

FACTORES QUÍMICOS DE SUELO QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS

Carlos Henríquez

Sede del Atlántico, Universidad de Costa Rica

Floria Bertsch, Floria Ramírez y Gerardina Umaña

Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica

El término “calidad” de los productos de origen agrícola, ha sido usado tradicionalmente para caracterizar principalmente a los productos de consumo directo –vegetales y frutas-; pese a ello es cada vez más común aplicar este concepto a productos que no se comercializan frescos y que más bien están a punto de sufrir un proceso agroindustrial previo a la elaboración de un subproducto de mayor valor agregado. Un ejemplo muy ilustrativo para lo anterior es que igualmente es valorado un melón de buena apariencia y sabor, como lo es una carga de caña de azúcar con un alto contenido de sacarosa que está a punto de entrar al ingenio. Aunque los cultivos son totalmente diferentes, se habla de una temática muy similar: el grado de calidad del producto cosechado.

Por otro lado, mientras las variables relacionadas al concepto de rendimiento -la cantidad producida de algo-, son fácilmente medibles y entendidas, la calidad en tanto, es un término a veces ambiguo, poco definido y cuyo significado ha variado sustancialmente en el tiempo y de acuerdo también a diferentes segmentos de la población (Deckard, *et al.* 1984).

Es un hecho que el consumidor de productos frescos por ejemplo, siempre preferirá un producto de buen aspecto y agradable a la vista, y en la medida de lo posible, nutritivo y carente de sustancias nocivas (Finck, 1988). La priorización de unas u otras características puede variar de acuerdo al mercado, como por ejemplo, el caso de los productos orgánicos. Algunas variables vinculadas a calidad son por ejemplo el sabor, el contenido de sustancias elaboradas tales como proteínas, grasas y otros, color externo, aroma, consistencia, apariencia externa e interna, forma, la ausencia de sustancias y elementos nocivos, etc. (Crisosto *et al.*, 1997). Todas estas características definen un buen producto cuyo valor de venta puede ser sustancialmente mayor en el mercado.

Con base en esto y para efecto de este artículo, es necesario definir previamente el término.

“La calidad es el conjunto de características químicas y físicas, relacionadas con el mejor valor nutritivo-sanitario, industrial y comercial del producto agrícola que puede ser dedicado para alimentación humana o animal” (modificado de Malavolta, 1994 y Finck, 1988)”

Esta situación crea finalmente la necesidad de tener una serie de normativas o “estándares” de calidad que categorizan cada producto y que rigen el precio de compra-venta en el proceso de comercialización; estas han venido siendo aplicadas con más firmeza en los últimos tiempos. Es claro que cuando existe abundancia en cantidad y diversidad de cualquier producto en el mercado, en otras palabras una mayor oferta, se generan las pautas por parte de los consumidores y comercializadores, de “proponer” estándares de calidad o criterios que definen, cuando el producto es bueno o no, de acuerdo a los gustos del cliente. Debido a la amplia gama de productos que

existen en el mercado, es imposible mencionar la totalidad de estas características, siendo que en muchos casos son muy específicas a cada uno (Munson, 1976).

Finck (1988) menciona que la calidad puede ser clasificada de dos formas:

- **Calidad comercial:** definida como todas aquellas características óptimas externas y organolépticas, de apariencia, carente de defectos y malformaciones, buen sabor, color, aroma y consistencia.
- **Calidad nutritiva:** todas aquellas características internas deseables que están relacionadas a un óptimo contenido de minerales y otros componentes elaborados y con carencia de sustancias nocivas a la salud.

En tanto que la calidad comercial puede ser evaluada fácilmente, la calidad nutritiva requiere herramientas más sofisticadas de análisis. Son muchas las pruebas que evidencian que el manejo adecuado de las variables relacionadas a la calidad, es un punto medular de la buena comercialización de los productos agrícolas no solo para los mercados de exportación sino también para los de consumo interno; el punto central de esta discusión es que buena parte estas variables provienen de la integración adecuada de los factores de producción en la etapa de precosecha (Crisosto, *et al.*, 1997; Weston y Barth, 1997).

A pesar de que el manejo poscosecha de una buena cantidad de productos agrícolas representa un eslabón vital en su buena comercialización (condiciones controladas de almacenamiento, manejo cuidadoso, uso de antitranspirantes, empaques adecuados, etc.), la calidad final obtenida luego de la cosecha solo puede ser mantenida pero no mejorada (Crisosto, *et al.*, 1997; Weston y Barth, 1997); la anterior aseveración implica que para tener un producto de excelente calidad, es necesario proveer previamente las condiciones óptimas en el campo (Crisosto, *et al.*, 1997).

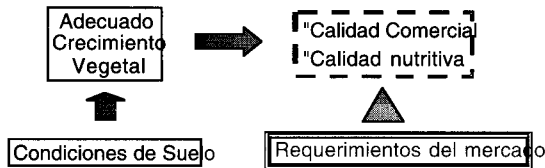
La mayoría de autores concuerdan en que los principales factores de precosecha que afectan la calidad son los siguientes -modificado de Duarte, (1991) y Weston y Barth (1997)-:

- **Ambientales o externos:** temperatura, humedad relativa, radiación lumínica, viento, altitud, lluvia y propiedades del suelo.
- **Internos:** variedad, requerimientos de factores de producción propios de cada cultivo, eficiencia fotosintética y de translocación.
- **Manejo agronómico:** nutrición mineral, manejo del suelo, protección de los cultivos, poda, raleo, reguladores de crecimiento, patrones de densidad de plantación, riego y drenaje, etc.

Aunque todos ellos afectan en la obtención del máximo rendimiento y de la mejor calidad de los productos, parece difícil cuantificar el impacto de cada uno en forma individual (Duarte, 1991). El aspecto medular del manejo agronómico es hacer coincidir la mayoría de estos factores para obtener la combinación óptima que brinde los mejores resultados y que sea, al mismo tiempo, económicamente rentables.

Con referencia particular a las variables de suelo y del manejo agronómico del mismo, merece aclarar que tanto los aspectos de la fertilidad del suelo como los aspectos físicos, deben ser integrados con los aspectos biológicos; por ejemplo, muchos fenómenos ligados a la dinámica que ocurre en la rizosfera, están definidos por el tipo de fertilizante utilizado (Marschner, 1997). En todo caso, los aspectos a los cuales se referirá este artículo, contemplará los siguientes factores:

- La fertilidad propia del suelo
- Los requisitos específicos del cultivo
- Aplicación balanceada de fertilizantes tanto inorgánicos como orgánicos



Efecto particular de las condiciones de suelo sobre los componentes de la calidad de los productos agrícolas

Es indiscutible que un abonado bien realizado, no solo en su cantidad sino en su proporción relativa con otros nutrientes, provee productos de mejor calidad. Pese a ello también es indudable que la práctica mal realizada, podría impactar negativamente el objetivo de obtener productos mejores y de mayor valor agregado. El uso de abonos simples (incluyendo los nitrogenados) debe ser efectuado muy cuidadosamente debido a los desbalances potenciales de nutrientes que pueden ocurrir. En este caso las fórmulas completas permiten efectuar un abonado más equilibrado que los abonos simples y con menos riesgos. Algunos abonos minerales y orgánicos, reúnen también características relacionadas a este aspecto (Finck, 1988). De Sousa y Fernández (1994), mencionan que a pesar de lo anterior, en algunos casos para alcanzar algunas características deseables de calidad, es necesario aplicar cantidades de nutrientes muy superiores a las cantidades necesarias para alcanzar los mayores rendimientos.

Con relación al uso de metodologías no convencionales de producción, no está plenamente establecido si el tipo de abono (orgánico o inorgánico) está relacionado directamente con la calidad nutritiva de los productos agrícolas. Se conoce ampliamente que las plantas absorben sales o sustancias minerales las cuales provienen tanto del suelo mismo como de los abonos que pueden ser de origen orgánico y/o mineral, y que éstas son utilizadas para producir otros compuestos más elaborados, sin que en el proceso fisiológico vegetal se evidencie diferencia alguna por su origen (Finck, 1988; Marschner, 1997). El aspecto diferenciador de los productos orgánicos, podría ser la incorporación de otras sustancias estimulantes (hormonas, reguladores, vitaminas, compuestos semiprocessados), los cuales incidirían diferencialmente sobre la calidad del producto.

El análisis foliar y las curvas de absorción de nutrientes como herramientas de diagnóstico del estado nutricional de la planta y manejo de la calidad de los productos

Como se verá más adelante, es cada vez mas fuerte la idea de que lo importante para una buena nutrición de los cultivos y de una buena calidad de los productos, es además de adecuados contenidos de nutrientes en la planta, un balance idóneo entre ellos (Malavolta, 1994; Marschner, 1997). Para esto se requieren dos herramientas: el análisis de contenido de nutrientes en el tejido y el conocimiento de las curvas de absorción de nutrientes.

Si bien es cierto que el análisis foliar ha sido utilizado ampliamente para diagnosticar estados de deficiencia o toxicidad en los tejidos vegetales y en ciertos casos estudiar el balance adecuado entre ellos (DRIS), también es cierto que en algunas condiciones, esta herramienta ha presentado serias limitaciones para llevar a cabo una adecuada recomendación agronómica a nivel de campo, excepto en casos de una muy buena calibración de campo (Nelson y Martin, 1986). Martin y Mills (1991), apuntan el hecho de la poca correlación de esta herramienta con el rendimiento.

A esto se une el hecho de que la variación estacional de las concentraciones de nutrimentos a través del año, imprime otro elemento importante que limita su completa aplicabilidad, por lo cual lo más recomendable con relación al análisis foliar, continúa siendo el llevarlo a cabo en los mismos puntos del ciclo fenológico y comparar de acuerdo a las tablas de niveles adecuados para cada cultivo.

A pesar de los inconvenientes mencionados anteriormente, el análisis foliar puede resultar de gran utilidad si se complementa adecuadamente con el valor de biomasa con lo cual es posible conocer los contenidos absorbidos por los cultivos en una unidad de área. Las curvas de absorción de nutrimentos a través del ciclo fenológico de los cultivos, se vuelven una herramienta de mucha importancia, no solo porque permite conocer las cantidades requeridas por la planta, sino también porque permite hacer la correspondiente dosificación en función del tiempo y en forma balanceada entre elementos (Korndorfer, 1994).

Efecto del nitrógeno sobre la calidad de los productos

Uno de los elementos que más se ha ligado negativamente a ciertos aspectos de la calidad de los productos agrícolas -sobre todo de frutas y vegetales- ha sido el nitrógeno, visión no del todo acertada, ya que más bien su adecuado suplemento mejora la calidad al aumentar el desarrollo de área fotosintética y su deficiencia produce plantas de poco crecimiento con poco potencial productivo (De Sousa y Fernández, 1994; Crisosto *et al.*, 1997; Weston y Barth, 1997). De lo anterior nace el hecho que el balance adecuado en su aplicación ha sido un verdadero reto para la mayoría de productores agrícolas.

El N tiene la particularidad de promover el desarrollo vegetativo, aumenta la cantidad de agua en la planta haciendo más succulenta la planta y favorece un retardo en la maduración normal (Korndorfer, 1994). Un contenido adecuado, favorece la buena producción y los rendimientos cuantitativos son mejores. Un exceso en su aplicación puede echar al traste el esfuerzo de muchos meses, ya que puede afectar negativamente la resistencia al almacenamiento, aumentar la incidencia de enfermedades poscosecha, disminuir los grados brix y la acidez de los jugos (De Sousa y Fernández, 1994).

El efecto del N está asociado principalmente con cantidad más que con el mejoramiento de la calidad de los productos (Deckard *et al.* 1984). Malavolta (1994) apunta que al incrementar la producción, disminuye el tamaño de los frutos aunque el número es mayor, debido seguramente a un menor aborto. En uva para vino se ha encontrado que los fertilizantes nitrogenados aumentan el volumen del fruto y del peso relativo de la cáscara y que la forma tanto la forma del fertilizante como el método de aplicación debe ser tomado en cuenta con algunas variables de calidad (Arutyunyan, 1978).

Alleyne y Clark (1977), reportan que para el cultivo de la mora, dosis crecientes de N, aumentaron el pH del jugo y el contenido de N en los frutos, pero no modificaron la concentración de sólidos solubles y la relación de azúcares/acidez. Con relación a esto, Fritz (1974) citado por Korndorfer (1994), apunta que en el cultivo de la caña de azúcar, el N redujo el contenido de sacarosa en el jugo pero no afectó el % total del mismo con respecto al % de materia seca total, básicamente por un efecto de dilución. Ligado a lo anterior, Rao y Srinivas (1990) mencionan que en algunas condiciones particulares de deficiencia de P y K, el N puede provocar un efecto antagónico sobre la concentración de estos elementos en los tejidos, lo cual se explica por un efecto rápido de dilución, debido a la mayor tasa de crecimiento a que la planta es sometida con un buen suplemento de N.

Pese a lo anterior Nelson y Martin, (1986), informan que en el cultivo de la mora, se encontró un efecto sinérgico de N y K, cuando estos son aportados en forma integral, produciendo una fruta más grande y con mejores cualidades; reportan también la falta de correlación entre los contenidos foliares de estos elementos y las variables de rendimiento medidas.

El "consumo de lujo" en las plantas sólo en casos excepcionales produce un aumento de los componentes de la calidad y esto frecuentemente también relacionado a la disminución de otros factores (Finck, 1988). El mismo autor menciona que en el caso de los cereales una fertilización intensa con nitrógeno, aumenta la calidad de la harina panificable, pero reduce a la vez la calidad de la proteína obtenida.

Otra particularidad negativa del exceso en la aplicación de N, sobretodo en vegetales y frutas, es la inevitable acumulación de nitratos y la disminución de otros componentes como el ácido ascórbico en los tejidos, lo cual se presenta especialmente cuando hay desbalances con K y Mg; ello provoca además de problemas potenciales en la salud humana, un desbalance en los aminoácidos esenciales a expensas de la calidad de las proteínas (Weston y Barth, 1997; Maynard, 1984; Mantin y Mills, 1991).

El nitrato absorbido por la planta, -el cual en todo caso es preferido a las formas amoniacales-, es reducido a amonio para la formación de proteínas, este proceso puede ser afectado por una deficiencia de K y/o Mg, favoreciendo su acumulación en los tejidos (Martin y Mills, 1991; Tianxiu *et al.*, 1994). De Sousa y Fernández (1994), apuntan que para el caso del cultivo de la papaya, un aumento en la cantidad de nitratos, afecta negativamente en forma especial a la fruta de enlatado, por su reacción con el envase. En cultivo de flores, la aplicación tardía de fuentes amoniacales, provoca un efecto negativo en la calidad de las mismas, ya que hay una retranslocación de compuestos elaborados para metabolizar las formas amoniacales aplicadas (Mills, 1990).

Vigier y Cutcliffe (1984), citados por Weston y Barth (1997), mencionan que el problema "hollow stem" -conocido en Costa Rica como "Tallo Hueco" en crucíferas-, ocurre no solamente por una deficiencia de B, sino también por un desbalance importante con respecto al N. Los autores enfatizan el hecho de que estos efectos ocurren bajo condiciones de exceso en la aplicación del elemento y no cuando este es utilizado en forma adecuada.

Al elevar el contenido de N en las plantas se producen las siguientes modificaciones:

- Se eleva el contenido de proteína bruta
- Se eleva el contenido de proteína pura
- Al aumentar la proteína pura aumenta el de albúmina

- Los excedentes de N como consumo de lujo, son almacenados como amidas (partes verdes de plantas jóvenes) y como prolamina en los granos (un aumento en la calidad de la panificación)
- El valor biológico de las proteínas aumenta normalmente hasta el óptimo y luego disminuye por efecto de la dilución con otros productos de reserva de menor valor
- Aumento de otros compuestos nitrogenados:
- Nitrato: no debe sobrepasar los 50 ppm de nitrógeno nítrico pues induce la formación de nitritos
- Nitrosaminas
- Betaína: reduce la producción de azúcar en algunas plantas

Compuestos de N en las plantas relacionados indirecta y directamente a la calidad:

- Nitrato
- Nitrito
- Proteína Bruta (Nx6,25)
- Proteína Pura
- Aminoácidos esenciales
- Amidas
- Aminas
- Compuestos cíclicos (clorofila, tiamina, alcaloides, etc.)

Efecto del fósforo y el potasio sobre la calidad de los productos:

Tanto el P como el K, promueven la acumulación de azúcares en los frutos y de compuestos aromáticos y antocianinas en la cáscara de los mismos. Lo anterior va en relación indirecta con el tamaño de los frutos, el cual en una condición de suplemento integrado de elementos, es aumentado por el nitrógeno causando en consecuencia una disminución en la concentración de estos compuestos (Arutyunyan, 1978).

De Sousa y Fernández (1994), mencionan que en piña, la falta de P afectó severamente la fructificación y que su aplicación favoreció el peso y longitud de los frutos pero no tuvo efecto sobre los grados Brix ni en la acidez.

En el proceso industrial de la caña de azúcar, buenas cantidades de P en la planta, son requeridas para un óptimo proceso de purificación, ya que permite la adecuada precipitación o floculación y la posterior remoción de impurezas (Korndorfer, 1994).

En naranja, la deficiencia de P produce un engrosamiento del mesocarpo ya que hay un desvío de los compuestos carbónicos para formar polisacáridos de mayor peso molecular, en lugar de acumular sólidos solubles (Malavolta, 1994).

Rodríguez (1987) reporta un aumento en el peso, largo y diámetro del fruto de naranja "Valencia" debido a la aplicación de P, así como un congruente aumento en el contenido foliar del elemento. La transformación de nitratos a amonio en la planta, se inhibe cuando el contenido de K es bajo (Tianxiu *et al.*, 1994).

En el caso del cultivo del banano, se encontró que el K mejoró la calidad de la fruta debido al aumento de las sales solubles y tuvo un efecto antagónico con la acidez del fruto y sinérgico con los sólidos solubles totales (Rodríguez, 1987, Chattopadhyay y Bose, 1986; Mustaffa, 1987 y 1988). Pese a lo anterior, Malavolta (1994) apunta que en cítricos un exceso de K provoca un aumento de la acidez ya que activa enzimas del ciclo de ácidos tricarbónicos, aumentando la síntesis de ácido cítrico. Lo mismo apuntan De Sousa y Fernández, (1994) quienes en piña encontraron que la carencia de K afectó negativamente la cantidad de sólidos solubles, la acidez y la concentración de ácido ascórbico. El K en particular, ha sido fuertemente ligado a la acumulación de sólidos solubles totales en la planta, debido a su íntima participación en el transporte de azúcares vía floema (Rao y Sriniva, 1990).

En tomate, el K ha sido relacionado a la acumulación de vitamina C (Weston y Barth, 1997). Malavolta (1994) menciona que una carencia de K provoca menor tamaño de frutos, debido a un ineficiente transporte de asimilados y de agua.

Korndorfer (1994) reporta que el exceso de K en el cultivo de la caña de azúcar produce un incremento en el contenido de cenizas, lo cual aumenta la acción melasigénica, afectando negativamente la cristalización, al formar falsos núcleos. Pese a esto en el proceso de la fabricación de alcohol, los constituyentes de la ceniza del jugo, actúan como fuente de nutrientes, lo que acelera la fermentación y la posterior conversión de azúcar a alcohol. Ramírez y Vásquez (1998) por otro lado, encontraron que el exceso de aplicación de K en plantas de café en producción, de más de 200 kg/ha de K₂O, afectaron negativamente el rendimiento de beneficiado, por lo que no recomiendan aplicaciones mayores a esta dosis.

Efecto del calcio sobre la calidad de los productos

En la literatura se menciona el efecto del calcio principalmente en las características de almacenamiento de muchas frutas y vegetales. Estas características están muy ligadas obviamente al manejo nutricional previo a la cosecha, en interacción directa con otros elementos, como por ejemplo el nitrógeno (Duarte, 1991). Su deficiencia se relaciona con muchos desórdenes fisiológicos pre y pos-cosecha como rajaduras, ablandamiento terminal, mancha corchosa, pudrición de frutos y otras (Shear, 1975; Weston y Barth, 1997; Fallahi, *et al.*, 1997).

Debido a la limitada movilidad de este elemento dentro de la planta, se plantea el hecho de que es necesario que el Ca esté disponible en los momentos de mayor requerimiento por parte de la planta, lo cual puede ser muy difícil en cierto tipo de suelos, sin un manejo adecuado. Pese a esta condición, Anderson (1987) advierte que el mejoramiento del Ca en el suelo, sobre todo en suelos ácidos o de baja fertilidad, también podría provocar problemas secundarios, como un efecto antagónico con N, K y Mg (de este último cuando no se utiliza dolomita).

Malavolta (1994) apunta que los efectos negativos por la deficiencia de Ca, se deben a una menor activación de la ATPasa (via calmodulina) de la membrana implicada en la acumulación iónica, hay menos puentes de Ca y poca regulación de la poligacturonasa (la cual es inhibida por el Ca), produciendo la consecuente degeneración de la pared celular.

Factores nutricionales en dosis altas que afectan algunos variables de calidad de las frutas cítricas (modificado de Duarte, 1991 y Malavolta 1994)

Variable/elemento	N	P	K	Mg	Zn
Sabor	-	-	+	+	+
Peso	-	-	+	+	-
Número	+	-	-	-	-
Tamaño	-	+	-	+	-
Madurez	-	-	-	-	-
Espesor corteza	+	-	+	-	-
Textura corteza	+	+	-	-	-
Sólidos solubles	-	-	-	+	+
Acidez titulable	-	-	+	-	-
Proporción sólidos	-	-	-	+	-
Acido ascórbico	-	-	+	+	+
Volumen jugo	-	+	-	+	-
Color amarillo	-	-	-	-	-
Color verde	+	+	+	-	-

CONCLUSIONES:

- El término "calidad" puede variar sustancialmente entre un producto agrícola y otro, debido a que está relacionado a diversas características tanto físicas o de presentación, como de contenido, las cuales pueden variar sustancialmente entre los diversos productos y las demandas del mercado.
- En cuanto al término "calidad nutritiva", este es un término bastante complejo de cuantificar debido a la alta cantidad de componentes deseables y no deseables que la determinan y que requieren de herramientas de análisis para valorarlo adecuadamente.
- La calidad de los productos agrícolas depende de muchos factores principalmente de pre cosecha, los cuales deben ser valorados y manejados integralmente, con el fin de obtener los mejores resultados.
- La calidad relacionada desde el punto de vista nutricional, solo puede ser lograda con base en plantas bien nutridas y con un balance adecuado de nutrimentos absorbidos, los cuales deben ser suplidos en la proporción y el momento adecuado con base en las curvas de absorción.
- Al igual que la falta de abonado, el exceso puede producir una disminución en la calidad sobretodo en los macroelementos. Podría en algunos casos causar un aumento de sustancias negativas o perjudiciales.
- La función de cada uno de los nutrimentos en la calidad de los productos agrícolas es de impacto variable de acuerdo a la naturaleza del mismo.

Literatura Consultada

- Alleyne, V.; Clark, J.R. 1997. Fruit composition of 'arapaho' blackberry following nitrogen fertilization. HortScience 32(2):282-283.
- Anderson, C.A. 1987. Fruit yields tree size and mineral nutrition relationships in "Valencia" oranges trees as affected by liming. Journal of Plant Nutrition. 10(9/16):1907-1916.
- Arutyunyan, A.C. 1978. Optimun regime for the mineral nutrition of vineyards. Vestnik-Sel'sckokhoz- yaistvennoi Nauki, Moskva. No8:72-77 (CAB abstracts 1978).

- Chattopadhyay, P.K.; Bose, T.K. 1986. Effect of N P K nutrition on growth yield on quality of Dwarf Cavendish Banana (*Musa Cavendish*). *Indian Agriculturist* 30(3):213-222. (CAB abstracts 1986)
- Crisosto, C.H.; Johnson, R.S.; Dejon, T. 1997. Orchard factors affecting postharvest stone fruit quality. *HortScience* 32(5):820-823.
- De Sousa, C. Fernández, F.M. 1994. Importancia da adubacao na qualidades de frutas tropicais (abacaxi e mamao). En. M. Eustaquio de Sá e S. Buzzeti. Importancia da adubacao na qualidade dos productos agricolas. Sao Paulo, Icone. 1994.
- Deckard, E.L.; Tsai C.Y.; Tucker, T.C. 1984. Effect of nitrogen nutrition on quality of agronomic crops. In *Nitrogen in Crop Production*. Ed. Roland Hauck, ASA. P601-616.
- Duarte, M.A. 1991. Factores de precosecha que afectan la fisiología y manejo de postcosecha de frutas y hortalizas. In *Memorias Simposio Nacional de Fisiología y Tecnología Poscosecha de Productos Hortícolas en México*. Edi.Limusa, México. 351p.
- Fallahi, E.; Conway, W.S.; Hickey, K.D.; Sams, C.E. 1997. The role of calcium and nitrogen in postharvest quality and disease resistance of apples. *HortScience* 32(5):831-835.
- Finck, A. 1988. *Fertilizantes y Fertilización*. Editorial Reverté, Barcelona. 436p
- Fritz, I. 1974. Effect of fertilizer application up on sucrose % cane. In *Congress of International Society of Sugar Cane Technologist*, 15, 1974. Durhan, Proceeding. V2:630-633.
- Korndofer, G. 1994. Importancia da adubacao na qualidade da cana-de-acucar. En. M. Eustaquio de Sá e S. Buzzeti. Importancia da adubacao na qualidade dos productos agricolas. Sao Paulo, Icone. 1994.
- Malavolta, E. 1994. Importancia da adubacao na qualidade dos productos -funcao dos nutrientes na planta. En. M. Eustaquio de Sá e S. Buzzeti. Importancia da adubacao na qualidade dos productos agricolas. Sao Paulo, Icone. 1994.
- Marti, H.R.; Mills, H.A. 1991. Nutrient uptake and yield of sweet pepper as affected by stage of development and N form. *Journal of Plant Nutrition*. 14(11):1165-1175.
- Marschner, H. 1997. *Mineral nutrition of higher plants*. 2^a Edition, Academic Press, London. 889p.
- Maynard, D. N. 1984. Fruit and vegetable quality as affected by nitrogen nutrition. *Proc. Amer. Soc. Agron.* 617-626.
- IMills, H.A. 1990. Curso sobre nutrición y fertilización vegetal. CINDE, San José Costa Rica. 150p
- Munson, R.D. 1976. Role of fertilizer nutrients in crop quality. *Communications in soil and plant analysis*. 7(5):497-511.
- Mustaffa, M.M. 1987. Growth and yield of robusta banana in relation to potassium nutrition. *Journal of potassium reseach* 3(3):129-134.
- Mustaffa, M.M. 1988. Studies on growth, yield and quality of banana as a result of potassic fertilizer use. *Journal of potassium reseach* 4(2):75-79.
- Nelson, E.; Martin, L.W. 1986. The relationship of soil-applied N and K to yield and quality of 'Thonless Evergreen' blakberry. *HortScience* 21(5):1153-1154.
- Ramirez, G.; Vásquez, R. 1998. Efecto del potasio sobre el rendimiento de beneficiado y algunas características del grano del café. In *III Seminario de Resultados y Avances de Investigación del ICAFE*. Ed. Luis Zamora, San José Costa Rica, 130p.
- Rao M.H.; Srinivas, K. 1990. Effect of different levels of N, P, K on petiole and leaf nutrients and their relationship to fruit yield and quality in muskmelon. *Indian Journal of Horticulture* 47(2):250-255. (CAB)
- Rodriguez, A. 1987. El estado nutrimental y su influencia sobre la calidad de la naranja "Valencia Late" (*Citrus sinensis*). *Ciencia y Técnica en la agricultura, Cítricos y otros Frutales* 10(1):995-113.
- Shear, C.B. 1975. Calcium related disorders of fruits and vegetables. *HortScience* 10:361-365.
- Tianxiu, H.; Chenghui, H.; Hardter, R. 1994. Effect of K and Mg fertilizers applied to cabbage on yield quality and economic. *Potash Review* (2):1194. Basel, Wwitzerland.
- Vigier, B.; Cutcliffe, J.A. 1984. Effect of boron and nitrogen on the incidence of hollow stem in brocolí. *Acta. Horti.* 157:303-309.
- Weston, L.A.; Barth, M.M. 1997. Preharvest factors affecting postharvest quality of vegetables. *HortScience*, 32(5):812-816.

PALABRAS CLAVES: *suelo, factores quimicos, fertilización, calidad de productos*