

Extracción de N, P y K en tres cultivares de vid en la zona de el Tocuyo, estado Lara

Removal of N, P and K in three grape cultivars in El Tocuyo, Lara state, Venezuela

R. Pire¹, M. Ojeda², A. Pereira¹ y M. M. Castillo¹

Resumen

Se determinaron las concentraciones y contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio en momentos de la cosecha así como en la poda subsiguiente en los cultivares de vid 'Queen', 'Tucupita' y 'Villanueva' en El Tocuyo, estado Lara, con el fin de determinar los niveles de extracción de dichos elementos durante un ciclo productivo de las plantas. Para ello se obtuvo el peso seco total y se realizaron los análisis químicos en muestras de frutos, tallos y hojas. Se encontró que el cv. Tucupita presentó los mayores niveles de extracción. Por otra parte, la lámina foliar fue el componente de la planta que removió la mayor cantidad de nitrógeno mientras que el potasio fue principalmente extraído por el mosto y los sarmientos. La extracción de nitrógeno varió entre 44,7 y 38,3 kg/ha por ciclo productivo. La mayor extracción de fósforo fue de 4,8 kg/ha y la de potasio de 50,3 kg/ha en los tres cultivares. Los resultados obtenidos pueden contribuir al planeamiento de las labores de fertilización de viñedos cultivados en condiciones comparativas en el país y la zona tropical en general.

Palabras clave: Vid, uva, nutrición mineral, nutrientes, análisis de tejido

Abstract

Nitrogen, phosphorous and potassium concentrations and contents in 'Queen', 'Tucupita' and 'Villanueva' grapevines were quantified in El Tocuyo, Lara state, Venezuela, in order to determine extraction levels of these minerals during the productive cycle of the plant. This was done by determining the total dry weight and assessing the nutrient concentrations in fruit stem and leaves. The cv. Tucupita showed the highest nutrient extraction. Leaf blade was the plant part that removed the largest amount of nitrogen, while potassium was

Recibido el 16-2-2001 ● Aceptado el 16-7-2001

1. Posgrado de Horticultura. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Apartado 400. Barquisimeto. Venezuela. email: rjpire@reacciun.ve

2. Departamento de Botánica. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Apartado 400. Barquisimeto. Venezuela.

mainly removed by must and canes. Nitrogen removal varied between 44.7 and 38.3 kg/ha per cycle. The greatest phosphorus and potassium removal was 4.8 and 50.3 kg/ha, respectively, in the three cultivars. These results may contribute to fertilization program planning of comparative vineyards established in the tropical region.

Key words: Grapevine, grape, mineral nutrition, nutrients, tissue analysis.

Introducción

El cultivo de la vid (*Vitis vinifera* L.) se ha venido incrementando en Venezuela en las tres últimas décadas, no sólo para producir uvas para consumo fresco sino también para vinificación. Las principales plantaciones están ubicadas en los estados Zulia y Lara cuyas condiciones climáticas favorecen el desarrollo de la planta, aunque frecuentemente los suelos son de baja fertilidad (17, 23).

La vid es considerada poco exigente en cuanto a niveles de nutrientes en el suelo y posee cierta habilidad para adaptarse a una amplia gama de ellos en su comparación con otros cultivos hortícolas (8). Probablemente por esto las respuestas más contundentes de la práctica de fertilización han sido obtenidas en zonas con marcadas deficiencias nutricionales (7, 15).

En la zona tropical la información sobre aspectos nutricionales del cultivo, especialmente la relacionada con los requerimientos y niveles de extracción en los viñedos, no es muy abundante. Bajo estas latitudes la vid tiene un crecimiento continuo y puede producir más de una cosecha por año, de tal forma que podría consumir rápidamente las reservas del suelo (16).

En Venezuela se han realizado algunos intentos para determinar las

deficiencias nutricionales de la vid (28) y las respuestas del cultivo a varios niveles de fertilización (6, 27, 34). Asimismo, bajo condiciones del estado Lara, se han realizado ensayos para evaluar el estado nutricional de la planta durante diferentes etapas del crecimiento (21, 26). En cuanto a los requerimientos nutricionales, Araujo *et al.* (2) han reportado niveles de extracción de N, P y K por parte del cultivo en plantaciones del estado Zulia.

La extracción de elementos es estimada mediante la remoción que realizan los diferentes órganos de la planta durante su ciclo productivo. El conocimiento de los niveles de esta extracción es un requisito básico para establecer los programas de fertilización, especialmente cuando se aplica el criterio de la fertilización por restitución (3, 19) mediante el cual se trata de reponer al suelo los elementos removidos por el cultivo. En el caso de la vid, la remoción ocurre fundamentalmente por la cosecha de los frutos y por la partes vegetativas que son eliminadas mediante la poda y que son retiradas del terreno. Adicionalmente, existe extracción en el incremento del peso seco de los componentes permanentes de la estructura de la planta.

El objetivo principal de este

trabajo fue determinar la remoción de nitrógeno, fósforo y potasio realizada por diferentes órganos de plantas adultas de los cultivares 'Queen',

'Tucupita' y 'Villanueva' en el viñedo del Instituto de la Uva (UCLA) en El Tocuyo, estado Lara.

Materiales y métodos

Descripción de la zona.

El ensayo se condujo en el viñedo del Instituto de la Uva de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", ubicado en El Tocuyo, estado Lara, a una latitud de 9° 47' N y una altitud de 630 msnm. La temperatura media es de 25,5 °C, la humedad relativa del 65% y la precipitación de 650 mm anuales. El suelo se caracteriza por tener de baja a media fertilidad y textura arcillosa (cuadro 1). Es de moderada estructuración y baja tasa de infiltración (25).

Características del material vegetal y manejo agronómico.

Se seleccionaron diez plantas de vid de quince años de edad, sanas y representativas (cuadro 2) de cada uno de los siguientes cultivares: 'Tucupita' (uva negra para mesa), 'Queen' (uva roja para mesa) y 'Villanueva' (uva blanca para vino).

Los cultivares Tucupita y Queen estaban a una distancia de plantación de 3 x 3 m y conducidos bajo un sistema de emparrado de 2 m de altura. El cultivar Villanueva estaba a una distancia de plantación de 3 x 2 m bajo un sistema de espaldera de 1,8 m de altura. Los tres cultivares estaban injertados sobre el patrón 'Criolla Negra'.

El manejo agronómico aplicado en la plantación fue el mismo que se

realiza tradicionalmente en el viñedo el cual consiste en aplicaciones de aproximadamente 1,0 kg/planta del fertilizante 12-12-17/2 SP al inicio del ciclo, riego superficial por surcos anchos o melgas y controles fitosanitarios con productos químicos. Las plantas recibieron podas cortas y fueron conducidas con dos y cuatro brazos en los sistemas de espaldera y emparrado, respectivamente.

Variables estudiadas.

Se determinó, en los momentos de cosecha y poda, la concentración de nitrógeno, fósforo y potasio en diferentes componentes de la planta. Durante la cosecha, las determinaciones fueron realizadas en los sarmientos, hojas y frutos. Las hojas fueron divididas en lámina y pecíolo. Los frutos, luego de prensados, fueron divididos en jugo o mosto, hollejo y raquis. Durante la poda, realizada un mes después de la cosecha, se determinaron las concentraciones en el tallo, sarmientos y hojas. Las muestras de cada órgano o componente de la planta eran utilizadas simultáneamente para determinar el porcentaje de materia seca. Adicionalmente, se obtuvo el peso fresco total de cada órgano por planta, con excepción del tallo cuyo crecimiento fue determinado por un procedimiento que se detalla más adelante.

Las muestras de frutos fueron

Cuadro 1. Características de fertilidad y textura en los primeros 30 cm del suelo en la Estación Experimental del Instituto de la Uva en El Tocuyo, estado Lara

| Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | pH | Mat. Org. (%) | Fósforo (ppm) | Potasio (ppm) | Calcio (ppm) | Magnesio (ppm) |
|-----------|----------|-------------|-----|---------------|---------------|---------------|--------------|----------------|
| 16 | 46 | 38 | 8,1 | 2,0 | 6 | 444 | 5240 | 696 |

tomadas del total de las diez plantas. Para los componentes vegetativos se utilizaron cinco de estas plantas al momento de la cosecha y las cinco restantes para el momento de la poda.

Las muestras de tallo para determinar la concentración de los elementos correspondieron a secciones de un brazo que fue cortado en cada planta, las cuales se utilizaron también para determinar el peso específico de la madera. La extracción de N, P y K se determinó basado en el crecimiento del tallo durante el ciclo. Este crecimiento se estimó a partir del peso específico y la variación del volumen del tronco y brazos de la planta. Para esto se midió la longitud y los diámetros (mayor y menor) del tronco y brazos, cada 30 cm, al inicio y final del ciclo. Las mediciones, previa remoción de la corteza del tallo, se hicieron a tempranas horas de la mañana cuando se minimizan los posibles efectos de dilatación y

contracción (14).

En el caso de los sarmientos, éstos se colectaron en su totalidad en momentos de la cosecha y poda subsiguiente. Las hojas fueron separadas de los sarmientos y analizadas en muestras de al menos 50 unidades por planta. Para el análisis químico de los frutos, la muestra consistió en tres racimos por planta.

Las determinaciones químicas se realizaron en el Laboratorio de Análisis del Posgrado de Horticultura del Decanato de Agronomía de la UCLA, empleando el método del Microkjeldahl para el nitrógeno total. Se realizó extracción nítrico-perclórica para el fósforo y potasio, empleando luego el método colorimétrico mediante el uso del vanadato de amonio para la determinación analítica del fósforo y fotometría de llama para el potasio (22).

Los resultados se analizaron bajo un diseño completamente al azar con diez repeticiones por cultivar para los

Cuadro 2. Indicadores del vigor y productividad de los tres cultivares de vid seleccionados en este estudio (n = 10)

| Indicador | Cultivar (media \pm error estándar) | | |
|---------------------------|---------------------------------------|-----------------|-----------------|
| | Queen | Tucupita | Villanueva |
| Rendimiento (kg/planta) | 6,90 \pm 0,35 | 8,90 \pm 0,31 | 7,10 \pm 0,26 |
| F medio del tronco (cm) | 7,96 \pm 0,15 | 8,85 \pm 0,13 | 4,64 \pm 0,10 |
| Peso desecho de poda (kg) | 3,75 \pm 0,18 | 4,30 \pm 0,15 | 2,25 \pm 0,10 |

frutos y cinco repeticiones para los componentes vegetativos. Se realizó análisis de varianza y separación de medias entre los diferentes componentes de la planta según la

prueba de Duncan. Los porcentajes de materia seca fueron expresados por sus valores medios y la dispersión alrededor del valor central.

Resultados y discusión

Concentración de N, P y K

Al momento de la cosecha, el órgano de la planta con mayor concentración de nitrógeno fue el limbo o lámina foliar, independientemente del cultivar estudiado (cuadro 3). En

promedio, se encontró 2,78% de N en 'Queen', 2,58% en 'Tucupita' y 2,26% en 'Villanueva'. La concentración de N en la lámina superó notoriamente ($P \leq 0,05$) a la encontrada en otras zonas de la planta que le siguieron en

Cuadro 3. Concentración de N, P y K al momento de cosecha en diferentes partes de la planta en tres cultivares de vid en El Tocuyo, estado Lara. Separación de medias según la prueba de Duncan al 5%

| Cultivar | Parte de la planta | Nutriente (%) | | |
|------------|--------------------|---------------|--------|--------|
| | | N | P | K |
| Queen | Sarmientos | 0,96 b | 0,14 c | 0,71 d |
| | Pecíolo | 1,08 b | 0,40 a | 3,33 a |
| | Lámina | 2,78 a | 0,24 b | 0,81 d |
| | Raquis | 1,05 b | 0,24 b | 2,00 b |
| | Hollejo | 1,28 b | 0,15 c | 1,22 c |
| | Mosto | 0,50 c | 0,08 d | 1,18 c |
| Tucupita | Sarmientos | 0,73 d | 0,14 c | 0,94 e |
| | Pecíolo | 0,84 c | 0,33 a | 2,98 b |
| | Lámina | 2,58 a | 0,15 c | 0,64 f |
| | Raquis | 1,15 b | 0,25 b | 3,67 a |
| | Hollejo | 1,29 b | 0,15 c | 1,64 c |
| | Mosto | 0,69 d | 0,08 d | 1,22 d |
| Villanueva | Sarmientos | 0,92 c | 0,14 c | 0,76 e |
| | Pecíolo | 0,78 d | 0,35 a | 1,98 b |
| | Lámina | 2,26 a | 0,15 c | 0,69 e |
| | Raquis | 0,96 c | 0,18 b | 2,68 a |
| | Hollejo | 1,22 b | 0,17 b | 1,39 c |
| | Mosto | 0,42 e | 0,05 d | 0,91 d |

importancia, como fueron el hollejo y el raquis del racimo. Asimismo, la concentración en el peciolo fue inferior entre 2,6 y 3,1 veces a la encontrada en la lámina. El mosto presentó la menor concentración de N en los tres cultivares.

La concentración del fósforo fue siempre superior en el peciolo (cuadro 3) mostrando valores de 0,40% en el cultivar 'Queen', 0,35% en el 'Villanueva' y 0,33% en el 'Tucupita'. Estos valores superaron ($P \leq 0,05$) a las concentraciones encontradas en el raquis el cual ocupó la segunda posición en importancia. Los valores en la lámina fueron de 1,7 a 2,3 veces inferiores a los del peciolo. Similarmente a lo encontrado para el nitrógeno, el mosto ocupó la última posición en la concentración de fósforo.

La concentración de potasio en el peciolo del cultivar Queen fue superior al de las otras partes de la planta ($P \leq 0,05$) (cuadro 3) y ocupó el segundo lugar en los cultivares Tucupita y Villanueva, en los que sólo fue superado por el raquis del fruto. El hollejo ocupó siempre la tercera posición. Por su parte, el mosto presentó valores moderados de potasio superando al encontrado en la lámina foliar y sarmientos en los tres cultivares. La lámina foliar mostró valores muy bajos llegando a ocupar la última posición en los cultivares Tucupita y Villanueva. Como consecuencia, la concentración de potasio en la lámina fue de 2,9 a 4,6 veces inferior a la del peciolo.

En general, las concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio en la hoja tuvieron, con algunas excepciones,

bastante similitud con las encontradas por otros autores en regiones de climas templado (5, 9, 12, 18, 24, 38). Por ejemplo, Peacock et al. (24) encontraron 2,36% de nitrógeno en la lámina foliar del cultivar Thompson Seedless al momento de la cosecha, mientras que Conradie (12) encontró 2,49% en la lámina del cultivar Chenin blanc, y Williams y Smith (39) un promedio de 2,06% en el 'Cabernet Sauvignon' sobre tres diferentes portainjertos. En el cultivar Queen, Christensen (9) reportó valores de 3,04% de N, 0,30% de P y 0,76% de K en la lámina, los cuales también son bastante similares a los encontrados en este estudio, aunque sus muestreos fueron realizados en el período de envero de los frutos. En contraste, la concentración de 1,10% de potasio obtenida para el peciolo por el mismo autor fue muy inferior a los del presente estudio.

Al considerar la concentración de nutrientes en otras partes de la planta, Conradie (11) reporta valores de nitrógeno de 0,40% en el tallo, 0,90% en los sarmientos y 0,56% en los racimos, mientras que Williams y Smith (36) indican un promedio de 0,27% en el tallo, 0,36% en sarmientos y 0,88% en los racimos. Se observa que los valores en el tallo son bastantes inferiores a los de este estudio, aunque similares en uno de los casos para los sarmientos. Respecto a los racimos, al obtener el promedio ponderado entre el mosto, hollejo y raquis, se observa que el valor es comparable al señalado por Williams y Smith (36), pero superior al obtenido por Conradie (11). Al considerar el elemento potasio, se

observa que los valores son muy superiores al 0,39% del tallo, inferiores al 1,04% de los sarmientos y similares al 1,30% del fruto señalados por Williams y Smith (36).

Los tres cultivares estudiados siguieron un patrón semejante en las concentraciones de los nutrientes en las distintas partes de la planta, con la excepción del cv. Queen cuya concentración de potasio en el pecíolo superó al encontrado en el raquis. En los cvs. Tucupita y Villanueva, la concentración del elemento en el raquis superó considerablemente a la del pecíolo. Es conocido que, aparte de las condiciones de suelo y clima, la nutrición mineral de las plantas está afectada por el cultivar utilizado (31), lo cual puede explicar en mayor o menor grado esta diferencia.

Con relación a las concentraciones de elementos encontradas en las láminas o pecíolos foliares, el cultivar 'Queen' presentó siempre los mayores valores y el 'Villanueva' los menores, con la excepción del elemento fósforo para el cual el menor valor correspondió al cultivar Tucupita (cuadro 3). A pesar de que la lámina foliar mostró la mayor concentración de nitrógeno en los tres cultivares, los valores para el fósforo y potasio en ese órgano tendieron a ser bajos o muy bajos. El pecíolo, por el contrario, acumuló los mayores valores de fósforo y estuvo entre los más altos valores de potasio reflejando así una de las razones por las que este componente de la hoja puede ser utilizado como indicador en los muestreos que se realizan para determinar el estado nutricional de la planta al momento de la cosecha (30).

En el estado de California, el pecíolo ha sido utilizado por mucho tiempo como indicador del estatus nutricional de la vid (41) debido, entre otras cosas, a las ventajas que tiene sobre la lámina foliar durante el manejo y procesamiento de las muestras. Adicionalmente, Christensen (9) destaca que a pesar de que la lámina posee mayor concentración de nitrógeno, éste se encuentra principalmente en formas orgánicas que poco representan las formas disponibles del nutriente para asimilación, como son los iones nitrato y amonio.

Al momento de la cosecha el mosto o jugo de la uva presentó las concentraciones más bajas de nitrógeno y fósforo en los tres cultivares pero mostró valores moderadamente importantes de potasio, lo que indica que la extracción de ese nutriente estaría muy ligada al volumen de cosecha o rendimiento total de frutos tal como ha sido señalado en un trabajo previo (2).

En el momento de la poda, las concentraciones de N, P y K encontradas en la lámina foliar de los tres cultivares tendieron a ser bastante inferiores a las detectadas durante la cosecha de los frutos (cuadro 4). La concentración en los pecíolos presentó una tendencia variable mientras en los sarmientos se observó poca variación. La alta concentración y el contenido total de nitrógeno encontrado en la lámina foliar al momento de la cosecha y su posterior descenso hasta el momento de la poda podrían reflejar la teoría de que las hojas aportan poco en el proceso de redistribución de este elemento hacia el fruto, y que luego de

Cuadro 4. Concentración de N, P y K al momento de la poda en componentes vegetativos de tres cultivares de vid en El Tocuyo, estado Lara. Separación de medias según la prueba de Duncan al 5%

| Cultivar | Parte de la planta | Nutriente (%) | | |
|------------|--------------------|---------------|--------|--------|
| | | N | P | K |
| Queen | Tallo | 0,84 c | 0,11 b | 0,56 c |
| | Sarmientos | 0,89 c | 0,13 b | 0,84 b |
| | Pecíolo | 1,10 b | 0,30 a | 3,40 a |
| | Lámina | 2,40 a | 0,14 b | 0,63 c |
| Tucupita | Tallo | 0,71 c | 0,08 c | 0,69 c |
| | Sarmientos | 0,72 c | 0,13 b | 1,30 b |
| | Pecíolo | 1,02 b | 0,21 a | 3,50 a |
| | Lámina | 2,20 a | 0,09 c | 0,47 d |
| Villanueva | Tallo | 0,89 b | 0,12 c | 0,61 c |
| | Sarmientos | 0,91 b | 0,14 b | 0,87 b |
| | Pecíolo | 0,88 b | 0,24 a | 1,95 a |
| | Lámina | 1,87 a | 0,10 d | 0,56 c |

la cosecha existe una movilización importante hacia otros órganos de la planta, como tallos y raíces. Conradie (10) había señalado que el nitrógeno era transportado desde las hojas hacia los frutos de la vid durante el proceso de maduración. Sin embargo, Williams y Mathews (37) y Williams y Smith (39) encontraron que las hojas y sarmientos aportaban muy poco del nitrógeno que era acumulado en los racimos, pero que sí había una importante exportación del elemento luego de la cosecha. Igualmente, Wermelinger y Klobet (35) señalan que una fracción del nitrógeno de las hojas es probablemente exportado al tallo y partes leñosas de la planta después de la recolección de los frutos, lo cual co-

incide con los resultados del presente estudio. En un trabajo previo (26) realizado con los cultivares Queen y Tucupita en la zona de El Tocuyo, se encontró un descenso de la concentración de nitrógeno en el orden del 47% entre el momento de la floración y la cosecha. Este descenso en la concentración del nitrógeno durante el ciclo de desarrollo de la planta es normal y ocurre en buena parte como consecuencia de la rápida acumulación de carbohidratos producto de la fotosíntesis. No es posible, sin embargo, inferir de ese estudio si parte del descenso es atribuible a la exportación de nitrógeno hacia otros órganos de la planta antes de la cosecha.

Porcentaje de materia seca.

Los porcentajes de materia seca de cada uno de los componentes de la planta aparecen en el cuadro 5. El mosto, por su naturaleza líquida, siempre mostró el menor valor (entre 15 y 19% de sólidos solubles totales, aproximadamente) superado ligeramente por el hollejo, en el cual, se retuvo una moderada porción de mosto aún después de que el jugo fue cuidadosamente extraído en el proceso de prensado. Por otra parte, el tallo por su constitución leñosa presentó siempre el mayor valor (entre el 50 y 53% de materia seca, aproximadamente). Esta distribución desigual del porcentaje de materia seca en las diferentes partes de la planta influyó notoriamente en la posterior cuantificación del peso total de nutrientes extraídos por el cultivo, tal como se observará en la siguiente sección. Los valores de materia seca obtenidos son muy semejantes a los reportados por Williams y Smith (39) en vid cv. Cabernet Sauvignon al momento de la cosecha.

Contenidos de N, P y K.

El contenido de nutrientes varió considerablemente entre los diferentes componentes del fruto (Figuras 1A, 1B y 1C) así como entre los componentes vegetativos en el momento de la cosecha (cuadro 6). Independientemente del cultivar, el mayor contenido del elemento nitrógeno se encontró en la lámina foliar con valores de 14,6 , 13,6 y 6,9 g/planta en 'Tucupita', 'Queen' y 'Villanueva', respectivamente. Por su parte, los sarmientos ocuparon la segunda posición excepto en el cultivar Villanueva en el cual fueron superados por el hollejo. Los menores valores fueron siempre para el raquis y pecíolo. Se observa que al momento de la poda, el contenido de nitrógeno en la lámina foliar disminuyó apreciablemente con relación al contenido durante la cosecha en los tres cultivares, mientras que el descenso fue menor en el pecíolo y sarmientos. La extracción total de nitrógeno por planta fue de 36,2 g para 'Queen', 40,2 g para 'Tucupita' y 23,0 g para 'Villanueva', de los cuales

Cuadro 5. Porcentajes de materia seca al momento de cosecha en diferentes órganos de la planta en tres cultivares de vid en El Tocuyo, estado Lara (media \pm error estándar)

| Componente | Cultivar | | |
|------------|----------------|----------------|----------------|
| | Queen | Tucupita | Villanueva |
| Tallos | 52,7 \pm 0,6 | 49,8 \pm 0,6 | 52,0 \pm 0,5 |
| Sarmientos | 50,3 \pm 0,3 | 49,2 \pm 0,3 | 48,5 \pm 0,5 |
| Pecíolo | 30,6 \pm 0,7 | 26,8 \pm 0,6 | 28,0 \pm 0,8 |
| Lámina | 42,1 \pm 0,5 | 39,5 \pm 0,4 | 37,9 \pm 0,4 |
| Raquis | 35,2 \pm 0,6 | 30,9 \pm 0,6 | 34,4 \pm 0,7 |
| Hollejo | 21,5 \pm 0,7 | 20,5 \pm 0,6 | 26,0 \pm 0,7 |
| Mosto | 15,6 \pm 0,4 | 16,1 \pm 0,5 | 19,1 \pm 0,3 |

Cuadro 6. Contenido de N, P y K al momento de la cosecha en componentes vegetativos de tres cultivares de vid en El Tocuyo, estado Lara. Separación de medias según la prueba de Duncan al 5%

| Cultivar | Parte de la planta | Nutriente (g/planta) | | |
|------------|--------------------|----------------------|--------|---------|
| | | N | P | K |
| Queen | Sarmientos | 11,63 b | 1,73 a | 8,57 a |
| | Pecíolo | 0,55 c | 0,21 c | 1,71 c |
| | Lámina | 17,20 a | 1,46 b | 5,02 b |
| Tucupita | Sarmientos | 9,19 b | 1,71 a | 11,88 a |
| | Pecíolo | 0,52 c | 0,20 c | 1,83 c |
| | Lámina | 18,42 a | 1,06 b | 4,60 b |
| Villanueva | Sarmientos | 5,38 b | 0,84 a | 4,46 a |
| | Pecíolo | 0,39 c | 0,17 c | 0,98 c |
| | Lámina | 9,02 a | 0,60 b | 2,76 b |

entre un 29 y 47% correspondió a la extracción realizada por los frutos.

Los contenidos de fósforo fueron más variables que los de nitrógeno en relación a su distribución en la planta (figura 1A, 1B y 1C, y cuadro 6). Los mayores valores correspondieron a los sarmientos en los cultivares Queen y Tucupita (1,5 y 1,6 g/planta, respectivamente) y al hollejo en el cv. Villanueva (0,9 g/planta). Asimismo, el mosto presentó un contenido de fósforo moderadamente importante que varió entre 0,5 y 0,8 g/planta en los tres cultivares. Al igual que en el caso del nitrógeno, el raquis y pecíolo presentaron los menores valores. Al momento de la poda se observó un ligero descenso en el contenido del elemento en hojas y sarmientos con relación a los valores durante la cosecha. La extracción total de fósforo por planta fue de 4,0 g en el cultivar

Queen, 4,3 g en 'Tucupita' y 2,7 g en 'Villanueva'. Los frutos extrajeron de 35 a 56% de ese total

El contenido de potasio en el mosto del fruto del cv. Villanueva fue mayor que en las otras partes de la planta, mientras que en los otros cultivares ocupó la segunda posición después de los sarmientos (figuras 1A, 1B y 1C, y cuadro 6). El hollejo le siguió en orden decreciente. La lámina mostró valores moderados mientras que el raquis y el pecíolo presentaron los valores más bajos. Al momento de la poda, se observó una disminución de los contenidos de potasio en la lámina foliar y un ligero incremento en pecíolos y sarmientos. La extracción total de potasio por planta fue de 31,0 g en el cultivar Tucupita, 45,3 g en 'Queen' y 24,7 g en 'Villanueva'. De un 50 a 70% correspondió a la extracción por parte de los frutos.

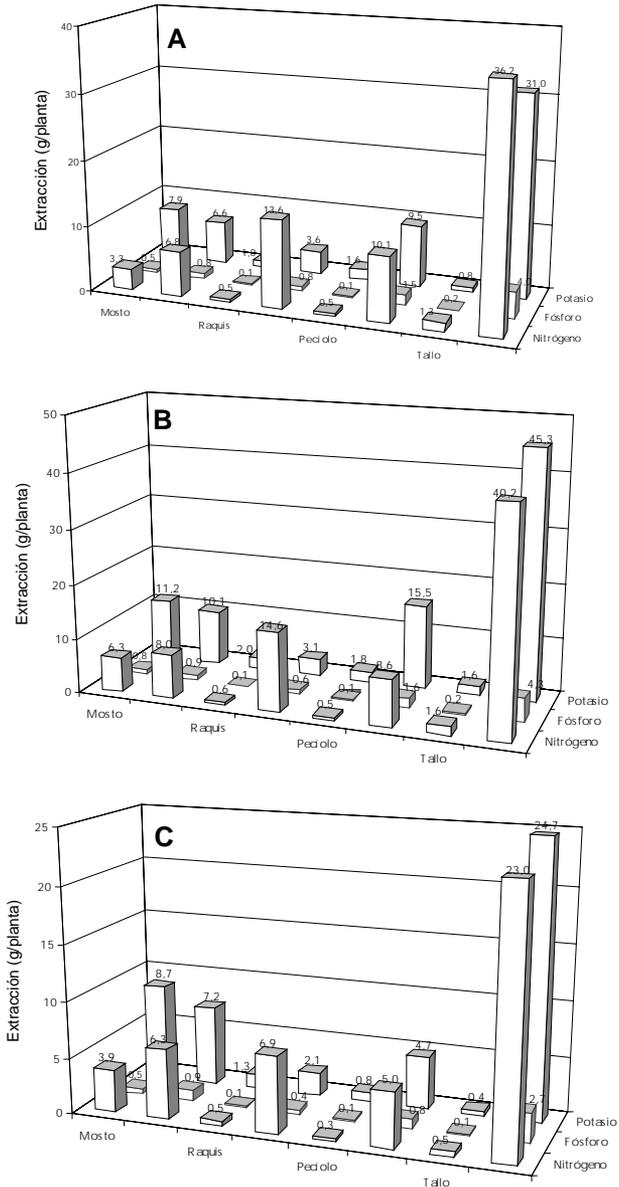


Figura 1. Extracción de N, P y K por diferentes componentes de la planta en vid cvs. Queen (A), Tucupita (B) y Villanueva (C) durante un ciclo productivo en El Tocuyo, estado Lara. Los valores de los componentes del fruto fueron obtenidos en el momento de la cosecha mientras que los correspondientes a los componentes vegetativos fueron obtenidos en la poda.

En términos porcentuales, la extracción de nitrógeno y potasio por parte de los frutos tuvo cierta similitud con la reportada en otros estudios. Por ejemplo, Williams y Biscay (38) señalaron que los frutos habían extraído un 29% del total del nitrógeno removido por los componentes vegetativos y reproductivos, lo cual coincide con lo encontrado en este estudio para el cv. Queen, aunque es muy inferior al encontrado en los otros cultivares. Así mismo, la extracción por parte de los componentes del fruto de 69,6 % del potasio en el cv. Villanueva ($8,7 + 7,2 + 1,3 / 24,7$ g/planta en la figura 1C) es comparable al 68% reportado por Williams y Biscay (38) y al 66% de Conradie (11), y moderadamente superior al 60% señalado por Williams et al. (40). Los cvs. Queen y Tucupita, por su parte, mostraron valores del 50,0% (figura 1A) y 51,4 % (figura 1B), respectivamente, lo que los sitúa por debajo de los resultados de los mencionados autores.

Por otra parte, al calcular la relación existente en el momento de la cosecha entre el contenido de nitrógeno en los frutos y el total en la parte aérea (sin incluir el tallo) se encontraron valores de aproximadamente 27, 35 y 42 % para los cultivares Queen, Tucupita y Villanueva, respectivamente (figuras 1A, 1B y 1C, y cuadro 6). Estos valores contradicen parcialmente el concepto formulado en Sudáfrica por Conradie (13), quien señaló que para la vid esta relación tenía un valor casi constante, ubicado entre el 40 y 44%. Aunque el cv. Villanueva mostró un valor dentro de este rango, el cultivar 'Tucupita', y particularmente el 'Queen', presentaron

un valor bastante inferior. El 'Villanueva' es un cultivar para uva de vino que es conducido mediante el sistema de espaldera, similar al usado en muchos de los trabajos de investigación realizados en Sudáfrica y el estado de California. Los cvs. Tucupita y Queen, productores de uva de mesa, son conducidos mediante el sistema de emparrado el cual puede propiciar un excesivo crecimiento vegetativo con el consiguiente desbalance en la repartición de elementos nutritivos y posiblemente afectando la relación entre componentes productivos y vegetativos a favor de estos últimos. De esta manera, el manejo de la plantación representaría un factor importante que pudiera condicionar dicha relación. Adicionalmente, es de hacer notar, que el rango de 40-44% está sustentado por trabajos propios del mismo autor (10, 12) y en otras experiencias en la zona templada (20, 36) donde las grandes diferencias climáticas probablemente habrían afectado la nutrición mineral de la planta (22). Las condiciones tropicales bajo las cuales se desarrolló el presente estudio, con altas temperaturas durante todo el ciclo de crecimiento de la planta, podrían haber influenciado los resultados en forma determinante.

Los cálculos numéricos realizados en este estudio no incluyeron la extracción de elementos efectuada por la raíz aunque es conocido que una de sus funciones es la de actuar como un órgano de reserva de elementos nutritivos. Por ejemplo, Araujo y Williams (1) encontraron contenidos totales de nitrógeno en la raíz cercanos a 5 ó 6 g en plantas de vid de dos años conducidas en campo con o sin poda. En el presente estudio no se hicieron

determinaciones en la raíz basado en el hecho que su crecimiento en plantas adultas es difícil de cuantificar, y que en términos comparativos la extracción probablemente no sería muy elevada ya que una buena parte ocurre en las raíces de poco diámetro (raicillas), muchas de las cuales están en continuo proceso de renovación (4, 29). Las raicillas al morir quedan incorporadas al suelo, por lo que no representan un factor importante de remoción de nutrimentos.

Una práctica usual en los viñedos de la zona es la de remover una cierta cantidad de hojas (estimada en un 5% del total) después de ocurrida la floración con el objeto de facilitar la aplicación de pesticidas al fruto. Aunque estas hojas retornan al suelo, no son incorporadas al mismo, por lo que se considera que una gran parte del nitrógeno que contienen es volatilizado hacia la atmósfera particularmente en condiciones de alta temperatura (32) representando una pérdida neta del elemento. Esta variable no fue cuantificada en este estudio aunque su efecto debería ser poco relevante.

Otro factor que se debe tomar en consideración es que las plantas utilizadas, a pesar de encontrarse en plena producción, presentaban una edad bastante avanzada y ya comenzaban a mostrar cierta disminución en su rendimiento promedio (33). Esto tendría singular importancia en los niveles de extracción, particularmente del elemento potasio, tal como fue discutido previamente.

Si se considera que bajo condiciones tropicales los cultivares

utilizados producen dos cosechas al año, la extracción anual de nutrientes sería aproximadamente el doble de la calculada. Para el caso del nitrógeno, esto representa 72,4 g/planta en el cv. 'Queen' y 80,4 g/planta en el 'Tucupita' (cuadro 7). Convertido a unidades de superficie corresponden 80,44 y 89,32 kg/ha respectivamente, lo que tiene una buena coincidencia con los 84 kg/ha obtenidos por Williams (36) con el cv. Thompson Seedless de 17 años de edad en la localidad de Fresno, California. El cv. Villanueva presentó las menores extracciones de N, P y K por planta en comparación con los cvs. Queen y Tucupita. Sin embargo, debido a su mayor densidad de plantación, la extracción final por unidad de superficie no fue muy diferente al de estos cultivares y correspondió a una extracción de 76,68 kg de nitrógeno por hectárea.

Similarmente, la extracción total de fósforo al año varió entre 8,89 y 9,55 kg/ha y la de potasio entre 68,88 y 100,66 kg/ha (62,0 y 90,6 g/planta) en los tres cultivares (cuadro 7). Estos valores guardan relación con los 10 kg/ha de fósforo reportados por Lafon et al. (20) y con los 70 g/planta de potasio señalados por Williams et al. (40).

Los resultados obtenidos en la presente investigación, entre otras cosas, aportan información sobre las cantidades de los tres principales macronutrientes que son removidas del terreno en cada ciclo productivo de la vid y pueden contribuir al planeamiento de las labores de fertilización de viñedos cultivados en condiciones comparativas en el país y la zona tropical en general.

Conclusiones

Se encontró una extracción de nitrógeno por ciclo de 40,2 g/planta en la vid cv. Tucupita, 36,2 g/planta en el cv. Queen y de 23,0 g/planta en el cv. Villanueva. Convertido a unidades de superficie esto representa extracciones que variaron entre 44,7 y 38,3 kg/ha por ciclo productivo en los tres cultivares. La mayor extracción de fósforo fue de 4,3 g/planta y la de potasio de 45,3 g/planta lo cual corresponde a 4,8 kg/ha de fósforo y 50,3 kg/ha de potasio.

Entre los tres cultivares estudiados, el 'Tucupita' presentó los

mayores niveles de extracción de N, P y K. Por su parte, la lámina foliar fue el componente de la planta que removió la mayor cantidad de nitrógeno mientras que el mosto y los sarmientos extrajeron la mayor cantidad de potasio.

El principal elemento extraído por los frutos fue el potasio, el cual alcanzó hasta un 70% del total removido por la planta. Los frutos extrajeron moderadas cantidades de nitrógeno y fósforo, en proporciones que variaron entre un 29 y 56% del total en los tres cultivares.

Agradecimiento

Los autores expresan su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT) de la

Universidad Centroccidental "Liosandro Alvarado" (UCLA) por la subvención recibida para la realización de esta investigación.

Literatura citada

1. Araujo, F. J. y L. E. Williams. 1988. Dry matter and nitrogen partitioning and root growth of young "Thompson Seedless" grapevines grown in the field. *Vitis* 27:21-32.
2. Araujo, F., J. Hernández, L. Jiménez y C. Soto. 1992. Avances sobre nutrición mineral de la vid en el trópico. Un enfoque práctico para orientar la fertilización. I Taller y III Seminario Internacional de Viticultura y Enología Tropical. Maracaibo. Resúmenes. p. 11.
3. Avilán, L. y F. Leal. 1984. Suelos y Fertilizantes para Frutales en el Trópico. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Caracas.
4. Atkinson, D. 1980. The distribution and effectiveness of the roots of tree crops. *Horticultural Reviews* 2:424-490.
5. Bell, S. J. y A. Robson. 1999. Effect of nitrogen fertilization on growth, canopy density, and yield of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic.* 50 (3): 351-358.
6. Carrasquilla, E. y F. Araujo. 1992. Mejorando la eficiencia de fertilización nitrogenada en viñedos de la Planicie de Maracaibo. I Taller y III Seminario Internacional de Viticultura y Enología Tropical. Universidad del Zulia, Maracaibo. Resúmenes. p. 27.

7. Christensen, P. 1975. Long-term responses of 'Thompson Seedless' vines to potassium fertilizer treatment. *Am. J. Enol. Vitic.* 26(4): 179-183.
8. Christensen, P., A. N. Kasimatis y F. L. Jensen. 1978. Grapevine nutrition and fertilization in the San Joaquin Valley. *Univ. Calif. Div. Sci. Pub.* 4087.
9. Christensen, P. 1984. Nutrient level comparisons of leaf petioles and blades in twenty-six grape cultivars over three years. *Am. J. Enol. Vitic.* 35(3):124-133.
10. Conradie, W. J. 1980. Seasonal uptake of nutrients by Chenin blanc in sand culture: I. Nitrogen. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 1(2): 59-65.
11. Conradie, W. J. 1981. Seasonal uptake of nutrients by Chenin blanc in sand culture: II. Phosphorus, potassium, calcium and magnesium. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 2(1): 7-13.
12. Conradie, W. J. 1990. Distribution and traslocation of nitrogen absorbed during late spring by two-year-old grapevines grown in sand culture. *Am. J. Enol. Vitic.* 41(3): 241-250.
13. Conradie, W. J. 1991. Distribution and traslocation of nitrogen absorbed during early summer by two-year-old grapevines grown in sand culture. *Am. J. Enol. Vitic.* 42(3): 180-190.
14. Cooper, W. C., R. H. Hilgeman y C. Rasmussen. 1964. Diurnal and seasonal fluctuations of trunk growth of the Valencia oranges as related to climate. *Proc. Fla. State. Hort. Soc.* 77: 101-106.
15. Dundon, C. G., R. E. Smart y M. G. McCarthy. 1984. The effect of potassium fertilizer on must and wine potassium levels of Shiraz grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* 35(4): 200-205.
16. Galet, P. 1975. El cultivo de la vid en Venezuela. II Simposio sobre Producción e Industrialización de la Uva en Venezuela. Caracas. Tomo II: 298-306.
17. Gómez T., J. 1990. Mapeo detallado de los suelos de la Estación Experimental del Instituto de la Uva de la UCLA en El Tocuyo, estado Lara. Trabajo de ascenso. Escuela de Agronomía, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto. 100p.
18. Grant, R. S. y M. A. Matthews. 1996. The influence of phosphorus availability, scion, and rootstock on grapevine growth, leaf area, and petiole phosphorus concentration. *Am. J. Enol. Vitic.* 47(2): 217-224.
19. Hepner, Y. y B. Bravdo. 1985. Effect of crop level and drip irrigation scheduling on the potassium status of 'Cabernet Sauvignon' and 'Carignane' vines and its influence of must and wine composition and quality. *Amer. J. Enol. Vitic.* 36(2): 140-147.
20. Lafon, J., Couillaud, P., Gay-Bellile, F. y Levy, J. F. 1965. Ryhme de l'absorption minérale de la vigne au cours d'un cycle végétatif. *Vignes & Vins* 140: 17-21.
21. Meléndez, O. 1981. Evaluación de los contenidos de N, P, K, Ca, Mg y Na en tres periodos del ciclo de desarrollo en las variedades de vid: 'Ribier', 'Carolina Black Rose' y 'Queen' (*Vitis vinifera* L.). Trabajo de Ascenso. Escuela de Agronomía. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto. 89 p.
22. Mills, H.A. y J.B. Jones. 1996. *Plant Analysis Handbook II*. MicroMacro Publishing. Athens, Georgia.
23. Morales, D. 1977. Caracterización física de los suelos bajo el cultivo de la vid (*Vitis vinifera*) en el Edo. Zulia. FONAIAP. CIAE Zulia. Maracaibo. Boletín Técnico N° 3. 35 p.
24. Peacock, W. L., Christensen L. P. y Braodbent, F. E. 1989. Uptake, storage and utilization of soil-applied nitrogen by Thompson Seedless as affected by time of application. *Am. J. Enol. Vitic.* 40(1): 16-20.

25. Pire, R. E. Tortolero, Y. de Fréitez y M. L. de Pire. 1988. El riego de la vid (*Vitis vinifera* L.) en El Tocuyo, estado Lara. I. Relaciones suelo-agua. *Agronomía Tropical* 38(1-3): 135-154.
26. Pire, R. y M. L. de Pire. 1991. Estado nutricional de la vid en el estado Lara. IV Congreso Nacional de Fruticultura. Universidad del Zulia, Maracaibo. Resúmenes p. S-2, F7.
27. R. Pire y H. Rivas. 1987. Effect of N-P-K on yield and quality of grapevines. *Acta Horticulturae* 199:151-155.
28. Pire, R. 1987. Correction of Zn deficiency in grapevines. *Acta Horticulturae* 199: 157-161
29. Richards, D. 1983. The grape root system. *Horticultural Reviews* 5:127-168.
30. Robinson, J.B., P.R. Nicholas y J.R. MacCarthy. 1978. A comparison of three methods of tissue analysis for assessing the nutrient status of plantings of *Vitis vinifera* in an irrigated area in South Australia. *Aust. J. Exp. Agric. An. Husb.* 18: 294-300.
31. Staravek, S. y D. Rains. 1984. The development of tolerance to mineral stress. *HortScience* 19(3): 377-382.
32. Tisdale, S.L. y W.L. Nelson. 1975. *Soil Fertility and Fertilizers*. Macmillan Publishing. New York. Capítulo 5.
33. Tortolero, E. 1985. Evaluación de vides para mesa bajo las condiciones de la Estación Experimental de El Tocuyo del Instituto de la Uva. Trabajo de Ascenso. Escuela de Agronomía. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto. 60 p.
34. Valenzuela, I. 1992. Influencia de la aplicación de nitrógeno y potasio sobre el crecimiento, producción y calidad en vid (*Vitis vinifera* L. Cv. Colombard) en El Tocuyo, estado Lara. Tesis. Posgrado de Horticultura. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto. 123 p.
35. Wermelinger, B. y W. Koblet. 1990. Seasonal growth and nitrogen distribution in grapevine leaves, shoots and grapes. *Vitis* 29: 15-26.
36. Williams, L. E. 1987. Growth of Thompson Seedless' grapevines: II. Nitrogen distribution. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112(2): 330-333.
37. Williams, L. E. y M. A. Matthews. 1990. Grapevine. In: Stewart y Nielsen (eds.) *Irrigation of Agricultural Crops*. Agronomy series 30. Amer. Soc. Agronomy. Madison, Wis. pp. 1019-1055.
38. Williams, L. E. y P. J. Biscay. 1991. Partitioning of dry weight, nitrogen and potassium in Cabernet Sauvignon grapevines from anthesis until harvest. *Am. J. Enol. Vitic.* 42(2):113-117.
39. Williams, L. E. y R. J. Smith. 1991. The effect of rootstock on the partitioning of dry weight, nitrogen and potassium, and root distribution of Cabernet Sauvignon grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* 42(2):118-122.
40. Williams, L. E., P. J. Biscay y R. J. Smith. 1987. Effect of interior canopy defoliation on berry composition and potassium distribution in Thompson Seedless grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* 38(4): 287-292.
41. Winkler, A. J., J. A. Cook, W. M. Kliever, y L. A. Lider. 1974. *General Viticulture*. 2^{da} ed. Univ. California Press, Berkeley.