



## Artículos de Divulgación

# Nutrición nitrogenada en cultivos importantes de Nayarit

*Gelacio Alejo Santiago, Rubén Bugarín Montoya, Margarito Ortiz Catón,  
Gregorio Luna Esquivel y Víctor Jiménez Meza*

### Introducción

Los rendimientos que puede alcanzar un cultivo dependen de varios factores tanto controlados como no controlados; en la medida en que los factores controlados sean llevados al rango óptimo que requiere el cultivo, se incrementa el rendimiento y por lo tanto se vuelve más redituable la actividad agrícola. La nutrición vegetal es uno de los factores que se pueden controlar permitiendo establecer una nutrición balanceada del cultivo que considere la necesidad nutricional a través de las etapas fenológicas, ya que las necesidades de las plantas varían conforme crecen y se desarrollan sus órganos. Para satisfacer sus necesidades metabólicas la planta se abastece de los nutrientes del suelo, en caso de que éste no tenga la capacidad de suministrar los nutrientes se tiene que realizar la aplicación de productos fertilizantes que corrijan la deficiencia nutricional, permitiendo a los cultivos alcanzar el rendimiento máximo limitado por los factores no controlados.

Los productos fertilizantes que se utilizan pueden ser orgánicos o químicos; con frecuencia se utilizan los químicos ya que contienen los nutrientes en altas concentraciones y al disolverse prácticamente se encuentran listos para ser absorbidos por el sistema radicular, de esta manera los efectos son inmediatos, sin embargo, un mal manejo de esta práctica conlleva al deterioro de los suelos, debido a que frecuentemente se aplican los nutrientes en forma excesiva o se aplican nutrientes que el suelo tiene en suficiencia, contribuyendo así a la contaminación del suelo o de los mantos acuíferos, otra mala práctica el no recurrir al análisis químico de suelos, lo que permitiría aplicar solamente el nutriente en deficiencia. El nitrógeno es uno de los nutrientes que siempre tienen respuesta, en los cultivos por lo tanto requiere especial atención para su correcta aplicación.

En el estado de Nayarit por sus características edafoclimáticas es posible mencionar a una gran variedad de cultivos, dentro de los más importantes por superficie cultivada se tienen a la caña de azúcar, el aguacate, el limón, el maíz, el mango, el frijol y el sorgo, por lo tanto son cultivos que generan la necesidad de formular una dosis de fertilización

precisa para disminuir el efecto adverso de la mala fertilización y la contaminación ambiental.

### Cultivos de importancia en Nayarit

Los climas que posee el estado permiten el establecimiento de una diversidad de cultivos, tanto anuales como perennes. Dentro de los cultivos que tienen importancia por superficie cultivada están: el maíz, sorgo, caña de azúcar, mango, limón y frijol, estos cultivos permiten el desarrollo económico de la entidad a través de la generación de empleo y el ingreso económico que representa la venta de estos productos para las zonas productoras.

Aún cuando las condiciones climáticas favorecen el establecimiento de estos cultivos, los rendimientos que se obtienen son relativamente bajos comparados con los mejores rendimientos que se obtienen en otras regiones, esto indica que hay amplias posibilidades de incrementarlo, a través del manejo de la nutrición balanceada, mediante la aplicación de productos fertilizantes.

### Fertilización

Dentro del concepto de nutrición juegan un papel importantes variables como la oferta del suelo, la demanda nutricional y la eficiencia de recuperación de fertilizante, mismas cuyo estudio permite establecer una dosis correcta de fertilizante para cada cultivo y suelo.

La fertilización química es una práctica común entre los productores, por el efecto de incremento de rendimiento que se observa al momento de realizar la cosecha, sin embargo se fertiliza muchas veces de manera empírica, tal como sucede en el cultivo de sorgo en la zona costera del Estado donde se tiene por regla la aplicación de solo fertilizantes nitrogenados utilizando como fuente el amoníaco, que es un fertilizante con alta concentración de nitrógeno, pero que también es muy susceptible a perderse si no se realiza una aplicación correcta o no se proporciona un riego

ligero después de su aplicación para sellar los poros del suelo y evitar de esta manera la pérdida del producto.

Una fertilización con productos nitrogenados es ineficiente si se aplica en una sola ocasión todo el producto fertilizante que demanda el cultivo, ya que la planta requiere el nutriente conforme va creciendo y se va desarrollando, por lo que el nutriente que no se aproveche queda a disponibilidad de las vías de pérdida.

Entre más fraccionada se aplica una dosis de fertilizante, se incrementa directamente la cantidad de nutriente que llega a la biomasa, siendo el fertirriego uno de los métodos más efectivos de suministro de nutrientes y recuperación de fertilizantes, siempre y cuando se aplique la cantidad de nutrientes que sea capaz de absorber el cultivo, lo cual se logra con un balance nutrimental y un programa de fertilización.



**Fotografía 1.** Depósito de agua para fertirriego; Barranca Blanca; Tepic, Nayarit.

### Balance Nutrimental

El balance nutrimental implica proporcionar a planta el nutriente que requiere en el momento y cantidad que se requiere, de tal manera que se tenga en consideración la cantidad del mismo que es capaz de aportar el suelo (Suministro), la cantidad de nutrientes que requiere la planta (Demanda) y la cantidad de nutrientes provenientes del producto fertilizante que llega a la biomasa del cultivo, (Eficiencia de recuperación del cultivo). El balance nutrimental permite, elevar el rendimiento, disminuir los costos de producción, mantener la fertilidad química del suelo y disminuir en gran medida la contaminación de suelos y mantos acuíferos sobre todo en zonas donde existen suelos arenosos y alta

precipitación, lo anterior debido a que poseen baja superficie específica y por lo tanto poca capacidad de retención de nutrientes.

### Suministro u oferta del suelo

El nitrógeno es un nutriente que es absorbido por la planta de dos maneras como ión amonio (+) y como ión nitrato (-), dos iones con cargas eléctricas diferentes, si se considera que la carga eléctrica del suelo es mayormente negativa, esto permitirá una mayor permanencia del amonio sobre la superficie de las partículas de suelo, mientras que por el otro lado el nitrato es rechazado por las cargas y por lo tanto estará en solución y a merced de ser lixiviados en caso de presencia de precipitaciones excesivas o por un exceso de riego; el nitrógeno es muy dinámico en el suelo y su permanencia en uno de los estados en que se presenta depende de varios factores, sin embargo la forma más estable en que se encuentra es como nitrato, por tal motivo se cuantifica la concentración en forma de nitrato para fines de nutrición.

Predecir la cantidad de nutrientes nitrogenados que es capaz de aportar el sistema de producción implica identificar de manera precisa la cantidad y calidad de materia orgánica que está presente en el suelo, y para esto se utiliza el método de Walken y Black que tiene la bondad de estimar la materia orgánica total del suelo.



**Fotografía 2.** Maíz sembrado a precisión; Compostela, Nayarit.

La situación que complica la predicción de nitrógeno, es la determinación de calidad de la materia orgánica, ya que esta propiedad es una manera indirecta de medir su velocidad de descomposición, pues implica la resistencia que opone ante el ataque de la biomasa microbiana. Conocer

entonces la cantidad de materia orgánica que se descompone en un ciclo de producción, no es fácil por lo que se ha optado por realizar una estimación a partir del contenido de materia orgánica total considerando una velocidad promedio de mineralización o descomposición del 2% anual y 5% de nitrógeno contenido en la materia orgánica. Finalmente se calcula la cantidad de suelo que se tiene en una hectárea a 30.0 cm o 40.0 cm de profundidad dependiendo del cultivo que se trate, ya sea anual o perenne (frutales), se estima la cantidad de materia orgánica que se descompone en el ciclo de producción o anual (perennes), para obtener el dato de nitrógeno disponible, para el cultivo.

En el caso de frutales la estimación es por árbol, y se considera únicamente el nitrógeno que es capaz de aportar el suelo pero solo en el área de exploración de las raíces de absorción de los cultivos la superficie de exploración es un radio de 2.0 m alrededor del tronco del árbol, ya que es en donde se ubica el 90% de las raíces de absorción.

La demanda de un cultivo agrícola es la cantidad de nutrimento que requiere para realizar sus funciones metabólicas durante su ciclo de desarrollo; esto se calcula conociendo la meta de rendimiento y el valor de requerimiento interno para dicho cultivo.

Por otra parte el dato de requerimiento interno del cultivo es un dato expresado en concentración del nutriente en porcentaje en la biomasa aérea del cultivo, dicha concentración es la mínima que requiere el cultivo para obtener el máximo rendimiento una vez que todos los nutrientes han estado dentro de un rango óptimo, por lo tanto es un dato cuya obtención se complica para el caso de frutales ya que se requiere de la cuantificación de concentración de nutrientes en la biomasa completa debido al tiempo que requiere el árbol para llegar a una etapa adulta o en plena producción, el cálculo de dosis de fertilización en frutales se realiza con base en la extracción de nutrientes en fruto; caso contrario para los cultivos anuales para los que se cuenta con más datos, principalmente para los cereales el valor es de 1.0 de requerimiento de nitrógeno. Este valor indica que por cada tonelada de grano se requiere de 1.0 kg de nitrógeno.

Una de las preguntas frecuentes al momento de elaborar una dosis de fertilización es ¿con qué meta de rendimiento se tiene que estimar la cantidad de fertilizante a aplicar? para ello se tiene que conocer el potencial genético del material, las condiciones edafoclimáticas, la información técnica y experimental existente, la información empírica obtenida de los agricultores de alto nivel tecnológico que se encuentran en una zona, es decir se realiza tomando como guía los mejores rendimientos que se han logrado en la zona. Este rendimiento no es constante, justamente por

la variabilidad de los factores constituyentes del sistema y las interacciones a que está expuesto, particularmente en el tiempo, pero es posible expresarlo en términos de probabilidad de ocurrencia, en función de las variables limitantes. Es a este valor probabilístico del rendimiento experimental para una región dada, al que se le denomina rendimiento máximo alcanzable.

### Cultivos anuales

El índice de cosecha es la relación entre el producto económico y la biomasa aérea total de la planta, para fines de estimación de la dosis de fertilización se sugiere transformar el rendimiento esperado por el productor en biomasa total expresada como materia seca para calcular la demanda, para ello se debe considerar la humedad del producto de interés y conocer la relación de eficiencia de producción del cultivo en relación con la biomasa aérea.

El índice de cosecha está muy relacionado con las características genéticas del cultivo principalmente con la eficiencia fotosintética del mismo ya que esto determina finalmente la acumulación de materia seca.

A partir del rendimiento del producto económico obtenido en condiciones de producción sin restricciones de manejo ni limitaciones nutrimentales (sólo condicionado por los factores no controlados de la producción) en un agro ecosistema dado y del índice de cosecha del cultivo determinado, también en las condiciones anteriores es posible estimar la biomasa producida asociada a un rendimiento, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Biomasa} = \frac{\text{Rendimiento del producto económico}}{\text{Índice de Cosecha}}$$

Para estimar la demanda de nitrógeno se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{Demanda de Nitrógeno} = \frac{\text{RE (1- Humedad)}}{\text{Índice de Cosecha}} * \text{RI}$$

Donde:

**RE** es el rendimiento esperado.

**RI** es el requerimiento interno.

**IC** es el índice de cosecha.

El rendimiento del producto de interés es corregido por el porcentaje de humedad para expresar este en términos de peso seco.



Foto 3. Mezcla de fertilizantes; Compostela, Nayarit.

### Cultivos Perennes

Se cuantifica la biomasa producida por el árbol anualmente, considerando el crecimiento de flujos anuales, la producción de fruto y el crecimiento de estructuras perennes, estos datos no se tienen para la mayoría de los cultivos perennes por lo que la demanda de nutrientes se estima con base a la extracción por fruto.

### Extracción de nitrógeno por cultivo

**Aguacate.** En los análisis foliares realizados en diferentes huertos, la condición nutrimental de aguacate 'Hass' del estado de Nayarit, bajo condiciones de temporal y diferentes condiciones de manejo del cultivo se encuentran niveles cerca del límite inferior de lo "normal" (1.2 a 2.3%) para la mayoría de los huertos, por cada tonelada de fruto de aguacate 'Hass' se extraen 3.0 kg de nitrógeno en promedio. El rendimiento estatal promedio es de 9 toneladas de fruto fresco por hectárea, mientras que los mejores rendimientos que se obtienen son de 20 toneladas por hectárea, de tal forma que existe un amplio margen que se puede reducir al incrementar los rendimientos identificando los factores controlados que estén limitando la producción.

**Mango.** Uno de los problemas que presenta el mango cultivar Ataulfo es la presencia de una gran cantidad de frutos pequeños sin valor comercial conocidos comúnmente como "mango niño" y técnicamente como frutos partenocárpicos, por su tamaño pequeño, estos carecen de semilla y muchos de ellos presentan una cuarteadura longitudinal, algunos caen y muchos quedan adheridos hasta la cosecha. La presencia de estos frutos es variable dentro de los huertos, siendo a veces mínima. pero en otras alcanza hasta 90 %

de los frutos. Con frecuencia se le atribuye este problema a un desbalance nutrimental. La cantidad de nitrógeno que extrae el cultivo del mango es en promedio de 5.5 kg N Mg<sup>-1</sup>, (Vázquez et al., 2007).

### Distribución radicular

Los estudios de Peña *et al* (1999) sobre la distribución radical en mango indican que la mayor densidad de raíces de los tres diámetros se encuentra en los primeros 20 cm del perfil del suelo. Es interesante notar que las raíces más finas tienden a acumularse a mayor distancia del tronco y que de 0-90 cm existen solo raíces de anclaje. Se observó que la mayor densidad de raíces de los diámetros estudiados, se ubican a partir de los 90 cm del tronco y hasta el área de proyección de la copa, aspecto a tener en cuenta durante la realización de la fertilización y también al realizar el cálculo de aporte nutrimental del suelo.

**Cítricos.** El rendimiento bajo y la calidad reducida del limón Persa en la región, se atribuye principalmente al inadecuado manejo de la nutrición mineral de los huertos. Alrededor del 70% de los productores alcanzan rendimientos promedios de 7 Mg ha<sup>-1</sup>, el 30% obtienen rendimientos de 14 Mg ha<sup>-1</sup>, en casos excepcionales se logran rendimientos de 28 Mg ha<sup>-1</sup> (Gómez *et al.*, 1994; Schwentesius y Gómez, 2005).

Maldonado *et al.* (2001), mencionan que por cada tonelada de fruta de limón, se extraen 1.86 kg de N. El 90% las raíces de absorción de localizan de 0 a 60 cm de profundidad y a 50 cm del tronco.

Caña de azúcar. El rendimiento promedio registrado para el estado de Nayarit es de 78 ton ha<sup>-1</sup>, mientras que existen parcelas que han logrado rendimientos de 150 ton ha<sup>-1</sup>, esto demuestra que se puede incrementar considerablemente el rendimiento a través del manejo de los factores controlados que inciden sobre el cultivo.

Este cultivo es considerado como uno de los cultivos altamente extractores de nutrimentos del suelo que provoca inclusive insuficiencia y agotamiento en corto tiempo, esto se intensifica por el manejo mismo del cultivo que se quema antes de la cosecha, desechando de esta manera alguna posibilidad de incorporación de residuos para mantener el contenido de materia orgánica; muchos productores reconocen que donde hubo establecida una plantación comercial de caña, la condición de fertilidad del suelo es deficiente. La caña extrae 1.07 kg de nitrógeno por tonelada de producto cosechado, la cuantificación de la cantidad de nitrógeno extraído se ha realizado considerando la cantidad de nutrientes que absorbe el tallo y la hoja.

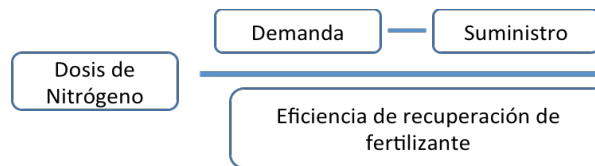


Foto 4. Cultivo de caña; Tepic, Nayarit

### Eficiencia de Recuperación de fertilizante

Es la cantidad de nutriente proveniente del producto fertilizante que es absorbido realmente por el cultivo, esto depende de varios factores como la densidad radicular y la forma de aplicación (convencional o fertirriego), así como del fraccionamiento de la dosis.

La estimación de la cantidad de nutriente nitrogenado se calcula de la siguiente manera.




	Cereales	Cultivos Perennes
Suministro u oferta del suelo	Se calcula en base a mineralización de materia orgánica por hectárea.	Se calcula por árbol, considerando la mineralización de la materia orgánica y la superficie de exploración del sistema radicular.
Demanda	Se considera el requerimiento interno 1%, así como el índice de cosecha y el rendimiento esperado.	Extracción del cultivo, por rendimiento de frutos.
Eficiencia de Recuperación	50%	Fertilización convencional 50%. Fertirriego 60%

### Conclusiones

Cada cultivo tiene una capacidad diferente de explorar el suelo, esta capacidad está directamente relacionada con el tipo de raíz que posee y resulta necesario conocer la capacidad de extracción de nutrientes que tiene, ya que solo de esta manera se puede ir precisando una dosis de fertilización, acorde al rendimiento máximo posible en cada ambiente.

La generación de una dosis de fertilización precisa permite disminuir los costos de producción al aplicar únicamente el nutriente que se encuentre en condiciones de deficiencia, por lo tanto se evita también el deterioro ambiental.

Son varios los factores que limitan el rendimiento de un cultivo, sin embargo tienen que ser considerados para fijar la meta de rendimiento, ya que estos indican si hace falta o no aplicar productos fertilizantes al sistema de producción, dependiendo de lo que sea capaz de aportar el suelo. 

### BIBLIOGRAFIA

Maldonado T., R., J. D. Etchevers B., G. Alcántar G., J. Rodríguez A. y M. T. Colinas L. 2001. Estado nutrimental del limón mexicano en suelos calcimórficos. Terra 19: 163-174.

Rodríguez, S. J. 1993. La fertilización de los cultivos: Un método racional. Colección en Agricultura. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. ANAGRA, S.A.

Salgado, G. S.; Bucio, A. L.; Riestra, D. D. y Lagunes, E. L. del C. 2001b. Caña de azúcar: Hacia un manejo sustentable. ISBN 968-839-331-2. Campus Tabasco, Colegio de Postgraduados-Instituto para el Desarrollo de Sistemas de producción del Trópico Húmedo de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México.

Salazar, G. S. y Lazcano, F. I. 1999. Diagnóstico nutrimental del aguacate (*Persea americana* Mill.) bajo condiciones de temporal. Revista Chapingo. Serie Horticultura. 5: 173-184.

---

Volke, H. V. y Etchevers, B. J. D. 1994. Recomendaciones de fertilización para cultivos necesidades y perspectivas de una mayor precisión. Cuaderno de Edafología 21. Instituto de Recursos Naturales, Programa de Edafología, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México.

### *Datos de los autores:*

Dr. Gelacio Alejo Santiago  
Unidad Académica de Agricultura  
Universidad Autónoma de Nayarit  
E - mail: [gelacioalejo@hotmail.com](mailto:gelacioalejo@hotmail.com)

Dr. Rubén Bugarín Montoya  
Unidad Académica de Agricultura  
Universidad Autónoma de Nayarit  
E - mail: [drbugarin@hotmail.com](mailto:drbugarin@hotmail.com)

Dra. Margarito Ortiz Catón  
Unidad Académica De Agricultura  
Universidad Autónoma de Nayarit  
E - mail: [margaritooc1@hotmail.com](mailto:margaritooc1@hotmail.com)

Dr. Gregorio Luna Esquivel  
Unidad Académica de Agricultura  
Universidad Autónoma de Nayarit

M. en C. Víctor Jiménez Meza  
Unidad Académica de Agricultura  
Universidad Autónoma de Nayarit

