



Manejo de la Fertilización de Maíz y Frijol - 4R, basado en la Evaluación Visual de Suelos

INSTRUCTIVO 3

 **CRS** fe.
CATHOLIC RELIEF SERVICES acción.
resultados.



Instructivo 3: Manejo de la Fertilización de Maíz y Frijol -4R, basado en la Evaluación Visual de Suelos

Primera edición:

Julio 2019

Desarrollo de contenido técnico:

Ariel Espinoza	CRS Nicaragua
Rodolfo Valdivia	CRS Nicaragua
Felipe Pilarte	CRS Nicaragua

Equipo de revisión:

Jorge Castellón Benavides	CRS - Nicaragua
---------------------------	-----------------

Diseño y diagramación:

Harlem Aguilar M.

Ilustraciones:

Harlem Aguilar M.

Impresión:

Se permite la reproducción total o Parcial de este documento siempre y cuando se cite la fuente. No se permite la reproducción para fines comerciales.

Financiado por:



Catholic Relief Services

Programa para Nicaragua
Frente a Ministerio de la Familia,
Managua-Nicaragua
<http://crs.org/nicaragua/>

Contenido

I. Introducción.....	1
II. Componentes del suelo.....	3
2.1. ¿Cuáles son los componentes del suelo?.....	3
III. Nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas.....	4
3.1 ¿Cuáles son los requisitos para que un elemento sea catalogado como esencial?.....	4
3.2 ¿Cuáles son los nutrientes que requieren las plantas para el crecimiento y desarrollo?.....	4
3.3 ¿Qué nutrientes aportan cada uno de los componentes del suelo?.....	5
3.4 Ley del anticipo y el mínimo de la fertilidad.....	7
3.5 ¿Por qué se producen las carencias de los nutrientes?.....	7
III. Aplicaciones de las 4R (Cuatro requisitos de la nutrición de cultivos).....	9
4.1 Fuentes de Nutrientes.....	9
4.2 Dosis de nutrientes.....	11
4.2.1 Recomendaciones de dosis y fuentes de fertilización en maíz.....	11
4.2.2 Recomendaciones de dosis y fuentes de fertilización en frijol.....	12
4.3 Momento de aplicación de los fertilizantes.....	13
4.3.1 Momento de aplicación de los nutriente en maíz.....	14
4.3.2 Momento de aplicación de los nutriente en frijol.....	14
4.4 Lugar de aplicación del fertilizante.....	15
IV. Referencias Bibliográficas.....	16

I. Introducción

La producción del maíz, frijol, arroz y sorgo dependen entre otros factores del manejo de la fertilidad de los suelos, independientemente de la fuente (inorgánica, orgánica y biológica), a los cultivos se les tiene que suministrar las cantidades de nutrientes correctas para obtener rendimientos óptimos. Los fundamentos para conseguir estos rendimientos óptimos es la aplicación de los **4 requisitos del manejo responsable de nutrientes**: fuentes, dosis, momento y lugar. La aplicación de estos 4 requisitos permite incrementar y sostener la producción, a la vez que cuidamos los recursos suelos y agua.

Nicaragua dispone de unos 262,540 productores, los que tienen menos de 10 mz alcanzan un 47.38% (125 mil productores aproximadamente) y están vinculados directamente a la producción de granos básicos, con un potencial que se debe aprovechar al máximo para cambiar los niveles productivos. A pesar de la importancia de dichos rubros los rendimientos tanto de maíz (20 qq/mz) y frijol (12 qq/mz) son relativamente bajos (MAG, INIDE, 2014). Esta situación afecta directamente la seguridad alimentaria y la dieta de las familias rurales.

Este instructivo es una herramienta sencilla, fácil y práctica que los extensionistas, promotores y productores pueden utilizar para elaborar recomendaciones sobre el manejo de los nutrientes en sus cultivos (maíz y frijol entre otros) para incrementar y sostener los rendimientos de dichos rubros basados en:

- Indicadores físicos y biológicos del suelo, medidos con la guía Evaluación Visual de Suelos (EVS) para determinar el estado del suelo y calificarlo como pobre, medio o bueno según la evolución de los indicadores.
- Recomendaciones de fertilización considerando los niveles críticos de interpretación del laboratorio: pobre, medio y bueno; y considerando tres rendimientos esperados de maíz y frijol para cada uno de los niveles.
- Propuesta de fertilización para los cultivos maíz y frijol relacionando las recomendaciones de la fertilización y el estado del suelo.



II. Componentes del suelo

2.1. ¿Cuáles son los componentes del suelo?

El suelo es un agregado de minerales no consolidados depositados en la capa más superficial de la corteza terrestre que proviene de la desintegración o alteración física y química de las rocas y de residuos de seres vivos que viven sobre la tierra. Para que una partícula pueda ser considerada suelo, debe tener un diámetro de 2 mm o menos. Los cuatro componentes principales en un suelo son:

- Las partículas minerales arena**, limo y arcilla que provienen de la meteorización de la roca y que representan el 45% del volumen total del suelo.
- El agua**, que representa el 25% del volumen total, cuando el suelo está a capacidad de campo.
- El aire**, que representa el 25% del volumen total, cuando el suelo está a capacidad de campo.
- La materia orgánica**, que representa el 5% del volumen total del suelo: formado por microorganismos y humus que proviene de la descomposición de la cobertura vegetal y por animales muertos.

En el suelo, por efecto de las prácticas de manejo en la agricultura, esa proporción de los componentes se ve seriamente afectada. Esa proporción de componentes le permite al suelo tener la característica de una esponja en la cual hay una red de espacios vacíos, que conforman la porosidad del suelo. Por esta red de poros se mueve el agua disueltas con nutrientes.

La materia orgánica es el componente más importante en el suelo, a pesar de que ocupa la menor proporción de su volumen total, Ver figura 1. Es el componente que más rápido se pierde cuando hay degradación del suelo, así como es la que más limita la productividad del suelo.

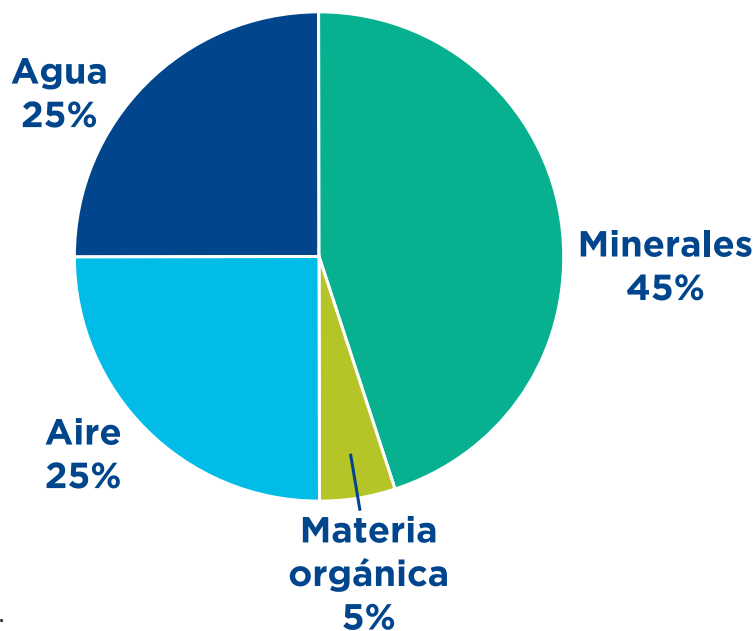


Figura 1. Componentes del suelo.

III. Nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas

3.1 ¿Cuáles son los requisitos para que un elemento sea catalogado como esencial?

Los requerimientos nutritivos de las plantas no son fijos y cambian con las diferentes etapas de crecimiento de la planta, la química y física del suelo, la disponibilidad de agua, luz, temperatura y otros factores. Es importante tener claro, cuáles son los criterios que permiten distinguir entre nutrientes esenciales y no esenciales.

Un nutriente es esencial cuando:

- La planta es incapaz de completar su ciclo biológico en ausencia de este nutriente.
- Posee una acción específica, es decir, ningún otro nutriente puede sustituirlo totalmente.
- El nutriente debe estar implicado directamente en la nutrición vegetal, bien como constituyente de una molécula esencial o que sea requerido para el funcionamiento de una enzima.
- El nutriente debe estar disponible en el suelo, encontrándose en el estado que permita su absorción por la planta.

3.2 ¿Cuáles son los nutrientes que requieren las plantas para el crecimiento y desarrollo?

En la actualidad está bien estudiado que existen 16 nutrientes que la planta necesita para su normal desarrollo. Estos nutrientes son: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, boro, molibdeno, cobre, zinc y cloro, ver figura 2. Todos estos nutrientes desempeñan funciones muy importantes en las plantas, y cuando están presentes en cantidades insuficientes, pueden producirse graves alteraciones y reducirse notablemente el crecimiento.

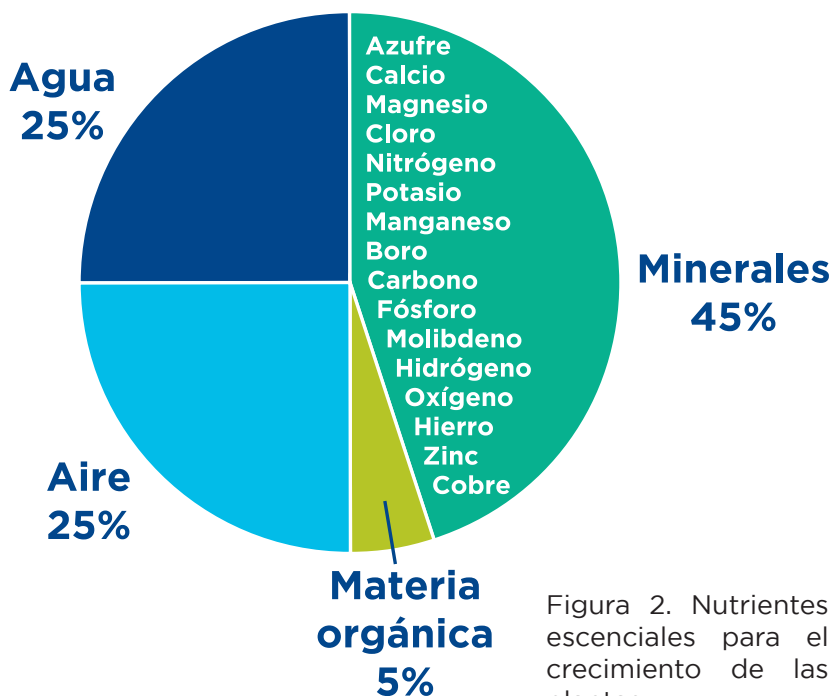


Figura 2. Nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas.

Estos nutrientes se pueden clasificar o agrupar en: nutrientes estructurales que son tres, macronutrientes que son seis y micronutrientes que son siete. Ver figura 3.

- 1) **Estructurales:** carbono, hidrógeno y oxígeno.
- 2) **Macronutrientes:** nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre.
- 3) **Micronutrientes:** hierro, manganeso, boro, molibdeno, cobre, zinc y cloro.

Los nutrientes estructurales representan el 96% para la planta, los macronutrientes representan un 3.5% y los micronutrientes las plantas los absorben en 0.5%

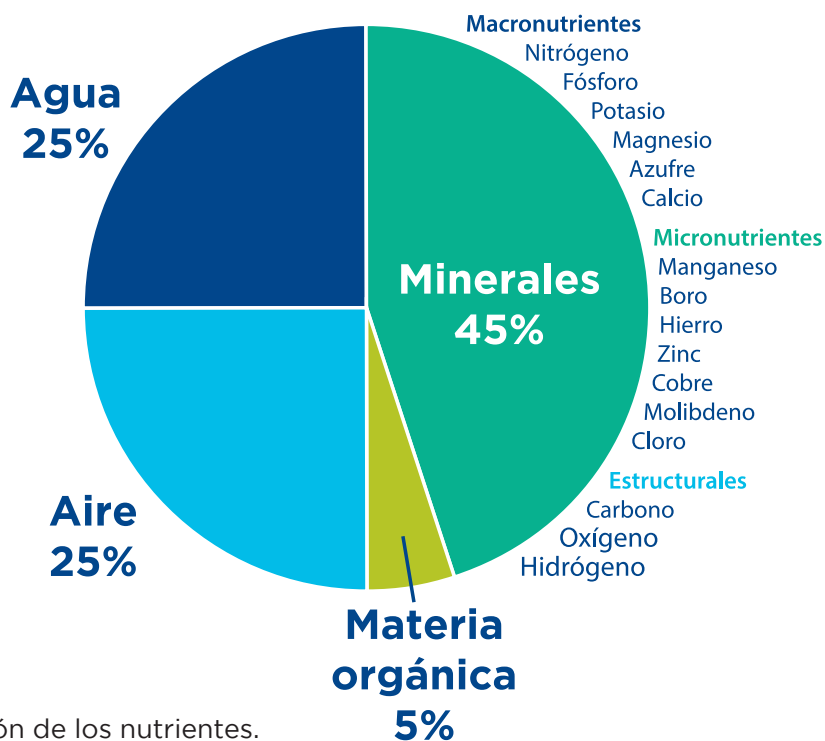


Figura 3. Clasificación de los nutrientes.

3.3 ¿Qué nutrientes aportan cada uno de los componentes del suelo?

Las plantas son autótrofas es decir que elaboran su propio alimento (biomasa/ fotosíntesis) usando agua, dióxido de carbono tomado del aire, energía solar y nutrientes extraídos del suelo. Para un óptimo crecimiento de la planta, los nutrientes presentes en el suelo deben presentar los siguientes criterios: solubles en el agua contenida en el suelo, que estén en cantidades adecuadas y equilibradas, de acuerdo al momento que demanda el cultivo y de forma accesible al sistema radicular.

Los nutrientes esenciales de la planta provienen de los siguientes componentes del suelo, ver figura 4:

Agua: hidrógeno y oxígeno

Aire: carbono y oxígeno

Materia Orgánica: nitrógeno y azufre

Mineral: fósforo, azufre, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, boro, molibdeno, cobre, zinc y cloro.



Figura 4. Origen de los nutrientes que absorbe la planta.

De los nutrientes del suelo que se pueden incrementar tenemos el nitrógeno y azufre, con la implementación de la agricultura de conservación se va incrementando los contenidos de materia orgánica, que se traducen en la disminución de costos de producción al disminuir el uso de fuentes de fertilizantes nitrogenados. Los nutrientes provenientes del componente mineral al incrementar la materia orgánica se vuelven en formas más disponibles para las plantas. La agricultura de conservación y la agroforestería influyen en el reciclaje de los nutrientes, llevándolos hacia la superficie cuando el material se descompone.

Al analizarlo de manera más específica las plantas pueden tomar los nutrientes principalmente de:

Agua: del agua de lluvia o de riego proviene el hidrógeno y oxígeno.

CO₂: del dióxido de carbono proviene el carbono y oxígeno.

Reservas naturales del suelo: composición del suelo, nutrientes disponibles y cambiables (las arcillas y la materia orgánica, son la fuente de reserva de los suelos por ser de naturaleza coloidal). Once de los nutrientes esenciales para la planta proceden de la meteorización de las rocas/piedras.

Fertilizantes minerales: son los nutrientes que tiene su origen en la aplicación de fertilizantes sintéticos. Existe una gama de fertilizantes simples y compuestos y micronutrientes quelatados y complejos.

El agua de riego: algunos nutrientes provienen del agua de riego aportando principalmente elementos como calcio, magnesio, potasio, nitratos, sulfatos y boro.

Fuentes orgánicas: descomposición y mineralización de residuos vegetales y animales del suelo. Estos pueden ser naturales (reciclaje) o incorporados.

Precipitación pluvial: especialmente nitrógeno y azufre. El agua de lluvia puede captar y llevar el nitrógeno atmosférico hacia la tierra e incorporarse al sistema suelo-planta.

Microorganismos: fijación biológica como Rhizobium (nitrógeno), micorrizas (fósforo), reacciones óxido reductivas de los elementos.

Aplicación de fungicidas: nutrientes como manganeso, cobre y zinc pueden provenir de la aplicación de algunos fungicidas.

Abonos foliares: aporta especialmente micronutrientes.

Cuadro 1. Elementos químicos que necesitan las plantas para el crecimiento y desarrollo.

Nutrientes esenciales para las plantas			
Para todas las plantas		Para algunas plantas	
En cantidades relativamente grandes		En cantidades relativamente pequeñas	En cantidades relativamente pequeñas
Extraídas del aire y agua	Extraídas del suelo (Macronutrientes)	Extraídas del suelo (Micronutrientes)	Extraídas del suelo (Beneficiosos)
1.- Carbono 2.-Hidrógeno 3.-Oxígeno	4.-Nitrógeno 5.-Fósforo 6.-Potasio 7.-Calcio 8.-Magnesio 9.-Azufre	10.-Hierro 11.-Manganeso 12.-Boro 13.-Molibdeno 14.-Cobre 15.-Cinc 16.-Cloro	17.-Níquel 18.-Silicio 19.-Cobalto 20.-Vanadio 21.-Titanio 22.-Selenio 23.-Sodio

3.4 Ley del anticipo y el mínimo de la fertilidad

Las leyes de la fertilidad se rigen en manejar la cantidad, fuente, localización, forma y tiempo de la aplicación de nutrientes y enmiendas al suelo para asegurar óptima fertilidad del suelo y producción de cultivos y minimizar el potencial de degradación ambiental.

Ley del anticipo: los nutrientes aplicados al suelo deben incorporarse con tiempo suficiente para que las plantas dispongan de ellos en el momento oportuno. Un nutriente debe aplicarse en la etapa fisiológica y condiciones climáticas en que más lo aproveche la planta.

Ley del mínimo: el rendimiento de un cultivo está determinado por el nutriente que se encuentra más deficitario. La insuficiencia de un nutriente disminuye la eficacia de otro nutriente. Un exceso de cualquier otro nutriente no compensa la deficiencia del nutriente limitante.

3.5 ¿Por qué se producen las carencias de los nutrientes?

Las carencias de los nutrientes pueden ser debidas a diversos fenómenos que ocurren dentro del suelo entre los cuales tenemos:

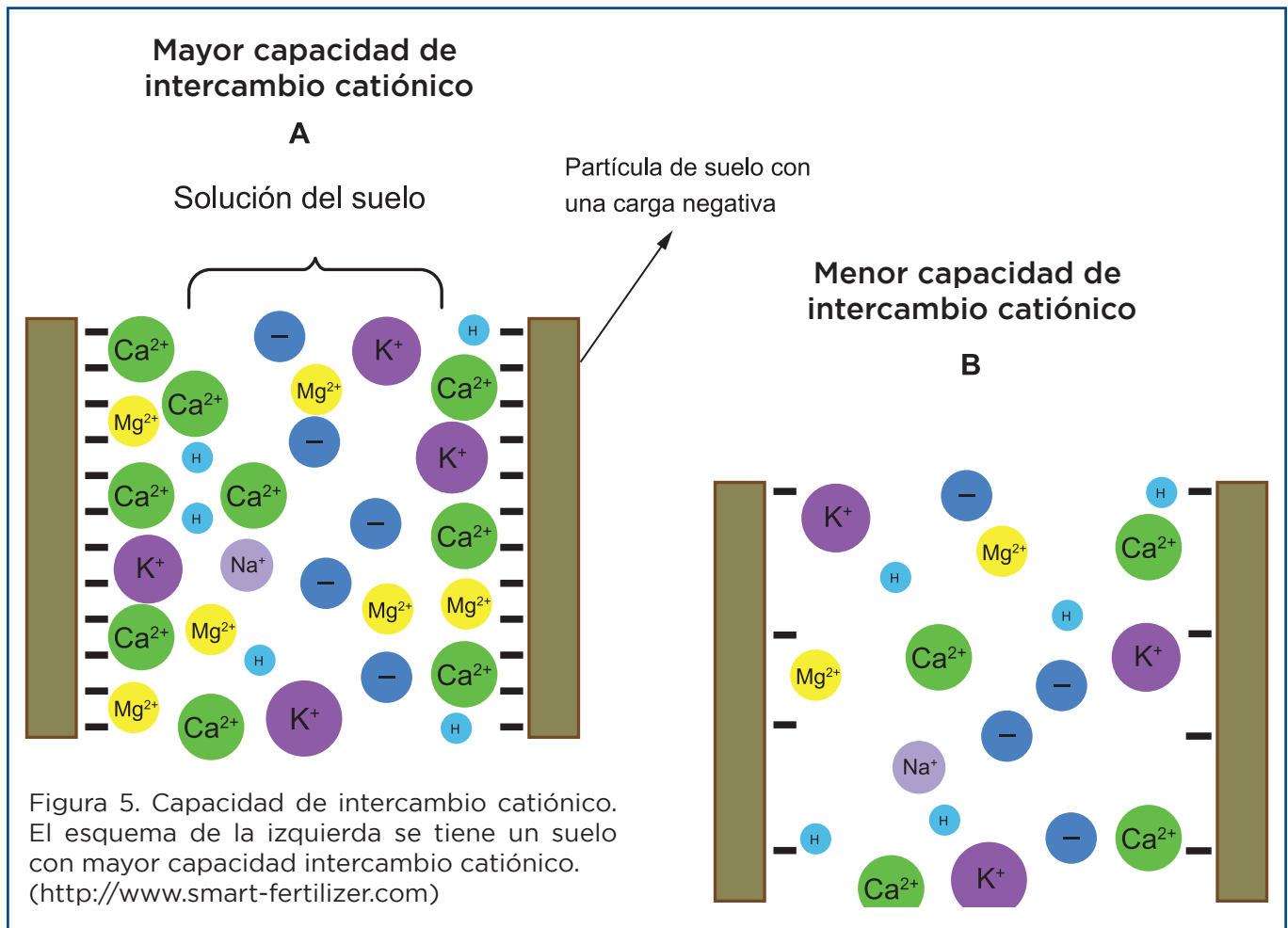
Suelos Pobres: hay poca cantidad de ese o esos nutrientes en el suelo, esto ocurre en suelos que han perdido su fertilidad debido a la erosión continúa provocado por el mal manejo.

El pH del suelo: algunos nutrientes están en el suelo en cantidad suficiente, pero no están disponibles para la planta. Por ejemplo, en suelos con pH ácido y altos contenidos

de aluminio, interfiere en la absorción del fósforo por la planta. Los suelos neutros (pH entre 6.5 y 7.5), es el pH ideal porque es donde están disponibles todos los nutrientes que necesitan las plantas, no obstante, independientemente de que el pH sea el adecuado, si el suelo es pobre puede haber carencia de nutrientes igualmente. En suelo ácidos suele haber carencias de macronutrientes y en suelos alcalinos carencia de micronutrientes.

Antagonismos: el antagonismo consiste que el aumento por encima de cierto nivel de la concentración de un nutriente reduce la absorción de otro. Estas interacciones y antagonismos conducen, por lo general, a desequilibrios fisiológicos nutricionales que se manifiestan en los órganos de las plantas. Es decir, la planta requiere una fertilización completa y bien equilibrada, al igual que el resto de los seres vivos. Algunos ejemplos de antagonismos tenemos el calcio, magnesio y potasio un incremento de cualquiera de ellos limita la absorción de los otros dos.

Capacidad de Intercambio catiónico: la capacidad de intercambio catiónico (CIC) es la capacidad que tiene un suelo para retener y liberar iones positivos, en dependencia del contenido en arcillas y materia orgánica. Las arcillas y materia orgánica están cargadas negativamente, por lo que suelos con mayores concentraciones de arcillas y materia orgánica presentan mayor capacidad de intercambio catiónico. Los suelos de alta capacidad de intercambio catiónico son considerados más fértiles ya que pueden retener más nutrientes.



III. Aplicaciones de las 4R (Cuatro requisitos de la nutrición de cultivos)

Con la aplicación de las 4R, se busca a responder las preguntas básicas para mejorar la nutrición de los cultivos. Además, nos motiva a realizar una mejor interpretación de la información que disponemos o requerimos para mejorar la aplicación de fertilizantes inorgánicos y abonos orgánicos.

Estas preguntas básicas son:

- ¿Cuáles son las fuentes correctas a utilizar para conseguir una buena nutrición del cultivo?
- ¿Qué dosis aplicar de cada nutriente?
- ¿En qué momento aplicar cada nutriente?
- ¿Dónde o qué lugar aplicar el fertilizante?

En este documento se enseña a aplicar los cuatro requisitos (4R) en la nutrición de maíz y frijol haciendo uso de la herramienta de **“Evaluación visual del suelo -EVS”**.

La EVS, es una herramienta práctica que permite calificar el estado del suelo en el campo a partir de la medición de ocho indicadores: estructura consistencia, color, porosidad, profundidad efectiva, compactación, cobertura, lombrices y moteado del suelo. Como resultado de la aplicación de la EVS, se determina si el suelo es pobre (<10 puntos), Moderado o medio (10 a 25 puntos) y bueno (>25 puntos). Para más información de la aplicación de la herramienta EVS, consultar el instructivo 2, donde se presentan los pasos metodológicos para la aplicación de esta.

4.1 Fuentes de Nutrientes

El termino fuente, se refiere al origen de los nutrientes, es decir de donde provienen. Los nutrientes pueden ser de origen; orgánico, inorgánico y biológico.

Se sabe que hay 16 elementos nutrientes que conforman la nutrición completa de las plantas. De estos 16, trece nutrientes se deben proporcionar al cultivo, por lo tanto, se debe buscar el balance entre los que se añaden y los que están presentes en el suelo con el fin de evitar excesos, deficiencias o antagonismos. Además, los nutrientes aplicados están asimilables para las plantas solo en ciertas formas químicas, en caso contrario no son absorbidos por los vegetales.

En este documento se hará énfasis en el uso de fuentes de nutrientes inorgánicas que existen el país, Ver Cuadro 2. Estos fertilizantes dependiendo de la cantidad de nutrientes que contienen se clasifican en:

- a. Fertilizantes simples: son los fertilizantes que solo aportan un nutriente como es la urea 46% que contiene únicamente nitrógeno, el Muriato de Potasio (MOP), que su fórmula es 0-0-60 y únicamente aporta potasio.

- b. Fertilizantes compuestos: son los fertilizantes que aportan más de dos nutrientes como la sulfúrea que aporta nitrógeno y azufre, el Fosfato diamónico - DAP (18-46-0) que aporta nitrógeno y fósforo. Otros aportan tres nutrientes como son el 12-30-10, el 10-30-10, el 15-15-15 y el 18-18-18.

Los fertilizantes inorgánicos más comunes aportan macronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, algunas fórmulas se les agrega magnesio y azufre y algunos micronutrientes como zinc y boro. Entre más nutrientes tenga un fertilizante es más completo.

Cuadro 2: Fuentes químicas de los principales nutrientes de los fertilizantes.

Fuentes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	S
%					
Urea 46% de N	46				
Sulfurea/Nitrosulfa/Nitroextend	40				6
DAP 18-46-0, F diamóniaco	18	46			2
Triple 15-15-15	15	15	15		
12-30-10	12	30	10		
12-30-12	12	30	12		
12-24-12	12	24	12		
Sulfato de Amonio	21				24
Fosfato monoamóniaco MAP	11	52			2
Nitrato de Amonio	35				
Nitrato de calcio	15			19	
Nitrato de Potasio	13		44		
Cloruro de potasio MOP			60		
Sulfato de Potasio			50		18
Superfosfato triple			46	15	
Superfosfato simple			18	20	11

Fuente: DISAGRO, 2018.

Ejemplos de uso del Cuadro 2:

- **46 - 0 - 0:** significa que el saco de 100 lbs de fertilizante contiene 46 lbs de Nitrógeno. 0 libras de fósforo y 0 libras de potasio.
- **18 - 46 - 0:** significa que el saco de 100 lbs de fertilizante contiene 18 lbs de Nitrógeno, 46 lbs de fósforo y 0 lbs de potasio.
- **12 - 30 - 10:** significa que el saco de 100 lbs de fertilizante contiene 12 lbs de Nitrógeno, 30 lbs de fósforo y 10 lbs de potasio.

4.2 Dosis de nutrientes

Este requisito se refiere a la cantidad de nutrientes que debemos aplicar a los cultivos. La demanda de nutrientes se refiere a la cantidad total de nutrientes que tendrá que ser absorbida por el cultivo durante el ciclo de crecimiento.

Para determinar la dosis de nutriente a aplicar, Catholic Relief Services (CRS) ha procesado e interpretado los resultados de 2,000 análisis de laboratorio de suelos provenientes de igual número de fincas de agricultores de los departamentos de Estelí, Matagalpa, Jinotega, Madriz y Nueva Segovia. Con estos datos se han generado recomendaciones de dosis de nutrientes a aplicar en los cultivos de maíz, frijol y sorgo, en función del rendimiento esperado y la calidad del suelo generada a través de la herramienta de EVS.

A continuación, se presentan ejemplos para determinar las dosis de nutrientes en los cultivos de maíz y frijol.

4.2.1 Recomendaciones de dosis y fuentes de fertilización en maíz

- Primero realizar la Evaluación Visual de Suelos y determinar la calidad de suelo, en base a la calificación Bueno, Medio/moderado y Pobre (cuadro 3).
- Con esta valoración visual del estado del suelo (Bueno, Medio y Pobre) identificar dosis de cada nutriente, ver el cuadros 4 y 5. Tomando en cuenta la calificación y el rendimiento esperado en dependencia de las condiciones climáticas de la zona.

Resultado de la evaluación Visual de suelo

Como ejemplo se presenta este caso donde la evaluación visual de suelos (EVS), se encontró valor de 10 puntos, clasificándose en un suelo pobre.

Cuadro 3. Resultado de Evaluación Visual de Suelos.

Indicadores visuales	Calificación	Factor	Valor indicador
	0: condición pobre 1: condición moderada 2: condición buena		
Estructura y consistencia	1	3	3
Porosidad	1	2	2
Color del suelo	1	2	2
Número y color de moteado	2	1	2
Conteo de lombrices	0	2	0
Compactación	1	1	1
Cobertura del suelo	0	3	0
Profundidad efectiva	0	3	0
Suma puntajes indicadores			10
Interpretación de calidad de suelos			
Suelo: POBRE			< 10
Suelo: MODERADO			10 a 25
Suelo: BUENO			> 25

Cantidad de nutrientes a aplicar en maíz

En este ejemplo, la evaluación visual de suelo fue Pobre y el rendimiento esperado para maíz es de 25 qq/mz, las recomendaciones de fertilización o plan de fertilización en maíz sería: 202 lb/mz de Sulfúrea, 103 lb/mz de 12-30-10, 113 lb/mz de MOP (0-0-60) y 100 libras de sulfato de magnesio.

Un factor importante para determinar la dosis es la disponibilidad de recursos económicos del agricultor, por lo tanto, las fuentes a priorizar en el cultivo de maíz es la sulfúrea y 12-30-10.

Cuadro 4. Niveles de fertilización y cantidades de fertilizante a aplicar en maíz.

Nivel Nutrientes Suelo	Rendimiento qq/mz	Dosis de nutriente (lbs/mz)				Fertilizante (lbs/mz)			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	Sulfúrea 40%N- 6%S	12-30-10 12%N - 30% P ₂ O ₅ y 10% K ₂ O	0-0-60 60%K ₂ O	Sulfato Magnesio 16% MgO -13% SO ₄
	25								
Bueno		47	23	23	5	95	77	26	31
Medio		70	23	31	10	152	77	39	63
Pobre		93	31	78	16	202	103	113	100
	50								
Bueno		78	23	39	10	172	77	52	63
Medio		116	31	47	16	259	103	61	100
Pobre		155	47	78	24	341	157	104	150
	80								
Bueno		155	47	39	16	341	157	39	100
Medio		155	70	62	24	318	233	64	150
Pobre		194	74	116	32	411	247	152	200

Fuente CRS, 2018

4.2.2 Recomendaciones de dosis y fuentes de fertilización en frijol

En este ejemplo para el cultivo de frijol la evaluación visual de suelo fue moderado, con un puntaje de 18 y el rendimiento esperado es de 20 qq/mz, las recomendaciones de fertilización o plan de fertilización en frijol sería: 185 lb/mz de Sulfúrea, 51 lb/mz de DAP (18-46-0), 38 lb/mz de MOP (0-0-60) y 75 libras de sulfato de magnesio.

Un factor importante para determinar la dosis es la disponibilidad de recursos económicos del agricultor, por lo tanto, las fuentes a priorizar en el cultivo de frijol es el 18-46-0 y sulfúrea.

Cuadro 5. Niveles de fertilización y cantidades de fertilizante a aplicar en frijol.

Nivel Nutrientes Suelo	Rendimiento	Dosis de nutriente (lbs/mz)				Fertilizante (lbs/mz)			
	qq/mz	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	Sulfúrea 40%N- 6%S	18-46-0 18%N - 46%P ₂ O ₅	0-0-60 60%K ₂ O	Sulfato Magnesio 16% MgO -13% SO ₄
	20								
Bueno		54	23	23	8	127	51	38	50
Medio		78	23	23	12	185	51	38	75
Pobre		101	40	40	16	237	84	65	100
	30								
Bueno		93	23	23	10	223	51	28	63
Medio		116	31	23	16	278	67	39	100
Pobre		140	62	47	24	324	135	78	150
	40								
Bueno		132	23	23	16	320	51	39	100
Medio		155	40	40	24	372	84	65	150
Pobre		175	78	78	32	408	168	129	200

Fuente CRS, 2018

4.3 Momento de aplicación de los fertilizantes

Las plantas necesitan distintas cantidades de nutrientes en diferentes etapas de crecimiento. Para que los nutrientes estén disponibles cuando la planta los necesita, los fertilizantes se deben aplicar en el momento adecuado. El momento óptimo para la aplicación de fertilizantes es determinado por el patrón de absorción de nutrientes del cultivo. Para el mismo cultivo, cada nutriente tiene un patrón de consumo individual. Muchos estudios de campo han demostrado que fraccionar la aplicación de fertilizantes y aplicarlos en el momento adecuado resulta en mejores rendimientos. El momento de la fertilización en los cultivos debe hacer previo a las etapas críticas donde más necesita los fertilizantes para su efectividad en los rendimientos.

Los aspectos por tomar en cuenta para definir el momento correcto tenemos:

- **La etapa fenológica del cultivo:** Es importante conocer cuando absorben las plantas los nutrientes, cual es la demanda por etapa crecimiento, ya que cada nutriente es requerido en mayor o menor cantidad durante ciertas etapas.
- **Condiciones climáticas:** En el corredor seco de Nicaragua, por efecto de la sequía, la mayoría de las veces afecta el momento óptimo de la aplicación de los fertilizantes.
- **Textura del suelo:** En los suelos arenosos la lixiviación de nutrientes es más fuerte, por lo tanto, es necesario fraccionar más la aplicación de fertilizantes en comparación con suelos de textura arcillosa.

4.3.1 Momento de aplicación de los nutriente en maíz

La función del fósforo en el cultivo de maíz es que influye en la formación de las raíces. Por lo tanto, la aplicación del fósforo (DAP) se tiene que realizar a la siembra o al momento de germinación de la semilla.

El nitrógeno es el encargado del crecimiento de la planta de maíz. La sulfúrea se debe aplicar de manera fraccionada aplicando el 50% en la etapa V6 (20 a 25 dds), y el otro 50% en la etapa V12 (35 a 40 dds).

La principal función del potasio es el llenado de la mazorca en el maíz. El momento de aplicación depende de la textura del suelo, en suelos de textura franco arcilloso se puede mezclar con el DAP y aplicarlo a la siembra; en suelos de textura franco-arenosa mezclarlo con la sulfúrea y aplicar el 100% en la etapa V6 (20 a 25 dds).

El momento de aplicación del sulfato de magnesio es la etapa V4 a V5 (15 a 20 dds).



Figura 6. Etapa fenológica V6, V9 y V12 de la planta de maíz.

4.3.2 Momento de aplicación de los nutriente en frijol

La función del fósforo en el cultivo de frijol es que influye en la formación de las raíces. Por lo tanto, la aplicación del fósforo (DAP) se tiene que realizar a la siembra o al momento de germinación de la semilla.

El nitrógeno es el encargado del crecimiento de la planta de frijol. La sulfúrea se debe aplicar el 100%, en la etapa V4 (tercera hoja trifoliada-20 dds) hasta la R5 (prefloración-30 dds).

La principal función del potasio es la del llenado de la vaina. El momento de aplicación del Muriato de Potasio a la siembra mezclarlo con el DAP (18-46-0).

El momento de aplicación del sulfato de magnesio es la etapa V4 (tercera hoja trifoliada-20 dds).



Figura 7. Etapa fenológica V4 y R5 de la planta de frijol (Cultivo de Frijol -Phaseolus vulgaris L.

4.4 Lugar de aplicación del fertilizante

El lugar de aplicación hace referencia a la ubicación del fertilizante dentro del perfil del suelo con el fin de maximizar la absorción y reducir lo más posible las pérdidas, ya sea por lixiviación, volatilización o escorrentía. En este sentido, se debe considerar la movilidad de los nutrientes en el suelo, el tamaño y la distribución de las raíces y el método de aplicación de los fertilizantes (Ver cuadro 6).

El lugar correcto consiste en aplicar el fertilizante a una profundidad y distancias de la semilla y/o base de la planta que permita que los nutrientes se encuentren presentes lo más cercano a sus raíces y éste pueda ser aprovechado eficientemente por las plantas. Los cuadros 7 y 8 indican el lugar correcto de ubicación del fertilizante en maíz y frijol.

Tanto para el cultivo de maíz y frijol, todos los nutrientes deben ser incorporado a una profundidad de 5 cm, y a una distancia entre 5 a 12 cm de la semilla o la planta.

Cuadro 6. Movilidad de los nutrientes en el suelo.

Muy móviles	Boro
Móviles	Nitrógeno (NO_3^{-3}), azufre, cloro
Algo Móviles	Potasio, calcio, molibdeno
Inmóviles	Nitrógeno (NH_4^{+4}), fósforo, cobre, hierro, zinc, manganeso

En los cuadros 7 y 8 se presenta un resumen las fuentes, dosis, momentos y lugar de aplicación de los fertilizantes en maíz y frijol.

Cuadro 7 Fuentes, Dosis, Momento y Lugar de aplicación de fertilizante en maíz.

Fuente	Dosis	Momento	Lugar
Fórmula 12-30-10 + MOP (0-0-60) Hacerlo bien Mezclado	103 lb/mz de 12-30-10 + 113 lb/mz MOP (0-0-60)	A la siembra del cultivo o al momento de la germinación.	5 cm de profundidad y a 5 cm del golpe de siembra.
Sulfúrea (46-0-0-6S)	202 lb/mz	Aplicar el 50% en la Etapa V6 (sexta hoja desplegada) y el otro 50% en la etapa V12 (doceava hoja desplegada)	5 cm de profundidad y 10 a 15 cm del golpe de siembra.
Sulfato de magnesio	100 lb/mz	Etapa V6 a V9 (De la sexta a la novena hoja desplegada)	Diluir el sulfato de magnesio en agua y aplicarlo al drench en el pie de la planta. Cuando el suelo este bien húmedo.

Cuadro 8. Fuente, Dosis, Momento y Lugar de aplicación de fertilizantes en frijol.

Fuente	Dosis	Momento	Lugar
Fórmula DAP (18-45-0) + MOP (0-0-60) Hacerlo bien mezclado.	51 lb/mz de 12-30-10 + 38 lb/mz MOP (0-0-60)	A la siembra del cultivo o al momento de la germinación.	5 cm de profundidad y a 5 cm del golpe de siembra.
Sulfúrea (46-0-0-6S)	185 lb/mz	Aplicar el 100% a partir de la Etapa V4 (tercera hoja trifoliada hasta la R5 (prefloración)	5 cm de profundidad y 10 a 15 cm del golpe de siembra.
Sulfato de amonio	75 lb/mz	Aplicar el 100% a partir de la Etapa V4 (tercera hoja trifoliada hasta la R5 (prefloración)	Diluir el sulfato de magnesio en agua y aplicarlo al drench en el pie de la planta. Cuando el suelo este bien húmedo.

IV. Referencias Bibliográficas

- CENTA, 2014.** Manual para la interpretación de análisis químicos y cálculos de enmiendas para café. San Salvador – El Salvador. 72 pág.
- CRS, 2018.** Planes de clases y hojas de información de la FdF Granos Básicos. Marie Soleil, Andrés Búcaro y Ariel Espinoza. 4 módulos.
- ESPINOSA, J. 1999.** Acidez y encalado de los suelos. 42 páginas. Quito – Ecuador.
- ESPINOZA, A y CASTILLO, X. 2014.** Interpretación de los análisis de suelos.
- ECHEVERRÍA, H. E; LILIANA I. P, CECILIA V., NICOLÁS W, NAHUEL R. C, Y GUILLERMO A. D. 2014.** Guía de Trabajos Prácticos de Edafología. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias, Dpto. Edafología Agrícola. Balcarce.
- IPNI, 2014.** Dinámica de la acidez. Conferencia Armando Tasistro. 86 láminas power point.
- IPNI, 2015.** Manejo de la fertilización. Presentación y documentos de la página Web IPNI. 80 láminas de Powers point.
- INTA/FAO, 2009.** Manejo integrado de la fertilidad de suelos en Nicaragua. Manual para extensionistas. Managua – Nicaragua. 70 pág.
- INTAGRI. 2017.** Las 4R's para el Manejo Responsable de la Fertilización. Serie Nutrición Vegetal Núm. 101. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p.
- LÓPEZ Y SÁNCHEZ, 1990.** Tabla de doble entrada para determinar dosis de encalado.
- LOWERY, B., M.A. ARSHAD, R. LAL, AND W. J. HICKEY. 1996.** Soil water parameters and soil quality. P.143-157.
- MENDOZA, B. y ESPINOZA, A.** Muestreo de suelos. Managua – Nicaragua. 82 pág.
- MADISON, WI. HILLEL, D. 1982.** Introduction to soil physics. 2nd. Ed. Academic Press, London.
- QUINTANA, O. 1986.** Manual de Fertilización. Managua – Nicaragua. 72 pág.
- QUIROGA A, Y D. FUNARO. 2004.** Materia orgánica. Factores que condicionan su utilización como indicador de calidad en Molisoles, de las Regiones Semiárida y Subhúmeda Pampeana. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Actas PP.: 476.
- UNAG, 2017.** Metodologías de campo para determinar profundidad, densidad aparente, materia orgánica, infiltración del agua, textura y pH en el suelo. Documento preparado por Ing. Leonardo García. Managua – Nicaragua. 42 pág.
- USDA. 1999.** Guía para evaluación de la calidad y la salud del suelo. <http://soils.usda.gov/sqi>.
- ZAMORANO, 2014.** Presentación de métodos de encalado. 40 láminas Powers point. Congreso de Ciencias del Suelo. Cusco Perú.



Catholic Relief Services
Programa para Nicaragua
Frente a Ministerio de la Familia,
Managua-Nicaragua
<http://crs.org/nicaragua/>