

**Manejo de nutrientes por sitio específico en la fertilización de maíz
(*Zea mays* L) en la zona de Vines**

**Management of nutrients by site specific in the fertilization of corn
(*Zea mays* L) in the Vines area**

Lauro Edberto Díaz Ubilla^{1*} <https://orcid.org/0009-0000-2781-2111>
Reina Concepción Medina Litardo¹ <https://orcid.org/0000-0002-3305-3112>

Alex Darwin Figueroa Díaz² <https://orcid.org/0009-0005-2896-0884>

Emilio Guillermo Wong Mendoza¹ <https://orcid.org/0009-0002-0968-7200>

Gardenia Guadalupe Gonzales Manjarrez¹ <https://orcid.org/0000-0002-2648-9014>

¹Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Guayaquil, Ecuador.

² Autor independiente.

*Autor correspondencia: lauro.diazu@ug.edu.ec

Recibido: 29 julio 2024

Aprobado: 29 noviembre 2024

Publicado: 31 diciembre 2024

Resumen

El inadecuado manejo de la fertilización en el cultivo de maíz, es una de las causas principales de los bajos rendimientos, según investigaciones los suelos presentan bajos contenidos de micronutrientes, como el zinc y boro, y el nitrógeno y azufre están presentes en concentraciones insuficientes para una producción rentable, el objetivo de esta investigación fue manejar nutrientes por sitio específico en la fertilización de maíz, en la zona de Vines -Ecuador, se aplicó el diseño experimental bloques completos al azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones, se evaluó el rendimiento de materia seca, contenido total de nutrientes en el cultivo; rendimiento del grano; agronomía de nutrientes:

Los resultados obtenidos indicaron que el tratamiento T6 (NPKSMg), presenta el más

alto en rendimiento 5668.4 Kg ha⁻¹ y mayor contenido de nitrógeno 126.8 Kg ha⁻¹, superando al testigo con 24.8 Kg ha⁻¹ y 36.5 Kg ha⁻¹ cuando se omitió este elemento, la eficiencia interna de recuperación mostró que no existió antagonismo del S y K con el nitrógeno aplicado; además, existió sinergismo con el Mg, aumentando en 1.7 Kg ha⁻¹ de grano por kilo de nitrógeno aplicado, se concluye que, una fertilización completa, logra mayores rendimientos de grano en Kg ha⁻¹ y concentra un mayor contenido de nutrientes en el grano de maíz y que para la zona de Vines la prioridad en cuanto a fertilización es el nitrógeno.

Palabras clave: cultivos tropicales, gramíneas, híbridos, nutrimentos, macroelementos.



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria RECOA

Abstract

Inadequate management of fertilization in corn cultivation is one of the main causes of low yields, according to research soils have low contents of micronutrients such as zinc and boron, and nitrogen and sulfur are present in insufficient concentrations for profitable production, the objective of this research was to manage site-specific nutrients in corn fertilization in the Vines area, Ecuador, the experimental design was applied randomized complete blocks with seven treatments and four replications, dry matter yield, total nutrient content in the crop were evaluated; grain yield; Nutrient agronomics: The results obtained indicated that treatment T6 (NPKSMg) has the highest yield 5668.4 Kg ha⁻¹ and highest nitrogen content 126.8 Kg ha⁻¹, surpassing the witness with 24.8 Kg ha⁻¹ and 36.5 Kg ha⁻¹ when this element was omitted, the internal recovery efficiency showed that there was no antagonism of S and K with the applied nitrogen; In addition, there was synergy with Mg, increasing by 1.7 Kg ha⁻¹ of grain per kilo of nitrogen applied, it is concluded that, a complete fertilization achieves higher grain yields in Kg ha⁻¹ and concentrates a higher nutrient content in the corn grain and that for the Vines area the priority in terms of fertilization is nitrogen

Key words: tropical crops, grasses, hybrids, nutrients, macroelements.

Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) es el segundo cultivo más importante a nivel mundial, se pronostica que para el año 2020 superará al trigo y arroz. Por lo tanto, el rendimiento de grano por unidad de superficie podría incrementarse en los países en desarrollo, razón por la que jugará en el futuro un papel importante en la producción de granos (Ort, 2014).

El principal problema del maíz en Ecuador es la baja productividad con un rendimiento promedio de 4.03 t ha⁻¹, lo cual es significativamente bajo en relación a otros países americanos como EEUU, Argentina y Brasil que presentan rendimientos promedios de 10.7; 6.6 y 5.2 t ha⁻¹, respectivamente, (FAO, 2015). Por su parte, la provincia de Los Ríos tiene un rendimiento promedio de 4.75 t ha⁻¹ (MAGAP, 2016).

El inadecuado manejo del cultivo, en especial la fertilización, es una de las causas principales de los bajos rendimientos, donde, según investigaciones los suelos presentan bajos contenidos de algunos micronutrientes, entre ellos el zinc y boro, y en todos los casos el nitrógeno y azufre están presentes en concentraciones insuficientes para sostener una producción rentable (Pincay, 2016).

El crecimiento vegetativo y la necesidad de suplementar nutrientes al maíz, varía apreciablemente entre lotes, épocas



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria RECOA

climáticas y años de producción (Witt, 2006) citado por Parra, 2010. Esto se debe a diferentes condiciones de crecimiento y manejo de cultivo, diferencias en el suelo y clima que no necesariamente pueden ser detectadas por el análisis de suelos. De allí la necesidad de implantar una nueva metodología de diagnóstico que permita determinar las necesidades específicas de nutrientes en los lotes de producción, esta nueva metodología se denomina Manejo de Nutrientes por Sitio Específico (MNSE) (Aguinaga, 2010).

El manejo de nutrientes de maíz en América tropical puede beneficiarse de nuevos métodos para desarrollar recomendaciones de fertilización que permitan ajustes en la aplicación de nutrientes que se acomoden a las necesidades específicas de cada región agroclimática y que hagan uso eficiente de los nutrientes aplicados (INIAP., 2008), al momento, las recomendaciones de fertilización para los agricultores son muy generales y no se relacionan con los requerimientos de nutrientes del cultivo que son específicos para cada sitio de siembra y época del año, igualmente los suelos erosionados son menos fértiles y producen cultivos menos vigorosos y dejan menor cantidad de residuos y pierden paulatinamente la materia orgánica (Espinoza, 2016).

La experiencia de trabajos de campo en los últimos años ha permitido determinar que las recomendaciones de fertilización

basadas en el análisis de suelos no logran satisfacer adecuadamente las necesidades nutritivas de los cultivos para lograr rendimientos altos y competitivos (INIAP, 2010). El MNSE es una alternativa que busca entregar nutrientes a la planta cómo y cuándo los necesita, así como también una herramienta para mejorar la eficiencia de uso de nutrientes (Espinoza., 2016).

Un manejo adecuado de nutrientes asegura una producción de calidad y rentabilidad. Además, permite minimizar el impacto que causan los fertilizantes en el ambiente, lo cual se puede lograr con una fertilización para cada sitio específico, considerando la extracción de nutrientes del suelo para el subsecuente ciclo del cultivo. Por lo antes indicado, este trabajo tuvo por objetivo evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de maíz en el manejo de nutrientes por sitio específico (MNSE), determinando la concentración de nutrientes en toda la planta.

Materiales y métodos

El trabajo de investigación se realizó en la época de lluvias (enero-abril del 2016), en la Hacienda Santa Bárbara, ubicada a 3.1 km. en la vía Vinces – Palestina. Se utilizó el híbrido simple de maíz Somma, en el cual se omitieron nutrientes según el caso, tal como observamos a continuación.

Tabla 1. Conformación de los tratamientos.



Nº	Tratamiento Código	Omisión de nutriente	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	Mg
			kg ha ⁻¹				
1	PKSMg	- N	0	60	60	40	20
2	NKSMg	-P	120	0	60	40	20
3	NPSMg	-K	120	60	0	40	20
4	NPKMg	-S	120	60	60	0	20
5	NPKS	-Mg	120	60	60	40	0
6	NPKSMg	Óptimo	120	60	60	40	20
7	Testigo	0	0	0	0	0	0

Las parcelas tuvieron una longitud de 6 m de largo por 4.8 m de ancho, dando un total de 28.8 m², con una distancia entre parcelas 0.8 m y entre repeticiones 2 m., con un total del ensayo de 806.4 m². Se realizó un análisis de suelo el mismo que fue usado para realizar las aplicaciones de los fertilizantes y determinar la variación física y químicas del suelo.

Manejo del experimento

En el lote experimental se preparó con dos pases de arado, una profundidad de 0 a 20 cm. como fuentes de nutrientes se utilizó: para el nitrógeno (urea 46 % N), que fue fraccionada en 20 % - 40 % - 40 %, la primera aplicación se realizó al momento de la siembra, la segunda en el estado fenológico V6 y la tercera en V10, para el fósforo (Superfosfato triple 46 % P₂O₅), 70 % - 30 %, la primera a la siembra y la segunda en estado V6, el potasio (muriato de potasio al 60 % de K₂O), en fracciones de 50 % - 50 %, la primera a la siembra y la segunda en estado V6, azufre (azufre de mina 33 % S), magnesio (sulfato de magnesio 49 %, nitrato de magnesio 9 % Mg), la distribución fue igual a la del potasio.

Establecimiento del cultivo

Para la siembra se utilizó espeque y se colocó una semilla por hoyo, a una distancia de 0.8 m x 0.2 m con una población de 62,500 pl/ha, la cual se protegió con el insecticida Thiodiocard en dosis de 100 cc por funda de semilla (16.5 kg), para el manejo de maleza se aplicó como pre-emergente pendimetalin (Prowl) en una dosis de 3 litros por hectárea, posteriormente se aplicó Accent (Nicosulfan), en dosis de 3 g por bomba de 20 litros, en la parcela.

Se aplicaron dos riegos en los estados fenológicos V7 y VT, la plaga de mayor importancia económica que se presentó fue el cogollero, se aplicó insecticida a base de Carbamato (Lannate), en dosis de 1 l/ha., la cosecha se la efectuó en forma manual.

Datos evaluados

Rendimiento del material foliar seca.

Se cosecharon todas las partes de la planta (hojas, tallos, cascara que cubre la mazorca y tusas), las mismas que fueron pesadas y transformadas a Kg.ha⁻¹

Rendimiento del grano.

Se lo determinó por el peso de los granos obtenido en cada parcela experimental, los mismos que fueron transformados a Kg.ha⁻¹, ajustando al 13 % de humedad.



Composición química de la planta de maíz

Se enviaron muestras del grano y residuos de cosecha de maíz (tusa, tallos, hojas y cascara) de los tratamientos al laboratorio del Instituto Nacional Autónomo Investigaciones Agropecuario (INIAP) para su respectivo análisis, los cuales fueron finalmente transformados a Kg.ha⁻¹, el contenido total de nutrientes en el cultivo, se obtuvo basado en el contenido total en el cultivo de maíz, para sus cálculos se sumó los contenidos encontrados en grano, tusa y residuos.

Eficiencia agronómica de nutrientes

Se obtuvo de dividir los kilogramos de incremento en el rendimiento dividido para los Kg.ha⁻¹ de nutrientes aplicados, se utilizó la siguiente fórmula (Dobermann, 2007):

$$EA = \frac{R - U}{F}$$

Donde:

EA = Eficiencia Agronómica

R = Rendimiento del cultivo con nutrientes aplicados

U = Absorción del nutriente de la biomasa sobre el suelo a madurez fisiológica.

F = Dosis de nutriente

Diseño experimental y análisis estadístico

Se aplicó el diseño experimental bloques completos al azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones, las variables agronómicas fueron evaluadas por medio

del análisis de varianza, para comparar las medias de los tratamientos, se utilizó la prueba de rango múltiple de Tukey al 5 % de probabilidad estadístico, y las variables analíticas se aplicaron medidas de dispersión como media, desviación estándar y coeficiente de variación.

Resultados y discusión

Peso de material foliar de la planta de maíz a la cosecha

Para la variable peso de hoja el tratamiento T₃ (NPSMg -K) presentó el mayor peso con 6,232.6 kg.ha⁻¹, seguido del T₁ (PKSMg) con omisión de nitrógeno con 5,130.2 kg.ha⁻¹, el T₂ y T₆ no difirieron estadísticamente, mientras que el de menor peso correspondió T₅ = NPKS con omisión de Mg con 3,897.8 kg.ha⁻¹. Resultados inferiores fueron encontrados aplicando compost, por Cuevas & Walter (2004), quienes lograron un peso de follaje de 3,111 kg.ha⁻¹. Por otro lado, una combinación de fertilizantes para el suelo y las hojas mejora la productividad y la calidad de los híbridos de maíz, lo que indica la importancia de utilizar diversos métodos de fertilización (Ivanova et al., 2023). Además, se ha demostrado que las prácticas de fertilización aumentan significativamente la materia orgánica del suelo y el contenido total de nitrógeno, con incrementos que oscilan entre el 6,10 % y el 6,39 %, según el tipo de fertilización (Jiang et al., 2024). El peso de tallos también difiere estadísticamente sus resultados, el T₄ (NPKMg – S), logró el mayor peso con



14,296.8 kg.ha⁻¹, seguido del T₆ (NPKSMg fertilización completa), con 13,836.8 kg.ha⁻¹ y el menor peso correspondió al T₇ (Testigo absoluto) con 7,152.8 kg.ha⁻¹

Los promedios del peso de la cascara no difieren estadísticamente sus resultados, siendo el T₆ (NPKSMg fertilización completa) con 781,3 kg/ha⁻¹ el que alcanzó el mayor peso, seguido del T₅ (NPKS – Mg) con 739 kg/ha⁻¹ y el de menor peso correspondió al T₇ (Testigo absoluto) con 642.4 kg.ha⁻¹.

Tabla 2. Promedios para peso de hojas, tallos y cascara de seis tratamientos de fertilización y un testigo, para un híbrido de maíz Somma al momento de cosecha.

Tratamientos	Peso de hojas	Peso de tallos (Kg ha ⁻¹)	Peso de cascara
T ₃ (NPSMg – K)	6,232.6 a*	12,734.4 b	656.2 a
T ₁ (PKSMg – N)	5,130.2 b	9,409.7 c	703.1 a
T ₆ (NPKSMg óptimo)	5,112.8 b	13,836.8 a	781.3 a
T ₂ (NKSMg – P)	5,112.8 b	13,784.7 a	737.8 a
T ₄ (NPKMg – S)	4,331.5 c	14,296.9 a	720.5 a
T ₇ (Testigo absoluto)	4,201.4 cd	7,152.8 d	642.4 a
T ₅ (NPKS – Mg)	3,897.8 d	11,996.5 b	739.0 a
C.V (%)	3,07	2,78	16,20
Valor Tukey	336	745,59	259,41

* Promedios seguidos por las mismas letras, no difieren estadísticamente. Tukey P (0.05).

En lo referente al rendimiento del grano de maíz (figura 1), el tratamiento T₆ (NPKSMg fertilización completa), alcanzó el mayor

peso con 5,668.4 kg.ha⁻¹, seguido del T₅ (NPKS – Mg) con 5,355.9 kg.ha⁻¹ y el menor peso el T₇ (Testigo), con 4,765.6 kg.ha⁻¹, lo que concuerda con Parra (2010), quien manifiesta que el déficit de nitrógeno es un limitante en producción de granos de maíz, igualmente, existe dificultad en recomendar dosis apropiadas de nitrógeno por las diversas transformaciones que sufre en el suelo debido a factores climáticos y bióticos que afectan, de forma significativa, la eficiencia de utilización de ese nutriente por la planta (Barker, 2007)

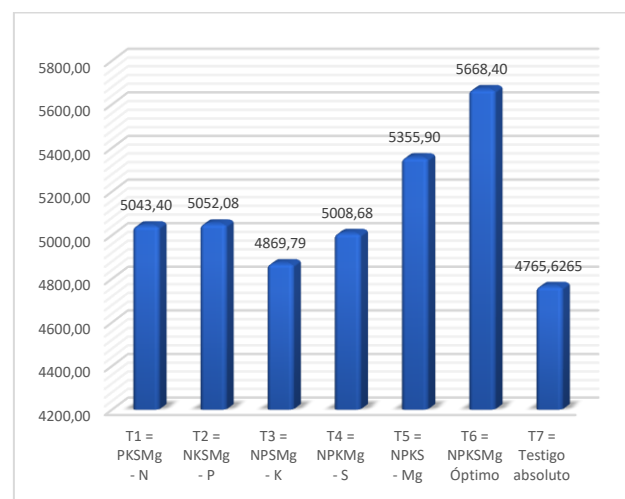


Figura 1. Promedio del rendimiento del grano de maíz de seis tratamientos de fertilización y un testigo, para el híbrido de maíz Somma.

Composición química de la planta de maíz

Contenido total de nutrientes de la planta en el cultivo de maíz en kg.ha⁻¹.

El tratamiento T₆ (fertilización completa), logró mayor contenido de nitrógeno con



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria RECOA

126.8 kg.ha⁻¹ (Tabla 3), superando con 24.8 kg.ha⁻¹ al T₇ (Testigo), y 36.5 kg.ha⁻¹ cuando se omitió éste elemento (T₁), en cuanto al fósforo la omisión de magnesio obtuvo el mayor contenido con 91.1 kg.ha⁻¹, siendo superior en 11.9 kg.ha⁻¹ al tratamiento sin fósforo (T₂), y 11.1 kg.ha⁻¹ al testigo (T₇), en lo referente al potasio, el tratamiento T₂ la omisión de fósforo logró el mayor contenido con 83.6 kg.ha⁻¹ superando en 9.8 kg.ha⁻¹ al tratamiento T₃ sin éste elemento y 7.8 kg al testigo (T₇), el tratamiento de mayor contenido de azufre correspondió al testigo absoluto (T₇), con 10.7 kg.ha⁻¹, finalmente para el elemento magnesio, el mayor contenido se encontró en el T₅, cuando se omitió el mismo elemento.

Estos resultados difieren a los encontrados por Carrillo (2010), quien obtuvo la mayor cantidad de N extraído por el cultivo de maíz en el tratamiento NPKS con 108.1 kg ha⁻¹, al respecto (Sotomayor., 2016) manifiesta que una de las razones de la baja eficiencia de utilización del N por la planta, se deba probablemente a diversos procesos que sufre en el suelo por efecto de las condiciones climáticas, lo que pueden haber contribuido para obtener ese resultado.

Tabla 3. Contenido total de nutrientes en kg/ha⁻¹, de seis tratamientos de fertilización y un testigo, para el híbrido de maíz Somma.

Tratamientos	Contenido total de nutrientes				
	Kg.ha ⁻¹				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SO ₄	MgO
T ₁ (PKSMg – N)	90.3 ^{ns}	64.9 ^{ns}	70.1 ^{ns}	10.5 ^{ns}	17.9 ^{ns}
T ₂ (NKSMg – P)	90.9	79.1	83.6	10.4	21.1
T ₃ (NPSMg – K)	101.8	75.9	73.9	9.9	20.9
T ₄ (NPKMg – S)	109.2	78.8	71.4	10.3	17.7
T ₅ (NPKS - Mg)	122.8	91.1	82.9	9.5	22.1
T ₆ (NPKSMg óptimo)	126.8	80.8	79.4	9.3	20.9
T ₇ (Testigo absoluto)	102.0	80.0	75.7	10.7	18.6
X =	106.0	78.7	76.7	10.1	19.9
s =	14.3	7.7	5.4	0.5	1.8
C.V (%) =	13.4	9.8	7.0	5.3	8.9

X = Media de los tratamientos

s = Desviación estándar

c.v (%) = coeficiente de variación

ns = No significativo

Extracción de nutrientes por el cultivo de maíz

Eficiencia agronómica de nutrientes.

En la tabla 4 se observa que no existió antagonismos del S y K con el nitrógeno aplicado; además, estos resultados muestran un sinergismo con el Mg (T₆ = NPKSMg), donde se consigue elevar 1.7 kg.ha⁻¹ de grano por kilo de N aplicado, en comparación al T₅, lo que tiene relación con lo expresado por (Okamura et al, 2011), quienes manifiestan que el fraccionamiento de N de acuerdo, principalmente, al ritmo de absorción y tipo de suelo, es una práctica importante que mejora la eficiencia de utilización de ese nutriente.

Con respecto al fósforo se encontró que el tratamiento T₅ (NPKS -Mg), mostró mayor eficiencia agronómica al aumentar en 9.96 kg.ha⁻¹ su producción cuando se incluye éste elemento en el cultivo T₆ (NPKSMg),



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria RECOA

para el potasio la omisión de fósforo T₂ (NKSMg – P) y magnesio T₃ (NPSMg – K) mostraron mayor eficiencia al aumentar 3.62 y 3.46 kg.ha⁻¹ su producción respectivamente cuando se omite éste elemento, T₃, la omisión de azufre (T₄), no muestra eficiencia en ningún elemento, de igual manera, el magnesio muestra que no existió antagonismo con K y se logra aumentar 4.52 kg.ha⁻¹ de grano por kilo de K₂O aplicado.

Lo que concuerda con las conclusiones de (Yanez, 2010), quien determinó que el N es el elemento limitante en la nutrición del cultivo de maíz y que la aplicación de K, S y Mg no influyeron en el rendimiento, encontrando plantas con poco follaje y tallos delgados, al respeto (Sotomayor., 2016) manifiesta que la falta de respuesta a la aplicación del N, sobre el crecimiento, precocidad y diversas variables que componen el rendimiento, se debe, probablemente, a que el N residual aliado al contenido de materia orgánica del suelo, son suficiente para suplir la demanda de ese nutriente por el cultivo

Tabla 4. Eficiencia agronómica de nutrientes en kg/ha⁻¹, de seis tratamientos de fertilización y un testigo, para el híbrido de maíz Somma.

Tratamientos omisión		Eficiencia agronómica de nutrientes				
		kg.ha ⁻¹				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SO ₄	MgO
T ₁ PKSMg	- N	0.00 ^{ns}	-19.49 ^{ns}	-6.76 ^{ns}	-5.39 ^{ns}	-8.71 ^{ns}
T ₂ NKSMg	- P	- 5.17	0.00	7.97	- 3.38	30.17
T ₃ NPSMg	- K	- 1.10	-4.43	0.00	-9.80	27.66
T ₄ NPKMg	- S	- 2.71	-1.34	-5.05	0.00	5.23
T ₅ NPKS	- Mg	7.55	10.87	7.81	-17.48	0.00
T ₆ NPKSMg	Óptimo	9.25	0.91	4.35	-22.62	32.18
T ₇ Testigo absoluto		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
X =		5.16	7.41	6.39	11.73	20.79
s =		3.35	7.84	1.63	8.14	12.78
C.V (%) =		65.00	69.57	25.49	69.40	61.45

X = Media de los tratamientos

s = Desviación estándar

c.v (%) = coeficiente de variación

ns = No significativo

Conclusiones

Luego de la obtención y posterior análisis de los resultados, se concluye lo siguiente:

- La fertilización completa generó mayores rendimientos en grano en Kg.ha⁻¹, que el mayor contenido de nutrientes se concentra en el grano de maíz.
- Para la zona de Vines la prioridad en cuanto la fertilización es el nitrógeno, debido a que su omisión provoca una disminución significativa en los rendimientos y la extracción de nutrientes por parte del cultivo en relación con la ausencia de este elemento.

Conflicto de intereses

“Los autores declaran que no existe conflicto de intereses”



Contribución de los autores

Lauro Díaz y Alex Figueroa en el desarrollo del trabajo de titulación, Reina Medina, Emilio Wong y Gardenia Gonzales, en la creación y redacción del artículo.

Referencias Bibliográficas

- Aguinaga, J. 2010. Evaluación de la metodología de Manejo de Nutrientes por Sitio Específico (MNSE) con dos variedades de maíz (mejorada y local), en la provincia de Imbabura. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/853/1/iniapscP.A282e2012.pdf>
- Ivanova, A., Plamenov, D., Naskova, P., Yankova, P. 2023. Research on the effect of different types of fertilization on the maize (*Zea mays* L.). Annual Journal of Technical University of Varna, 7(1):44-51. doi: 10.29114/ajtuv.vol7.iss1.282.
- Barker. 2007. Handbook of plant nutrition. Taylor y Francis Group, 21 - 50.
- Carrillo, M. 2010. Manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de maíz, en Santo Domingo de los colorados y Patricia Pilar. Santo Domingo de los colorados: Universidad técnica equinoccial.
- Cuevas , G., & Walter , I. 2004. Metales pesados en maíz (*Zea mays* L.) cultivado en un suelo enmendado con diferentes dosis de compost de lodo residual. Revista internacional de contaminación ambiental, 20(2).
- Dobermann, A. 2007. Nutrient use efficiency-measurement and management. International Fertilizer Industry Association (IFA) Workshop on Fertilizer Best. Obtenido de flipbooksoft: http://www.flipbooksoft.com/upload/books/10-2011/d04ebdcf58f732b3a57e168a032fa516/2007_ifa_fbmp_workshop_brussels.pdf#page=8
- Espinoza, J. 2016. Soils from the ecuadorian highlands. Quito: Spring, Netherlands.
- Espinoza. 2016. Uso eficiente de nutrientes. Santo Domingo - Ecuador: Universidad Técnica Equinoccial.
- INIAP. 2010. Manejo de nutrientes por sitios específicos y densidades de siembra con labranza de conservación en el cultivo de maíz. Quito: Estación experimental Santa Catalina.
- MAGAP. 2016. Obtenido de Boletín situacional del cultivo. SINAGAP, Superficie, producción y rendimiento, maíz duro seco: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php/situacionales-de-cultivo2015/file/875-maiz-duro-seco>
- Jiang, M., Dong, C., Bian, W., Zhang, W., Wang, Y. 2024. Effects of different fertilization practices on maize yield, soil nutrients, soil moisture, and water use efficiency in northern China based on a meta-analysis.



- Dental science reports, 14 doi: 10.1038/s41598-024-57031-z
- Okamura. 2011. Use of nitrogen fertilizer in com: a review . *Applied Technology for Agricultural Science*, 226 - 244.
- Ort, D. 2014. Limits on yields in the Corn Belt. . *Science*, 344: 484 – 485.
- Parra, R. 2010. Manejo de nutrientes por sitio específico con labranza minima; experiencias en generación de recomendaciones de fertilización de maíz (*Zea mayz*. L.), Provincia de Bolivar. En S. e. suelo, XII congreso ecuatoriano de la ciencia del suelo. (pág. p5). Santo Domingo - Ecuador: Universidad Estatal de Bolivar.
- Pincay, M. 2016. Fertilización del híbrido experimental de maíz INIAP H-603, con base en la eficiencia agronómica del nitrógeno.: 109 – 116. Portoviejo: ESPANCIENCIA 7(2).
- Sotomayor. 2016. Fuentes y dosis de nitrógeno en la productividad de maíz amarillo duro. *Anales Científicos*, 232 - 240.
- Witt, C. 2006. Hacia un enfoque de gestión de nutrientes específico para maíz en Asia. *Better: Mundi*.
- Yanez, D. 2010. Evaluación de elementos faltante en el cultivo de maíz (*Zea mayz*. L.), en la provincia de Bolivar. En S. e. suelo, XII congreso de la ciencia del suelo (pág. p2). Santo Domingo, Ecuador: Universidad Estatal de Bolivar.

