

ACCIONES CLIMÁTICAS EN EL SECTOR AGROPECUARIO

En el Marco de apoyo al
NAMA CAFÉ COSTA RICA



Manual de Buenas Prácticas de Manejo en la FERTILIZACIÓN NITROGENADA del Café

Financiado por:

Daniel Montero Blanco

© Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible & Fondo Multilateral de Inversiones.

Este documento “Manual de Buenas Prácticas de Manejo en la Fertilización Nitrogenada del Café”, ha sido financiado por el proyecto “Fortalecimiento de la competitividad y desempeño bajo en carbono del sector café de Costa Rica”, financiado por el Fondo Multilateral de Inversiones, miembro del Grupo Banco Interamericano de Desarrollo y ejecutado por Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible. Queda permitido reproducir esta publicación parcial o totalmente, siempre y cuando se tenga consentimiento previo de Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible y el Fondo Multilateral de Inversiones y su autoría quede atribuida. La información y las opiniones presentadas en este documento, son las de los autores y no representan necesariamente la posición oficial del Banco Interamericano de Desarrollo.



Contenido

Introducción	5
1. Nitrógeno	6
2. Eficiencia del nitrógeno como fertilizante	6
2.1 Impacto ambiental del nitrógeno	7
2.1.1. Lixiviación	7
2.1.2. Desnitrificación	7
3. Fertilizantes nitrogenados utilizados en café	7
4. Recomendaciones para la fertilización	8
4.1 Época de aplicación y fraccionamiento	9
4.2 Estimación de cosecha	9
4.2.1. Número de plantas del lote	9
4.2.2. Determinación del muestreo en el lote	9
4.2.3. Determinar el número de plantas necesarias para obtener un cuartillo	10
4.2.4. Cálculo de la cantidad de fanegas por área	10
4.3 Dosificación de acuerdo a la producción	10
4.4 Utilización de medida en gramos por planta	11
4.5 Fertilización de hijo de poda	12
4.6 Modo de aplicación del fertilizante	13
4.7 Recomendaciones adicionales	13
Referencias	14



Introducción

El cuidado del medio ambiente ha adquirido cada vez más importancia en los procesos de desarrollo en el mundo. Así mismo, los países más desarrollados han comenzado a adoptar políticas de saneamiento ambiental, que cada vez se incluyen más dentro de las exigencias para los países exportadores de alimentos.

El cambio climático y el calentamiento global continúan siendo temas de considerable debate a nivel científico y de interés público. En forma creciente, la agricultura es vista como una actividad que contribuye de manera significativa en la generación de gases de efecto invernadero (GEI), emisiones que manejan un alto potencial de calentamiento global. Dentro del sistema agrícola, los fertilizantes nitrogenados han sido identificados como el principal factor de contaminación en la atmósfera (Snyder et al. 2007).

Los fertilizantes, se clasifican como materiales naturales o industrializados que contienen uno o más elementos que las plantas absorben. Se caracterizan por presentar la información porcentual de los tres elementos que más absorbe el cultivo: nitrógeno(N), fósforo (P), potasio (K).

1. Nitrógeno

El nitrógeno es un elemento esencial para los cafetos y lo absorben en altas cantidades, ya que cumple funciones vitales como crecimiento del vegetal, desarrollo y producción.

La dinámica de este elemento en el suelo, está regulada por procesos biológicos, derivados de la actividad microbiana que afecta a las formas minerales y a las formas orgánicas de reserva en el suelo. Las plantas son capaces absorber o asimilar el nitrógeno en forma inorgánica como nitrato (NO_3^-) o amonio (NH_4^+).

La baja disponibilidad de nitrógeno asimilable para la planta en el suelo, así como la gran necesidad de este nutriente para el cafeto, hacen que, por lo menos en alguna etapa de crecimiento, el requerimiento supere la disponibilidad.



2. Eficiencia del nitrógeno como fertilizante

La eficiencia en el uso del fertilizante nitrogenado se conoce como la relación entre los kilogramos de nitrógeno aplicado y los kilogramos de nitrógeno absorbido proveniente del fertilizante. Normalmente, las plantas absorben el 50% del nitrógeno aplicado al suelo, por lo tanto, una parte importante se perderá en forma de gases (volatilización y desnitrificación) o bien, por lixiviación, escorrentía o erosión.

2.1 Impacto ambiental del nitrógeno

Los dos procesos de pérdida más importantes son el lavado (lixiviación) y la pérdida gaseosa de nitrógeno. Estos procesos, se ven favorecidos en condiciones de exceso de agua en los suelos.

2.1.1. Lixiviación

Debido a la carga negativa de los fertilizantes a base de nitrato (NO_3^-), no son capaces de retenerse en el suelo y durante un evento de lluvia el agua arrastrará los nitratos hacia los horizontes inferiores, moviéndolos a profundidades donde no pueden ser absorbidos por la raíz. Los nitratos constituyen la principal fuente de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, ya que, son altamente solubles y se mueven con el agua de drenaje a través del perfil del suelo, hacia los mantos acuíferos.



2.1.2. Desnitrificación

La desnitrificación es un proceso biológico realizado en el suelo por un gran número de microorganismos, estos utilizan el nitrato y el nitrito en lugar del oxígeno, provocando la producción de formas gaseosas de nitrógeno como óxido nitroso (N_2O), óxido nítrico (NO) y nitrógeno molecular (N_2). El óxido nitroso ha sido identificado como uno de los principales gases causantes de calentamiento global en el planeta; una molécula de este gas tiene un potencial de calentamiento global 300 veces mayor a una molécula de dióxido de carbono (CO_2).

3. Fertilizantes nitrogenados utilizados en café

Los fertilizantes nitrogenados buscan concentrar fuentes de nitrógeno en formas inorgánicas (nitrato y amonio). El grado del fertilizante expresa el contenido de nutrientes del fertilizante. En todos los fertilizantes el primer número indica el porcentaje en peso de Nitrógeno, el segundo el Fósforo y el tercero el Potasio. En las fórmulas completas, generalmente el cuarto número es el magnesio y los siguientes elementos deben ser indicados por el proveedor del fertilizante.

Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Magnesio	Boro
19	4	19	7	0.40
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	B



El contenido en porcentaje de nitrógeno en las fórmulas completas, debe ser considerado para las recomendaciones de fertilización en el cultivo de café, para evitar aplicar demasiado insumo o en caso contrario ocasionar una deficiencia en la planta por aplicar nitrógeno insuficiente.

En nuestro país, tradicionalmente se ha realiza una primera fertilización con fórmula completa en el establecimiento de las primeras lluvias entre mayo-junio, una segunda, también con fórmula completa aproximadamente dos meses después entre julio-agosto; finalmente una tercera a base de nitrógeno (extra nitrogenada) antes de que termine el período lluvioso entre octubre-noviembre.

Los fertilizantes nítrico amoniacales son uno de los tipos de fertilizantes más utilizados durante la extra nitrogenada, pues tienen la ventaja de poseer en partes iguales las dos formas de nitrógeno (NH₄ y NO₃). Para elegir una fuente, se debe considerar su porcentaje de nitrógeno, ya que a mayor concentración de nitrógeno se debe aplicar menor cantidad de sacos por hectárea.

4. Recomendaciones para la fertilización

Es importante mencionar que son muchos los factores que intervienen en el desarrollo y productividad de los cafetos. Los más importantes se relacionan con la planta, el suelo y el manejo del cultivo; por lo tanto, se debe proveer al café de un conjunto de buenas prácticas de manejo en el cultivo, para así aumentar la efectividad de la fertilización.

- 4.1. *Época de aplicación y fraccionamiento.*
- 4.2. *Estimación de la cosecha.*
- 4.3. *Dosificación de acuerdo a la producción.*
- 4.4. *Utilización de medida en gramos planta.*
- 4.5. *Fertilización de hijo de poda.*
- 4.6. *Modo de aplicación del fertilizante*

NOMBRE COMÚN	FÓRMULA	PORCENTAJE ELEMENTO (%)	
		N	OTROS
Nitrato de amonio	NH ₄ NO ₃	33,5	-
Nitrato de amoniodolomítico	NH ₄ NO ₃ +CaCO ₃ +MgO	22	7 (MgO) -11(CaO)
Urea	CO(NH ₂) ₂	46	-
Nitrato de calcio	Ca(NO ₃) ₂	15,5	26 (CaO)

4.1 Época de aplicación y fraccionamiento

Las épocas de aplicación están determinadas por el comportamiento de las lluvias, debido al impacto sobre el desarrollo de los cafetos, así como, la necesidad de humedad en el suelo para un crecimiento activo de las plantas y disolución de los gránulos del fertilizante. Por esto, la aplicación de abonos al suelo debe restringirse al período lluvioso y evitarse la aplicación durante períodos de sequía intensos.



El fraccionamiento del fertilizante nitrogenado aumenta la eficiencia de la fertilización, al distribuir mediante tres aplicaciones el requerimiento del año, ya que un exceso de lluvia después de una aplicación podría lavar la mayoría de los nitratos.

Para la mayoría del área cafetalera nacional, se recomienda la primera fertilización entre mayo-junio, la segunda en julio-agosto y la tercera en octubre-noviembre, sin embargo, como se mencionó anteriormente la aplicación debe depender la lluvia.

4.2 Estimación de cosecha

La estimación de cosecha requiere de la experticia del agricultor, sobre el historial productivo, porcentaje de poda, topografía y manejo del cultivo. Separando los lotes por producción esperada, es posible indicar la cantidad de fertilizante que requiere el cultivo para sostener la productividad.

La Oficina Regional del Instituto del Café de Costa Rica (ICAFÉ), en el Valle Central, sugiere el siguiente método para estimar la cosecha:

4.2.1. Número de plantas del lote:

Se calcula el número de plantas por la hectárea, manzana, o lote específico a muestrear, multiplicando las distancias de siembra y dividiendo el valor entre el área conocida.

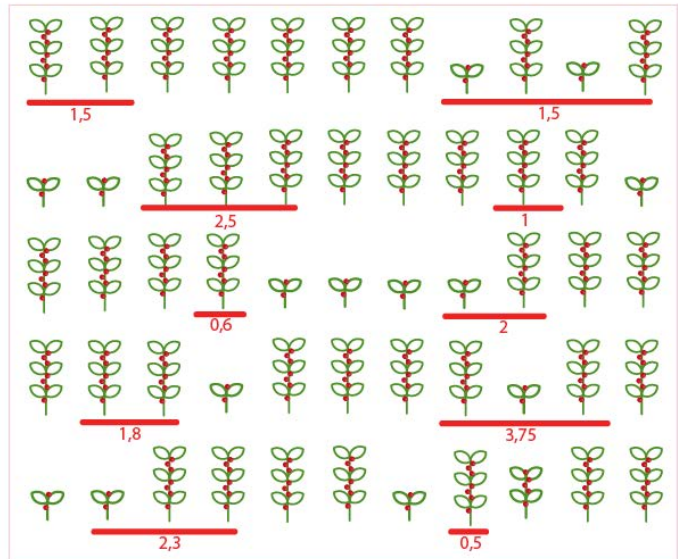
4.2.2. Determinación del muestreo en el lote:

Se debe determinar el recorrido, para la selección de plantas al azar dentro del lote, definiendo un trayecto que sea lo más representativo posible en el estado de la plantación, considerando las propuestas en la imagen siguiente:



4.2.3. Determinar el número de plantas necesarias para obtener un cuartillo:

Observar detalladamente la planta en su totalidad, para estimar el número de plantas que se necesitarían para obtener un cuartillo de fruta madura (0,25 cajuelas), imaginando el tamaño que el grano pueda tener al llegar a su madurez. Cabe mencionar, que el estimado de plantas para obtener un cuartillo puede representar media planta (0,5), planta y un tercio (1,3), dos plantas y media (2,5), entre otros valores posibles, según el cálculo visual de quien realice la estimación.



4.2.4. Cálculo de la cantidad de fanegas por área:

Después de 15-20 puntos de muestreo por hectárea, se promedia el número de plantas estimado. Mediante una regla de tres es posible obtener el estimado en fanegas por hectárea.

1,5 4,5 2,5 1 0,6 2 1,8 3,75 2,3 0,5	REGLA DE TRES:
	2,05 Plantas _____ 0,25 Cajuelas 5848 Plantas _____ X Cajuelas
	<div style="background-color: #008080; color: white; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;"> $(5845 \times 0,25) \div 2,05 =$ </div>
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="background-color: #008080; color: white; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;"> $X = 713,2 \text{ Cajuelas} \div 20 \text{ Cajuelas} =$ </div> <div style="background-color: #008080; color: white; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;"> 35,7 Fanegas/ha </div> </div>
Promedio	2,05 plantas

4.3 Dosificación de acuerdo a la producción

Mediante la estimación de los lotes de la finca es posible recomendar la cantidad de nitrógeno en función la productividad esperada en fanegas por hectárea. Un

lote con una baja cosecha requiere menor cantidad de nitrógeno, que un lote con una aparente alta producción.

Fa/ha	Kg F.C./ ha									Extra N Kg N/ha
	15 N%	16 N%	17 N%	18 N%	19 N%	20 N%	21 N%	22 N%	23 N%	
20	670	625	590	555	530	500	475	455	435	50
40	935	875	825	780	740	700	665	635	610	70
60	1200	1125	1060	1000	950	900	855	815	785	90

Fuente: ICAFE 2014, Caracterización de la fertilidad de los suelos cafetaleros de Costa Rica.

En el cuadro anterior se presentan los diferentes porcentajes de nitrógeno que puede tener una fórmula completa y la cantidad en kilogramos recomendada a aplicar según la estimación de cosecha. Además, se muestra la cantidad de nitrógeno a aplicar en la extra nitrogenada por producción esperada. Los valores del cuadro son el requerimiento del cultivo durante todo el año.



4.4 Utilización de medida en gramos por planta

Con la finalidad de aplicar la misma cantidad de nitrógeno por planta, así como disminuir los costos de fertilización, es aconsejable utilizar una medida para el fertilizante. Esto permite aplicar una cantidad en gramos por cada planta, aumentando la eficiencia de la dosificación por hectárea y la distribución del abono en forma más equitativa por la plantación.



En los siguientes cuadros, se presenta la cantidad en gramos de fórmula completa a aplicar por planta en función de la cosecha esperada. Se debe considerar la densidad de siembra de la plantación (5000, 5500 ó 6000 plantas/ha), para obtener el valor en gramos que corresponde a la dosis recomendada durante un evento de fertilización (considerando que se fracciona en tres eventos durante el año). Cabe destacar, que la medida en gramos es para las plantas con cosecha, por lo que, se sugiere omitir plantas podadas completas.

Fa/ha	Gramos de F.C. para 5000 plantas/ha								
	15 N%	16 N%	17 N%	18 N%	19 N%	20 N%	21 N%	22 N%	23 N%
20	67	63	59	56	53	50	48	46	44
40	94	88	83	78	74	70	67	64	61
60	120	113	106	100	95	90	86	82	79

Fa/ha	Gramos de F.C. para 5500 plantas/ha								
	15 N%	16 N%	17 N%	18 N%	19 N%	20 N%	21 N%	22 N%	23 N%
20	61	57	54	50	48	45	43	41	40
40	85	80	75	71	67	64	60	58	55
60	109	102	96	91	86	82	78	74	71

Fa/ha	Gramos de F.C. para 6000 plantas/ha								
	15 N%	16 N%	17 N%	18 N%	19 N%	20 N%	21 N%	22 N%	23 N%
20	56	52	49	46	44	42	40	38	36
40	78	73	69	65	62	58	55	53	51
60	100	94	88	83	79	75	71	68	65

La última fertilización del año entre octubre y noviembre (extra nitrogenada), generalmente utiliza una fuente alta en nitrógeno que provea a la planta de reservas hasta la fertilización del siguiente año.

En los siguientes cuadros se muestra la recomendación, en gramos por planta, para cada una de las fuentes nitrogenadas más utilizadas en el cultivo de café. Es necesario considerar la densidad de siembra y el estimado de cosecha para obtener una medida aproximada en gramos por planta.

Fa/ha	GRAMOS DE FUENTE DE N/PLANTA PRODUCTIVA				Densidad de siembra
	Nitrato de Amonio	NA-dolomítico	Urea	Nitrato de Calcio	
20	30	45	22	65	5000 plantas/ha
40	42	64	31	90	
60	54	82	40	116	
20	27	41	20	59	5500 plantas/ha
40	38	58	28	82	
60	49	74	36	106	
20	25	38	19	54	6000 plantas/ha
40	35	53	26	75	
60	45	68	33	97	

4.5 Fertilización de hijo de poda

Cuando una planta es podada en su totalidad, los nuevos brotes o hijos de poda no responden a la fertilización durante los dos primeros eventos de fertilización. Se recomienda abonarlos solamente entre octubre y noviembre con la extra nitrogenada, ya que hasta este momento los hijos tienen el tamaño y desarrollo suficiente para responder a la fertilización.





4.6 Modo de aplicación del fertilizante

El sitio de fertilización en la planta es bajo la zona de goteo, que coincide con el largo de las bandolas del cafeto. No es necesario enterrar el fertilizante o aplicar a vuelta redonda de la planta; basta con aplicarlo de forma distribuida de manera localizada en la banda de fertilización.

Cabe mencionar, que el fertilizante siempre debe aplicarse en contra de la pendiente, de manera que cuando se presenten lluvias el lavado del fertilizante se dirija hacia las plantas.

4.7 Recomendaciones adicionales

-Las prácticas recomendadas en este documento deben ser complementadas con los análisis de suelo y análisis foliares, con la finalidad de ajustar los demás elementos esenciales para el cafeto.

-Mediante los análisis químicos también es posible ajustar fórmulas físicas a la carta, que se adecuen con mayor precisión a las necesidades de un suelo específico.

Referencias

Chaves, V. 2014. Caracterización de la fertilidad de suelos cafetaleros de Costa Rica. ICAFE. Costa Rica. 88 p.

Rodríguez R, Garita A. 2016. Metodología para estimación de cosecha en café. ICAFE-Valle Central. Capacitación práctica.

Snyder C. S; Bruulsema W. W; Jensen T. L. Greenhouse Gas Emissions from Croppmig Systems and the Influence of Fertilizer Management- A Literature Review. International Plant Nutrition Institute Norcross, Georgia. E. U. 2007 p.



© Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible & Fondo Multilateral de Inversiones.

Este documento “Manual de Buenas Prácticas de Manejo en la Fertilización Nitrogenada del Café”, ha sido financiado por el proyecto “Fortalecimiento de la competitividad y desempeño bajo en carbono del sector café de Costa Rica”, financiado por el Fondo Multilateral de Inversiones, miembro del Grupo Banco Interamericano de Desarrollo y ejecutado por Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible.

