed. Nevertheless, the largest nitrogen concentrations in petioles were detrimental on diameter, sample weight, root and top weight.

The nutrient standards proposed are:

deficient: less than 1,4 (visual deficiency symptom)

low: 1,4 to 1,7

optimum: 1,7 to 2,0 "Critical nitrogen concentration"

high: 2,0 to 4,0

excess: more than 4,0% of total nitrogen in the petioles (Symptoms that seem to be an excess).

LITERATURA CITADA

1. CHANDLER, W. H. Evergreen orchards. 2nd. ed. Philadelphia, Lea & Febiger, 1958. 535 p.
2. CHAPMAN, H. D., and LIEBIG, G. F. JR. Nitrate concentration and ion balance in relation to citrus nutrition. *Hilgardia* 13 (4): 141-154. 1940.
3. EMBLETON, T. W., JONES W. W., KIRPATRICK, J. D., and GREGORY-ALLEN, D. Influence of sampling date season and fertilization on macronutrients in Fuente avocado leaves. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 72: 309-320. 1958.
4. GOODALL, G. E., EMBLETON, T. W., and PLATT, R.G. Avocado fertilization. *California Agric. Ext. Ser. Leaflet* N° 24. 1965. 4 p.
5. HOAGLAND, D. R., and ARNON, D. J. The water culture method for growing plants without soil. *Cal. Agr. Exp. Sta. Circular* 343. 1950. 32 p.
6. HYLTON, L. O. JR., ULRICH, A., and CORNELIUS, D. R. Comparison of nitrogen constituents as indicators of the nitrogen status of italian ryegrass, and relation of top to root growth. *Crop Science* 5: 21-22. 1965.
7. KENDER, W. J., and ANASTASIA, F. Nutrient deficiency symptoms of the lowbush blueberry. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 85: 275-280. 1964.
8. KOCHER G., F. y VILLALOBOS P., A. Comparación entre los constituyentes nitrogenados de hojas de papayos como indicadores del estado de nutrición nitrogenada de la planta. *Agricultura Técnica (Chile)* 25 (4): 155-158. 1966.
9. MÜLLER, L. Un aparato micro kjeldahl simple para análisis rutinarios rápidos de materias vegetales. *Turrialba*. 11 (1): 17-25. 1961.
10. MUÑOZ SCH., MÉLICA. Síntomas de deficiencias nutricionales en plantas de papayo (*Carica candamarcensis*, Hook. f.). Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile. 1965. 55 p. (Mimeo-grafiada).
11. SMITH, P. F. Mineral analysis of plant tissue. *Ann. Rev. Plant Physiology*. 13: 81-104. 1962.
12. ———— Leaf analysis of citrus. In Childers, N. F., *Fruit nutrition*. Somerville, N. J. Somerset Press. pp. 208-228. 1966.
13. ————, REUTHER, W., SPECHT, A. W., and HRNCIAR, G. Effect of differential nitrogen, potassium, and magnesium supply to young Valencia orange trees in sand culture on mineral composition especially of leaves and roots. *Plant Physiol.* 29: 349-355. 1954.
14. ULRICH, A. Physiological bases for assessing the nutritional requirements of plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 3: 207-226. 1952.
15. ———— Analytical methods for use in plant analysis. *Cal. Agric. Exp. Sta. Bull.* N° 766, 1959. 78 p.
16. ———— The relative constancy of the critical nitrogen concentration of sugar beet plants. In Bould C. A., *Plant analysis and fertilizer problems*. IV. Geneva, N. J., W. F. Humphrey Press. 1964 pp. 371-391.
17. ———— and WADE, L. BERRY. Critical phosphorous levels for lima bean growth. *Plant Physiol.* 36 (5): 626-632. 1961.
18. YOUNG, T. W., KOO, R. C. J. and MENER, J. T. Effects of nitrogen, potassium and calcium on Kent mangos on deep, acid sandy soil. *Proc. Fla. State. Hort. Soc.* 75: 364-371. 1962.