

INFORME ANUAL 2015

1. Departamento	Manejo de Suelos y Agua
2. Director de la estación experimental	Dr. Álvaro Cañadas López
3. Coordinador Nacional I+D+i	Dr. Markus Grafe
4. Responsable del Departamento	Ing. Nelson Motato Alarcón. M. Sc. (Hasta agosto 2015) Ing. Joffre Pincay Menéndez (Desde agosto 2015 hasta diciembre 2015)
5. Equipo Técnico Multidisciplinario	-----

6. PROYECTOS

6.1 Fortalecimiento Institucional, actividad maíz

6.2 Fortalecimiento Institucional, actividad cacao

7. SOCIOS ESTRATÉGICOS PARA INVESTIGACIÓN

7.1 Ing. Alejandro Carofilis	“Respuesta del cacao nacional a la fertilización con elementos menores, en la zona del Cantón Santa Ana, Provincia de Manabí”. “Fertilización del cultivo de cacao con Nitrato de Potasio para remediar la salinidad del suelo provocada por el riego con aguas de pozos someros en el Cantón Santa Ana, Provincia de Manabí”
7.2 Ing. Gabriel Zambrano	“Respuesta del cacao nacional a la fertilización con elementos menores, en la zona del Cantón Bolívar, Provincia de Manabí
7.3 Ing. Alejandro Carofilis ESPAM MFL UNESUM/Granja Andil	“Eficiencia agronómica del fraccionamiento de la fertilización nitrogenada en el cultivo de maíz duro” (Santa Ana, Bolívar y Jipijapa).

8. PUBLICACIONES

- 8.1 Nelson Motato y Joffre Pincay. 2015. Calidad de los suelos y aguas para riego en áreas Cacaoteras de Manabí. REVISTA LA TÉCNICA INDEXADA EN EL CATÁLOGO. DE LATINDEX, ISSN 1390-6895. Volumen 1. Portoviejo, Ecuador.

9. PARTICIPACIÓN EN EVENTOS DE DIFUSIÓN CIENTÍFICA, TÉCNICA O DE DIFUSIÓN

- 9.1 Primer Simposio Internacional "El Suelo y la nutrición de los cultivos en el Ecuador" (Tema expuesto: Respuesta del híbrido experimental de Maíz Pob 3f4.27-1-1-1 X CML- 451, a la fertilización química nitrogenada en los Cantones Jipijapa y Santa Ana, Provincia de Manabí, Autores: Ing. Nelson Motato Alarcón. M. Sc. e Ing. Joffre Pincay). Guayaquil, Ecuador.
- 9.2 Difusión a Técnicos del MAGAP en eventos Teóricos Prácticos en coordinación con el NAT/C sobre nutrición y fertilización en el cultivo de yuca. Expositor Ing. Joffre Pincay. E. E Santo Domingo. Ecuador 2015.
- 9.3 Difusión a Técnicos del MAGAP en eventos Teóricos Prácticos en coordinación con el NAT/C sobre nutrición y fertilización en el cultivo. Expositor Ing. Nelson Motato Alarcón. E.E. Litoral Sur. Ecuador 2015.
- 9.4 I Simposio Nacional sobre la caficultura y sostenibilidad (Conferencia magistral: Manejo del suelo, fertilidad y agua en sistemas cafetaleros). Expositor Ing. Nelson Motato Alarcón. Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), Jipijapa 2015.

10 ACTIVIDADES POR PROYECTOS ESTABLECIDOS EN EL POA.

- 10. 1** Respuesta del cacao nacional a la fertilización con elementos menores, en las zonas de los cantones Bolívar y Santa Ana, Provincia de Manabí.

ANTECEDENTES

El cacao es un cultivo que responde positivamente a la aplicación de varias prácticas de manejo. La fertilización ha recibido especial atención en varias zonas agroecológicas del país donde se explota este rubro agrícola (Mite y Motato, 1982); sin embargo, a pesar de que la evidencia científica muestran incrementos en el rendimiento, son pocos los productores que realizan eficientemente esta labor agronómica.

Los agricultores cacaoteros que fertilizan sus huertas generalmente lo hacen utilizando productos que contienen solo nitrógeno (N), ignorando que el cultivo extrae otros nutrientes como fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S) y los conocidos micronutrientes, empobreciendo al suelo en su riqueza nativa con el paso del tiempo; no obstante, se logran rendimientos superiores a cuando no se agrega fertilizante alguno al suelo de las fincas.

Resultados de los análisis químicos de muestras de suelos, de diferentes áreas cacaoteras de Manabí, a más de mostrar un marcado déficit en N, reflejan también problemas de disponibilidad de elementos menores como hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), zinc (Cu) y boro (B) (Motato, 2010).

En consecuencia, lo anotado anteriormente evidencia que el cultivo de cacao en Manabí posiblemente está afectado en su capacidad productiva por los problemas descritos en la nutrición con micronutrientes; por lo que se hizo necesario realizar una investigación enfocando esta problemática, a fin de encontrar alternativas de solución y hacer que las plantas tengan un marco adecuado en su manejo nutritivo.

Objetivo general

- Desarrollar tecnologías para el manejo de la nutrición con elementos menores en el cacao, que se cultiva en Manabí.

Objetivos específicos

- Determinar la influencia de la fertilización con elementos menores sobre la productividad y calidad del cacao Nacional.
- Evaluar los efectos de la fertilización con elementos menores sobre la incidencia de enfermedades y calidad de almendra del cacao Nacional.
- Realizar un análisis económico al finalizar la investigación de la fertilización con elementos menores en el cultivo de cacao Nacional.

METODOLOGÍA

Esta investigación, se inició en la finca “Rancho Zavi” ubicada en el sitio Corozo (Vía Calceta – Las Delicias), Parroquia Calceta, Cantón Bolívar; en una plantación mezcla de los clones EET – 95, EET – 96 Y EET – 103, de cinco años de edad (finalización en diciembre del 2016) , y en el 2014 en la finca “Cuatros Hermanos” situada en el sitio El Níspero, Cantón Santa Ana en un cultivo conjunto de los mismos clones de seis años de plantación (finalización en diciembre del 2017).

Como tratamientos en estudio se emplea el fertilizante con elementos menores NUTRIMENORES II que contiene Zn (4%), Mn (2.5%), Cu (1%), B₂O₃ (1.5%) y Si (5.0%), en seis niveles 0 – 2 – 4 – 6 – 8 y 10 sacos por hectáreas, complementados con una fertilización básica a base de nitrógeno, fósforo, azufre y magnesio; y uno adicional sin NUTRIMENORES II y sin la fertilización básica.

Los siete tratamientos se establecieron, a cuatro repeticiones en un diseño de bloques completos al azar, y conformaron 28 parcelas experimentales en el campo, en cada sitio. Cada parcela está formada por 16 plantas, de las cuales las cuatro centrales se evalúan. La distancia de siembra es de 3.0 m x 3.0 m, equivalente a una población de 1111 plantas de cacao por hectárea.

Durante el 2015, se registraron datos de números de cherelles, mazorcas sanas y enfermas y rendimiento (Kg de almendras fresca/plantas); y los lotes experimentales recibieron riegos mensuales, control manual de malezas y podas sanitaria y de mantenimiento.

RESULTADOS

Cantón Bolívar

Los promedios para el rendimiento (Kg de cacao seco), números mazorcas sanas, enfermas y cherelles por ha⁻¹ logrados en el 2015 se muestran en la Tabla 1.

Al igual que en el 2014, existe respuesta por parte del cultivo a la aplicación del fertilizante NUTRIMENORES II. El incremento en el rendimiento y número de mazorcas sanas es evidente a medida que se aumenta la cantidad de sacos (NUTRIMENORES II) llegando hasta 3266 Kg de

cacao seco ha⁻¹ y 71590 mazorcas sanas ha⁻¹ con la adición de los 10 sacos, la prueba de Tukey al 5% de posibilidad diferenció lo conseguido respecto a los otros tratamientos que recibieron el fertilizante, que tuvieron los menores valores y también para cuando no se aplicó NUTRIMENORES II pero si la fertilización básica (1016 Kg de cacao seco ha⁻¹ y 26316 mazorcas sanas ha⁻¹) y cuando el suelo no recibió adición alguna de fertilizantes (734 Kg de cacao seco ha⁻¹ y 22289 mazorcas sanas ha⁻¹).

Tabla 1. Valores de algunas características agronómicas en el experimento de fertilización con elementos menores en cacao, en Calceta, Cantón Bolívar.

Tratamientos	Número Mazorcas Sanas/Ha	Número Mazorcas Enfermas/Ha	Número Cherelles/Ha	Kilogramos de Cacao Seco/Ha
0 sacos NUTRIMENORES II + fertilización básica	26316 c	15346	11596	1016 cd
2 sacos NUTRIMENORES II + fertilización básica	31941bc	10485	9304	1314 bcd
4 sacos NUTRIMENORES II + fertilización básica	38052 bc	16040	6388	1581 bc
6 sacos NUTRIMENORES II + fertilización básica	37843 bc	10137	11457	1629 bc
8 sacos NUTRIMENORES II + fertilización básica	40621 b	11388	5346	1792 b
10 sacos NUTRIMENORES II + fertilización básica	71590 a	9166	6110	3266 a
Sin NUTRIMENORES II y sin fertilización básica	22289 c	10277	11040	734 d
C.V (%)	20.1	25.4	42.4	18.2
Tukey 5%	18104	7040	8680	690

Los datos respecto a los números de mazorcas enfermas y cherelles fueron muy variables, por ello los altos coeficientes de variación de 25.4 y 42.4 %, en su orden; no obstante, entre los valores más altos están los conseguidos para cuando no se aplicó NUTRIMENORES II.

El análisis de correlación (Figura 1 y 2) encontró significación al nivel del 5% para la asociación de las variables indicadas y las dosis de NUTRIMENORES II, con coeficientes de correlación $r = 0.868^*$ y 0.851^* , respectivamente.

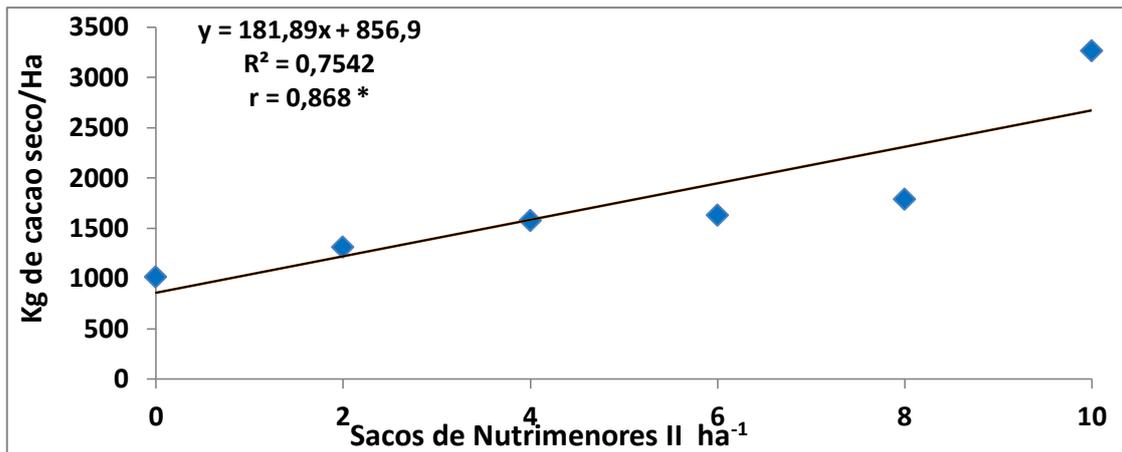


Figura 1. Representación del grado de asociación del rendimiento (Kg de cacao seco/Ha) y los niveles de fertilización con NUTRIMENORES II.

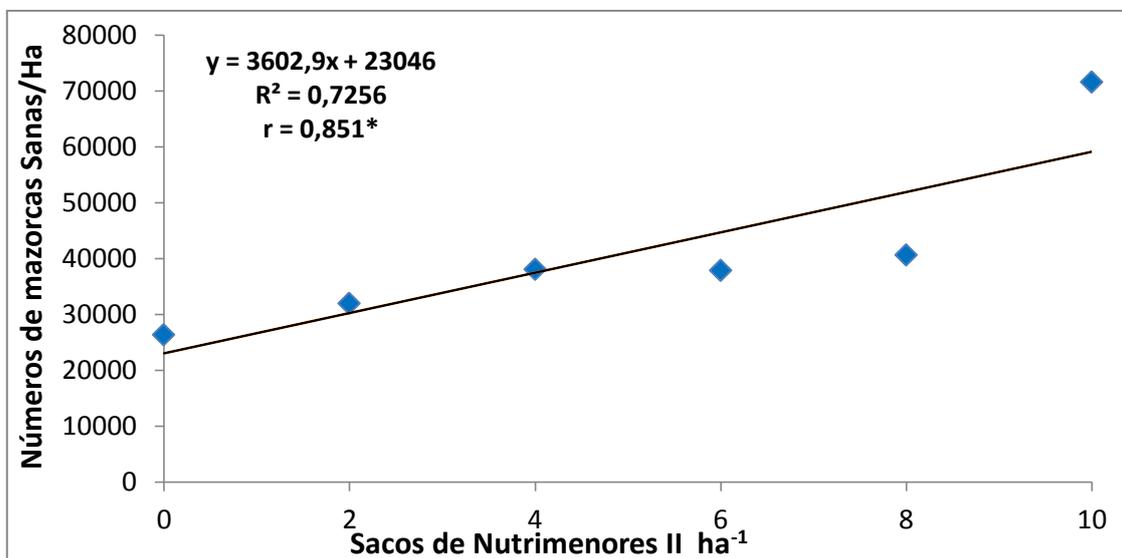


Figura 2. Representación del grado de asociación del número de mazorca sanas/Ha y los niveles de fertilización con NUTRIMENORES II.

Cantón Santa Ana

La Tabla 2, muestra los promedios de las mismas características enunciadas para el caso del Cantón Bolívar. Los rendimientos al igual que el Cantón Bolívar los datos muestran un incremento gradual respecto a las dosis de la fertilización con NUTRIMENORES II, se puede observar una tendencia de aumento conforme se aumentaron los sacos/Ha siendo esto con mayor intensidad con los 10 sacos ha⁻¹ (2104 kg de cacao seco ha⁻¹ y 44231 mazorcas sanas ha⁻¹) y la prueba de Tukey lo diferenció de los demás tratamientos.

Se señala que los menores valores se obtuvieron cuando no se aplicaron NUTRIMENORES II ni la fertilización básica (576 Kg de cacao seco ha⁻¹ y 17706 mazorcas sanas ha⁻¹). Las mazorcas sanas tuvieron supremacías (44231 ha⁻¹), en cuanto a las mazorcas enfermas fueron minoría cuando se adicionó los 10 sacos/Ha de NUTRIMENORES II.

Tabla 2. Valores de algunas características agronómicas en el experimento de fertilización con elementos menores en cacao, en Lodana, Cantón Santa Ana.

Tratamientos	Número Mazorcas Sanas/Ha	Número Mazorcas Enfermas/Ha	Número Cherelles/Ha	Kilogramos de Cacao Seco/Ha
0 sacos NUTRIMENORES II + fertilización básica	19720 b	5832 b	5832 bc	802 b
2 sacos NUTRIMENORES II + fertilización básica	18887 b	3610 b	9721 abc	734 b
4 sacos NUTRIMENORES II + fertilización básica	22636 b	5694 b	9929 abc	892 b
6 sacos NUTRIMENORES II + fertilización básica	25692 b	5694 b	11110 ab	1029 b
8 sacos NUTRIMENORES II + fertilización básica	26386 b	4444 b	3402 c	1110 b
10 sacos NUTRIMENORES II + fertilización básica	44231 a	3333 b	6388 abc	2104 a
Sin NUTRIMENORES II y sin fertilización básica	17706 b	10346 a	12499 a	576 b
C.V (%)	27.7	25.6	33,2	22.2
Tukey 5%	16253	3328	6532	636

La correlación (Figuras 3 y 4) en estas oportunidades, muestra significación al 5% entre el rendimiento y el número de mazorcas sanas con las dosis de NUTRIMENORES II, logrando tendencia lineal positiva a medida que se aumenta los sacos del fertilizante.

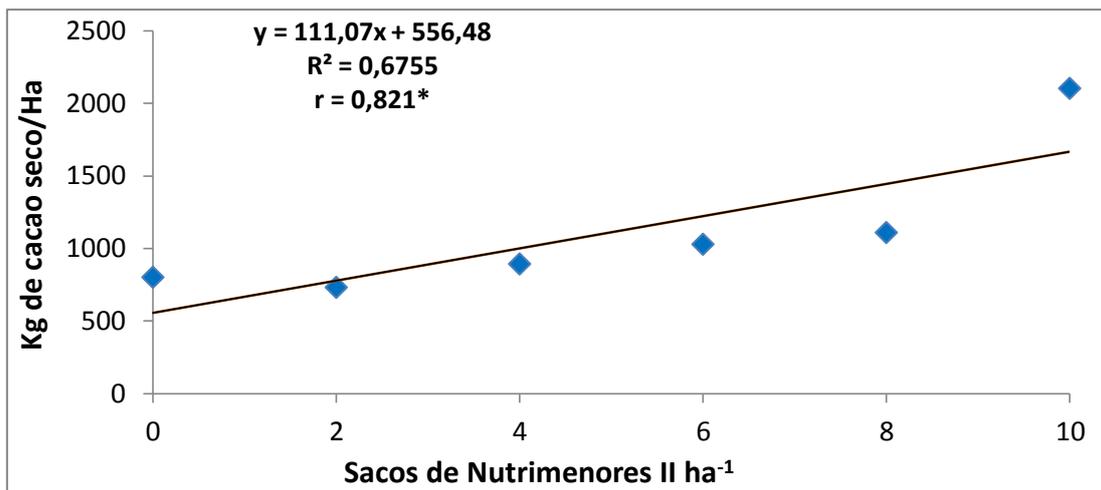


Figura 3. Representación del grado de asociación del rendimiento (Kg de cacao seco/Ha) y los niveles de fertilización con NUTRIMENORES II.

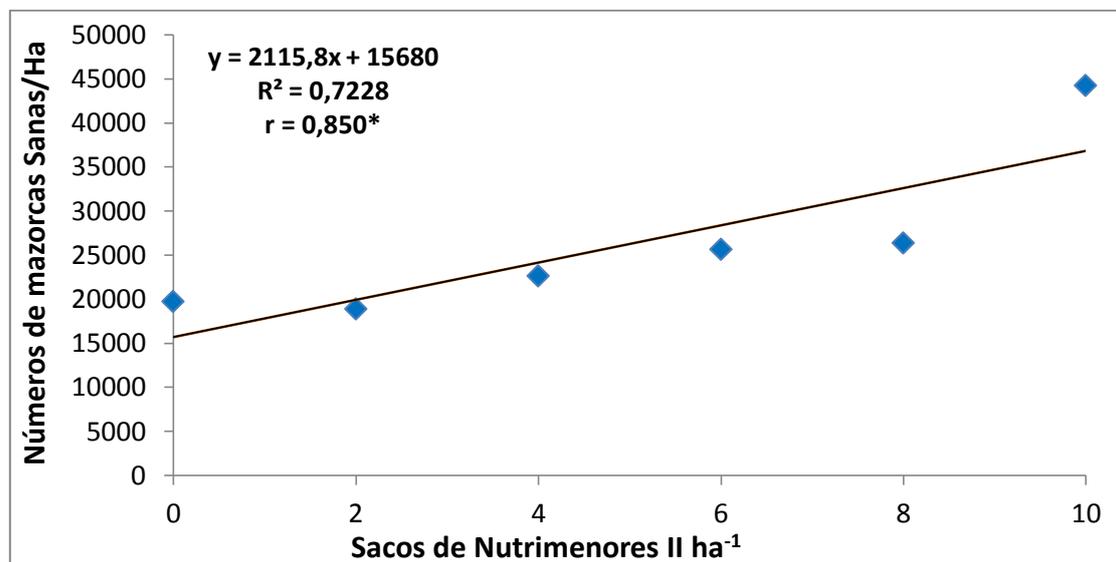


Figura 4. Representación del grado de asociación del número de mazorca sanas/Ha y los niveles de fertilización con NUTRIMENORES II.

BIBLIOGRAFIA

- Mite, F. y Motato, N 1992. Suelos y fertilizantes. In. Manual del cultivo del cacao. 2ed. Manual N° 25. Estación Experimental Tropical Pichilingue, INIAP. INIAP – PROTECA. Quevedo, EC. p. 70-88.
- Motato, N 2010. Abonamiento y riego. In. Manejo Técnico del Cultivo de Cacao en Manabí. Manual N° 75. Estación Experimental Portoviejo, INIAP. INIAP-SENACYT-MAGAP-SPAM MFL-GTZ. Portoviejo, EC. p. 41-63.

10.2 Fertilización del cultivo de cacao con Nitrato de Potasio para remediar la salinidad del suelo provocada por el riego con aguas de pozos someros, en el cantón Santa Ana, provincia de Manabí.

ANTECEDENTES

Las fincas cacaoteras en la provincia de Manabí y en particular las ubicadas en las áreas de influencia de los sistemas de riego Poza Honda y Carrizal Chone, en algunos casos reciben riego suplementario durante la época seca con aguas provenientes de pozos profundos.

Se ha demostrado que en Picoazá (Portoviejo) y Lodana (Santa Ana) existe restricción en el uso del agua de pozos profundos tienen restricción por sus elevados contenidos en carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sodio y por su dureza. Esto se refleja, consecuentemente en niveles altos de conductividad eléctrica que les da un carácter salino, siendo calificadas como no aptas para el riego del cultivo de cacao (Pincay, 2013). La utilización permanente de estas aguas provocaría acumulación de sales en el suelo que a futuro afectarían seriamente el desarrollo productivo del cacao.

Ante esto, es necesario encontrar soluciones a esta problemática, a fin de que los productores puedan hacer un uso eficiente de la práctica agronómica del riego artificial y en esa forma evitar que sus cultivos de cacao no sufran deterioro con el paso de los años y a la vez puedan elevar los rendimientos en sus fincas.

Una alternativa a esta situación, podría ser recurrir al uso del fertilizante sintético Nitrato de Potasio (NO_3K) que en un adecuado suministro de los Nitratos (NO_3^-) permite a las plantas minimizar la absorción de Cloruros (Cl^-), aunque estén presentes en la solución del suelo o en el agua de irrigación; de manera similar el Potasio (K^+) de este abono contrarresta los efectos negativos del Sodio (Na^+). Razones por las que el Nitrato de Potasio es altamente recomendado en cultivos sensibles a la salinidad y cuando se utilizan aguas de mala calidad.

Cuando en la solución del suelo se incrementa la concentración de Cloruros y las plantas los absorben en lugar de otros aniones esenciales especialmente Nitratos; la interacción entre Nitratos y Cloruros ha sido interpretada como un reemplazo no específico y no como un proceso de competencia por un transportador (Menguel y Kirkby, 1987). Esto consecuentemente, obstaculiza el desarrollo de las plantas y cuando las cantidades de Cloruros se tornan altas los efectos tóxicos ocurren, lo que puede conducir a disminución de los rendimientos e incluso en casos extremos la muerte de las plantas.

Hepasoy, et.al. (1999) y Taban, et.al. (1999), citados por Ronen, (s.f.), señalan que varios estudios han demostrado que el Potasio alivia los efectos dañinos del Sodio, bajo condiciones sódicas.

Otras ventajas que ofrece este fertilizante, son: mejora la eficiencia del uso del agua, previene las pérdidas de agua (el K es responsable de la apertura y cierre estomático), acrecienta la disponibilidad del Fósforo y micronutrientes, no es tóxico para las raíces, aumenta la resistencia de las plantas a las enfermedades, provoca mejores rendimientos, entre otros beneficios (Potassium Nitrate Association, 2013).

Por lo enunciado se propuso el siguiente trabajo de investigación, bajo los objetivos que se indican a continuación.

Objetivo General

- Generar tecnología para minimizar el efecto perjudicial de la salinidad de las aguas de pozos, en el riego suplementario del cultivo de cacao, en la provincia de Manabí.

Objetivos específicos

- Observar el comportamiento del cultivo de cacao, ante el riego suplementario con las aguas de pozos someros en la zona de Santa Ana.
- Cuantificar la respuesta del cultivo de cacao ante la fertilización con Nitrato de Potasio, en la zona de Santa Ana.
- Determinar la frecuencia de aplicación más adecuada del Nitrato de Potasio, para el cultivo de cacao en la zona de Santa Ana.
- Monitorear el efecto de fertilización con Nitrato de Potasio en la salinización del suelo, cultivado con cacao, regado suplementariamente con aguas de pozos someros, en la zona de Santa Ana.

METODOLOGÍA

La investigación se realiza en la finca “4 Hermanos” del Ing. Alejandro Carofilis, ubicada en el sitio El Níspero, cantón Santa Ana, provincia de Manabí, en la vía Portoviejo – Santa Ana, desde enero de 2014 y finaliza en diciembre del 2017.

Como factor en estudio se tiene el empleo del fertilizante Nitrato de Potasio, que contiene 13.0% de Nitrógeno (N) y 46.0% de Oxido de Potasio (K_2O), en cuatro fraccionamientos que se detallan a continuación: 1) Una sola aplicación (Junio), 2) Dos aplicaciones (Junio y Agosto), 3) Tres aplicaciones (Junio, Agosto y Octubre), 4) Cuatro aplicaciones (Junio, Agosto, Octubre y Diciembre).

El experimento consta con seis tratamientos, producto de los cuatro fraccionamientos del fertilizante Nitrato de Potasio (215 Kg de N/Ha y 300 Kg K_2O /Ha), que tiene una fertilización básica con elementos menores, otro solo con la fertilización a base de Urea (215 Kg/Ha) y Muriato de Potasio (300 Kg/ K_2O /Ha) que también recibe elementos menores y uno donde no se aplica ninguna fertilización (parcela testigo). La Tabla 1 a continuación contiene sus detalles.

Tabla 1. Detalle de los tratamientos a utilizarse en el experimento.

Tratamientos	Oportunidades de aplicación del NO_3K	Meses de aplicación						
		Jn	Jl	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic
1	Una sola vez	X	---	---	---	---	---	---
2	Dos veces	X	---	X	---	---	---	---
3	Tres veces	X	---	X	---	X	---	---
4	Cuatro veces	X	---	X	---	X	---	X
5 *	-----							
6 **	-----							

*Fertilización con Urea y Muriato de Potasio

** Sin Fertilización

Cada parcela está constituida por 16 plantas, sembradas a 3.0 m X 3.0 m, equivalente a una población de 1111 plantas de cacao/Ha con una mezcla de clones EET – 454, EET – 450 y EET – 103. Los tratamientos se establecieron en cuatro repeticiones en un diseño de bloques completos al azar, constituyendo 24 unidades experimentales.

En el 2015 se tomaron y registraron datos de números mazorcas sanas, enferma, cherelles y rendimiento, en todos los tratamientos.

RESULTADOS

En este 2015 en la Tabla 2, se observa que la aplicación de NO_3K fraccionado en junio – agosto – octubre y diciembre produjo el rendimiento y números de mazorcas sanas más altos con 1057 Kg de cacao seco ha^{-1} y 24095 mazorcas sanas ha^{-1} en relación a los otros fraccionamientos sin ser diferente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de posibilidades. Sin embargo, numéricamente no superaron a lo logrado con la aplicación de urea y muriato de potasio que obtuvo 1135 Kg de cacao seco ha^{-1} y 27983 mazorcas sanas ha^{-1} .

Es importante resaltar que cuando no se aplicó fertilizante alguno, se obtuvieron los promedios más bajos con 454 Kg de cacao seco ha^{-1} y 13749 mazorcas sanas ha^{-1} ; esto refleja que el cultivo respondió positivamente a la adición de los fertilizantes.

Respecto a las mazorcas enfermas ha^{-1} y cherelles ha^{-1} , no mostraron diferencias entre los promedios obtenidos que puedan indicar un efecto de los tratamientos probados.

Tabla 2. Valores de algunas características agronómicas en el estudio “Fertilización del cultivo de cacao con Nitrato de Potasio para remediar la salinidad del suelo provocada por el riego con aguas de pozos someros, en el cantón Santa Ana, provincia de Manabí, 2015.

Tratamientos	Número Mazorcas Sanas/Ha	Número Mazorcas Enfermas/Ha	Número Cherelles /Ha	Kilogramos de Cacao Seco/Ha
Aplicación NO_3K (Junio)	22428 ab	3471	7707	903 ab
Aplicación NO_3K (Junio – agosto)	18956 ab	2777	5833	774 ab
Aplicación NO_3K (Junio – agosto – octubre)	23192 ab	2638	6319	964 a
Aplicación NO_3K (Junio – agosto – octubre - diciembre)	24095 ab	2847	7360	1057 a
Aplicación de Urea y muriato de potasio (enero – marzo)	27983 a	3958	7360	1135 a
Sin aplicación de fertilizantes	13749 b	3055	4652	454 b
C.V (%)	22.1	45.7	53.3	24.4
Tukey 5%	11044	3281	8008	495

BIBLIOGRAFIA

- Mengel, K. and Kirkby, E.A. 1987. Principles of plant nutrition 4. Ed. IPI, Bern, Switzerland. pp 687.
- Pincay, J. 2013. Determinación de la calidad de aguas utilizadas en el riego del cacao y su relación con la fertilidad del suelo en varios agroecosistemas de Manabí. Tesis Ingeniero Agropecuario. Jipijapa, Manabí, UNESUM. 129 p.
- Potassium Nitrate Association. 2013. Elección del fertilizante correcto para reducir problemas de salinidad (Resumen de características y beneficios del Nitrato de Potasio). Disponible en: <http://www.kno3.org/es/product-features-a-benefits/potassium-nitrate-and-saline-conditions/proper-fertiliser-selection-ro-reduce-salinity-problems>.
- Ronen, E. (s.f.). Nitrato de Potasio. Una solución posible para los problemas de salinidad. Haifa Chemicals. Israel. Disponible en: <http://www.fertilizando.com/articulos/Nitrato%20de%20Potasio%20Multik.asp>. Consultado en: 05/11/2013.

10.3 Eficiencia agronómica del fraccionamiento de la fertilización nitrogenada en el cultivo de maíz duro, en zona de los Cantones; Santa Ana, Bolívar y Jipijapa.

ANTECEDENTES

Como toda actividad agrícola el cultivo del maíz es de vital importancia para la seguridad alimentaria del país con una siembra alrededor de 250.000 ha en el litoral ecuatoriano. Su producción y productividad están sometidas a una serie de factores que cuando son manejados de manera adecuada se obtienen rendimientos potencialmente altos (Reyes et al. 2009).

Arteaga y Torres (2004), manifiestan que el maíz se cultiva en todas las regiones agrícolas del país, desde el nivel del mar hasta las zonas ubicadas alrededor de los 280 metros y además está disperso en casi todas las regiones del mundo, siendo de mucha utilidad en la alimentación humana y animal, con gran influencia tanto en la vida económica como social en nuestro país.

En el cultivo de maíz especialmente en las provincias de Manabí, Loja y parte del Guayas, se utiliza el 70% u 80% de mano de obra durante la labor del cultivo, lo que reviste de gran importancia social y económica al usar gran cantidad de gente, generando empleo.

En el crecimiento y desarrollo del maíz, ocurren etapas que tienen un patrón similar según los híbridos generados; que van de VE (germinación y emergencia) y V_1 (visibilidad del cuello de la primera hoja) hasta V_n (visible del cuello de la hoja "n", que varía entre 16 y 22), en la parte vegetativa, y entre 20 (antes de la floración masculina) y D6 (madurez fisiológica), en la reproductiva (CIMMYT 2013).

Fassio y colaboradores (1998), indican que algunos de los factores que influyen en el desarrollo vegetativo tienen gran significado entre las fases VE y V_{10} , especialmente el relacionado con la disponibilidad nutricional. La falta de algún elemento, en particular el fósforo influye negativamente el crecimiento del maíz en las primeras semanas (VE) y en las tres semanas anteriores al momento de la floración (V_{10}) el nitrógeno es el nutriente más necesitado en la planta (CONACYT 2014).

De lo anunciado, se puede concluir que el nitrógeno es un nutriente que debe ser suministrado, en el maíz, en forma fraccionada. Las recomendaciones que el INIAP ha emitido a través del tiempo son: 50% a los 15 días después de la siembra y 50% a los 30 días luego de la siembra (Amores 1992); 50% a 15 o 20 días después de haber sembrado y el resto 15 a 20 días distanciados de la primera aplicación (Villavicencio y Vásquez 2008); 50% a 15 días después de la siembra y la diferencia antes de la floración (Reyes et al. 2009); y, 33% a los 15, 30 y 45 días después de la siembra (Carrillo et al. 2010); notándose que existe cierta discordancia en estas sugerencias para el sector productor.

Ello motivó investigar nuevos fraccionamientos de la fertilización química nitrogenada en el cultivo de maíz, tomando en consideración a la eficiencia de utilización del nitrógeno (N) fraccionando su dosis total en el periodo de mayor absorción, en que la planta necesita de una pequeña cantidad para el crecimiento inicial y demandas mayores durante el desarrollo comprendido entre las etapas V_6 y V_{12} y a que adiciones posteriores no son económicas (García y Espinoza 2009), bajo los siguientes objetivos.

Objetivo General

Generar información tecnológica dirigida a mejorar el manejo agronómico y rendimiento del cultivo de maíz en la Provincia de Manabí.

Objetivos Específicos

- Obtener información sobre la repuesta del cultivo de maíz, a varios fraccionamientos de la fertilización nitrogenada.
- Determinar el fraccionamiento de la fertilización nitrogenada, más adecuado para el maíz que se cultiva en Manabí.

METODOLOGÍA

La investigación se realizó en tres Cantones (Santa Ana, Bolívar y Jipijapa) representativos del área maicera de la Provincia de Manabí, en la época lluviosa del 2015.

Los tratamientos fueron varios fraccionamientos de la fertilización nitrogenada, programados en relación a las etapas de desarrollo vegetativo de la planta de maíz, más uno que no llevó nitrógeno dando un total de 13 tratamientos que se enuncian a continuación.

1. 10% (Vo)* + 50% (V4)* + 40% (V8)*
2. 10% (Vo) + 45% (V4) + 45% (V8)
3. 20% (Vo) + 20% (V4) + 60% (V8)
4. 20% (Vo) + 30% (V4) + 50% (V8)
5. 20% (Vo) + 40% (V4) + 40% (V8)
6. 10% (Vo) + 50% (V6) + 40% (V10)
7. 10% (Vo) + 45% (V6) + 45% (V10)
8. 20% (Vo) + 20% (V6) + 60% (V10)
9. 20% (Vo) + 30% (V6) + 50% (V10)
10. 20% (Vo) + 40% (V6) + 40% (V10)
11. 50% (V4) + 50% (V10)
12. 33% (V3)* + 33% (V6)* + 33% (V10)*
13. Fertilización con omisión de nitrógeno

V₀ = A la siembra, V₃ = Aparición de la hoja 3, V₄ = Aparición de la hoja 4, V₆ = Aparición de la hoja 6, V₈ = Aparición de la hoja 8, V₁₀ = Aparición de la hoja 10

Los 13 tratamientos se establecieron, a cuatro repeticiones en un diseño experimental de bloques completos al azar, y conformaron 52 parcelas experimentales en el campo, en cada sitio.

Cada parcela estuvo constituida por cinco hileras de 5 metros de longitud, distanciados a 0.80 entre ellas y 0.20 m entre plantas, de las cuales tres se consideraron como útiles. Se registraron datos como: diámetro del tallo, altura de planta, longitud y diámetro de mazorca y rendimiento. Durante esta época, los experimentos se les proporcionaron el manejo necesario (control de insectos y de la maleza).

RESULTADOS

Santa Ana (Lodana)

La Tabla 1 , contiene los valores promedios, diferenciados por la prueba de comparación de medias Tukey al 5% de probabilidades, obtenidos en cuanto al rendimiento, altura de planta, diámetros del tallo, diámetros de mazorcas, y longitud de mazorcas.

Los rendimientos logrados con los tratamientos, la prueba Tukey determinó dos rangos disímiles, donde se establece diferencias de los tratamientos correspondientes a los fraccionamientos de la fertilización con nitrógeno, que variaron entre 5903 y 4973 kg de maíz/ha, con el tratamiento en donde se omitió esta fertilización que obtuvo 2480 kg de maíz/ha.

En relación a la fragmentación de la fertilización nitrogenada el efecto fue significativamente igual para todos ellos; sin embargo, se puede resaltar que los rendimientos más altos fueron de 5903, 5895 y 5834 Kg de maíz/ha, correspondientes a los tratamientos 10%(Vo)+45%(V4)+45%(V8), 10%(Vo)+45%(V6)+45%(V10) y 20%(Vo)+30%(V6)+50%(V10); que no fueron diferentes, según Tukey, de las producciones más bajas de 5343, 5284 y 4973 kg de maíz/ha referentes a los tratamientos 20%(Vo)+20%(V4)+60%(V8), 10%(Vo)+50%(V4)+40%(V8) y 20%(Vo)+40%(V4)+40%(V8).

Tabla 1. Valores promedios del rendimiento, altura de planta, diámetros del tallo, diámetros de mazorcas, y longitud de mazorcas, obtenidos para los diferentes tratamientos del experimento, Santa Ana.

Tratamientos	Rendimiento Kg ha ⁻¹	Altura de Planta (m)	Diámetro del tallo (mm)	Diámetro de mazorca (mm)	Longitud de mazorca (cm)
1. 10% (Vo) + 50% (V4) + 40% (V8)	5284 A	2,43 A*	24,34 A	45,23 A	14,43 A
2. 10% (Vo) + 45% (V4) + 45% (V8)	5903 A	2,52 A	23,35 A	47,30 A	14,15 A
3. 20% (Vo) + 20% (V4) + 60% (V8)	5343 A	2,52 A	22,82 A	44,37 A	13,86 A
4. 20% (Vo) + 30% (V4) + 50% (V8)	5439 A	2,45 A	22,28 A	43,72 A	15,77 A
5. 20% (Vo) + 40% (V4) + 40% (V8)	4973 A	2,43 A	21,38 A	43,19 A	13,26 A
6. 10% (Vo) + 50% (V6) + 40% (V10)	5468 A	2,54 A	22,51 A	45,42 A	14,27 A
7. 10% (Vo) + 45% (V6) + 45% (V10)	5895 A	2,56 A	22,57 A	45,14 A	13,68 A
8. 20% (Vo) + 20% (V6) + 60% (V10)	5431 A	2,55 A	21,56 A	45,53 A	14,59 A
9. 20% (Vo) + 30% (V6) + 50% (V10)	5834 A	2,45 A	21,40 A	45,40 A	13,89 A
10. 20% (Vo) + 40% (V6) + 40% (V10)	5502 A	2,61 A	23,59 A	45,43 A	13,71 A
11. 50% (V4) + 50% (V10)	5491 A	2,52 A	21,83 A	45,64 A	14,38 A
12. 33% (V3) + 33% (V6) + 33% (V10)	5527 A	2,59 A	23,36 A	44,35 A	13,29 A
13. Fertilización con omisión de N	2480 B	1,95 B	17,12 B	29,49 B	8,55 B
C.V (%)	11,91	4,15	5,90	4,26	12,49
Tukey (5%)	1574	0,26	3,28	4,68	4,28

*Tratamientos con las mismas letras no difieren entre sí.

Respecto en la altura de planta, las medias más altas 2.61 y 2.59 y 2.50 m los lograron los tratamientos que tuvieron las fracciones 20% (Vo)+40%(V6)+40%(V10), 33%(V3)+33%(V6)+33%(V10), y 10%(Vo)+45%(V6)+45%(V10), en su orden; y los más bajos valores 2.43, 2.43, 2.45 y 2.45 m fueron conseguidos por los fraccionamientos 10% (Vo)+50%(V4)+40%(V8), 20%(Vo)+40%(V4)+40%(V8), 20%(Vo)+30%(V4)+50%(V8), Y 20% (Vo)+30%(V6)+50%(V10), respectivamente.

En cuanto para el diámetro del tallo los valores mayores fueron para las fracciones 10%(Vo)+50%(V4)+40%(V8), 20%(Vo)+40%(V6)+40%(V10), 33% (V3)+33%(V6)+33%(V10), y 10%(Vo)+45%(V4)+45%(V8), con 24.34, 23.59, 23.36 y 23.35 mm; frente a las más bajas para las

subdivisiones $50\%(V4)+50\%(V10)$, $20\%(V0)+20\%(V6)+60\%(V10)$, $20\%(V0)+30\%(V6)+50\%(V10)$, y $20\%(V0)+40\%(V4)+40\%(V8)$ que obtuvieron 21.83, 21.56, 21.40 y 21.38 mm, vinculados.

Para el diámetro de mazorcas, los valores promedios de mayor magnitud fueron 47.30, 45.64, 45.53 y 45.42 mm conseguidos por las segmentaciones $10\%(V0)+45\%(V4)+45\%(V8)$, $50\%(V4)+50\%(V10)$, $20\%(V0)+20\%(V6)+60\%(V10)$, y $10\%(V0)+50\%(V6)+40\%(V10)$; en tanto que las de menor medida fueron obtenidas por los fraccionamientos $20\%(V0)+20\%(V4)+60\%(V8)$, $33\%(V3)+33\%(V6)+33\%(V10)$, $20\%(V0)+30\%(V4)+50\%(V8)$, y $20\%(V0)+40\%(V4)+40\%(V8)$, con 44.37, 44.35, 43.72 y 43.19 mm, en su orden.

En la longitud de mazorcas, las evaluaciones más altas fueron para las fragmentaciones $20\%(V0)+30\%(V4)+50\%(V8)$, $20\%(V0)+20\%(V6)+60\%(V10)$, $10\%(V0)+50\%(V4)+40\%(V8)$, y $50\%(V4)+50\%(V10)$ que consiguieron 15.77, 14.59, 14.43 y 14.38 cm, respectivamente; y las más bajas, para los fraccionamientos $20\%(V0)+40\%(V6)+40\%(V10)$, $10\%(V0)+45\%(V6)+45\%(V10)$, $33\%(V3)+33\%(V6)+33\%(V10)$, y $20\%(V0)+40\%(V4)+40\%(V8)$, que obtuvieron 13.71, 13.68, 13.29 y 13.26, correspondientes.

Bolívar (Calceta)

Las medias para los tratamientos en estudios en cuanto al rendimiento, altura de plantas, diámetro de tallo y maíz y longitud de mazorcas se muestran en la Tabla 2.

Para la altura de planta y diámetro y longitud de mazorcas, no se lograron valores diferentes estadísticamente según Tukey al 5%. Es en el diámetro de tallo en que Tukey diferenció al fraccionamiento $20\%(V0) + 20\%(V4) + 60\%(V8)$ que obtuvo el mayor valor con 26,55 mm, de los 22,34 mm logrado para cuando no se aplicó el fertilizante nitrogenado.

En cuanto al rendimiento el más alto valor con 12667 kg ha^{-1} fué para la división del N en $10\%(V0) + 50\%(V6) + 40\%(V10)$ que no se diferenció de los otros fraccionamiento probados, de acuerdo a Tukey 5%, pero sí de los 7241 kg ha^{-1} logrados para cuando no se adicionó el fertilizante nitrogenado al suelo.

Tabla 2. Valores promedios del rendimiento, altura de planta, diámetros del tallo, diámetros de mazorcas, y longitud de mazorcas, obtenidos para los diferentes tratamientos del experimento, Bolívar.

Tratamientos	Rendimiento Kg ha ⁻¹	Altura de Planta (m)	Diámetro del tallo (mm)	Diámetro de mazorca (mm)	Longitud de mazorca (cm)
1. 10% (Vo) + 50% (V4) + 40% (V8)	8793 AB	2,67	24,60 AB	43,55	15,01
2. 10% (Vo) + 45% (V4) + 45% (V8)	10659 AB	2,71	24,61 AB	43,82	15,08
3. 20% (Vo) + 20% (V4) + 60% (V8)	8950 AB	2,76	26,55 A	43,62	18,47
4. 20% (Vo) + 30% (V4) + 50% (V8)	10946 AB	2,69	25,22 AB	43,48	15,49
5. 20% (Vo) + 40% (V4) + 40% (V8)	8186 B	2,69	24,92 AB	42,89	14,99
6. 10% (Vo) + 50% (V6) + 40% (V10)	12667 A	2,75	24,31 AB	44,25	15,33
7. 10% (Vo) + 45% (V6) + 45% (V10)	9187 AB	2,67	25,15 AB	42,45	14,82
8. 20% (Vo) + 20% (V6) + 60% (V10)	9764 AB	2,71	25,12 AB	42,95	14,52
9. 20% (Vo) + 30% (V6) + 50% (V10)	10699 AB	2,63	24,59 AB	42,77	14,53
10. 20% (Vo) + 40% (V6) + 40% (V10)	8862 AB	2,69	24,89 AB	44,27	15,31
11. 50% (V4) + 50% (V10)	8304 AB	2,65	25,02 AB	42,54	14,84
12. 33% (V3) + 33% (V6) + 33% (V10)	8460 AB	2,67	24,52 AB	42,70	14,86
13. Fertilización con omisión de N	7241 B	2,65	22,34 B	54,21	17,82
C.V (%)	18,91	2,82	5,14	13,11	17,88
Tukey (5%)	4472	0,19	3,18	14,48	6,92

Jipijapa (Andil)

Las medias para los tratamientos en estudios en cuanto al rendimiento, altura de plantas, diámetro de tallo y maíz y longitud de mazorcas se muestran en la Tabla 3.

En el rendimiento la más alta cuantía fué de 13747 kg ha⁻¹ para la fracción de N 10% (Vo) + 45% (V4) + 45% (V8), que no se diferenció de los otros fraccionamiento experimentados, de acuerdo a Tukey 5%, pero sí de los 8699 kg ha⁻¹ logrados para cuando no se adicionó el fertilizante nitrogenado al suelo.

En cuanto al diámetro y longitud de mazorcas, no se hubo significancia estadística según Tukey al 5%. En la altura de planta se mostró medias diferentes donde el valor mayor corresponde a al fraccionamiento 33% (V3) + 33% (V6) + 33% (V10).

Tabla 3. Valores promedios del rendimiento, altura de planta, diámetros del tallo, diámetros de mazorcas, y longitud de mazorcas, obtenidos para los diferentes tratamientos del experimento, Jipijapa.

Tratamientos	Rendimiento Kg ha ⁻¹	Altura de Planta (m)	Diámetro del tallo (mm)	Diámetro de mazorca (mm)	Longitud de mazorca (cm)
1. 10% (Vo) + 50% (V4) + 40% (V8)	12958 AB	2,45 A	25,79 AB	51,47 A	18,24 A
2. 10% (Vo) + 45% (V4) + 45% (V8)	13747 A	2,45 A	27,01 A	52,03 A	18,84 A
3. 20% (Vo) + 20% (V4) + 60% (V8)	9646 AB	2,45 A	26,75 A	64,50 A	18,51 A
4. 20% (Vo) + 30% (V4) + 50% (V8)	12218 AB	2,34 AB	25,59 AB	51,40 A	17,76 A
5. 20% (Vo) + 40% (V4) + 40% (V8)	13558 A	2,43 A	25,74 AB	51,01 A	17,95 A
6. 10% (Vo) + 50% (V6) + 40% (V10)	13636 A	2,44 A	26,92 A	51,86 A	17,73 A
7. 10% (Vo) + 45% (V6) + 45% (V10)	13439 A	2,48 A	25,71 AB	51,72 A	18,41 A
8. 20% (Vo) + 20% (V6) + 60% (V10)	12947 AB	2,45 A	26,28 A	51,61 A	17,79 A
9. 20% (Vo) + 30% (V6) + 50% (V10)	12731 AB	2,44 A	25,85 AB	51,87 A	18,01 A
10. 20% (Vo) + 40% (V6) + 40% (V10)	12746 AB	2,43 A	25,20 AB	51,27 A	17,94 A
11. 50% (V4) + 50% (V10)	12540 AB	2,36 AB	25,67 AB	51,12 A	18,31 A
12. 33% (V3) + 33% (V6) + 33% (V10)	13462 A	2,51 A	26,56 A	71,40 A	18,28 A
13. Fertilización con omisión de N	8699 B	1,94 B	22,16 B	46,07 A	12,58 B
C.V (%)	13,68	7,66	6,05	22,90	3,73
Tukey (5%)	4278	0,46	3,90	30,77	1,65

BIBLIOGRAFIA

- Amores, F. 1992. Maíz. In Clima, Suelos, Nutrición y Fertilización de Cultivos del Litoral ecuatoriano. Estación Experimental Pichilingue, Quevedo, Ecuador. INIAP-INFOFOS. Manual Técnico N° 26. p 19-21.
- Arteaga, E., Torres, L., y Tobalina, C. 2004. Análisis de la cadena productiva y comercializadora del maíz a nivel local y como fuente de exportación (en línea). Guayaquil, Ecuador. Consultado 20 Febrero.2014. Disponible en:<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3924/1/6451.pdf>
- Carrillo, R., Carvajal, T., Mendoza, A., Mendoza, H., Hinostroza, F., Motato, N., Moreira, P., y Ponce, J. 2010. Maíz. In Buenas prácticas agrícolas y estimación de costos de producción

para cultivos de ciclo cortos en Manabí. INIAP-MAGAP. Estación Experimental Portoviejo, Núcleo de Transferencia y Comunicación. Portoviejo, Ecuador. Manual N° 84. p 10-25.

- CIMMYT (Centro Internacional del Mejoramiento de Maíz y Trigo). 2013. Etapas de crecimiento y desarrollo del maíz. (en línea). México. Consultado 12 Mayo 2015. Disponible en: maizedoctor.or/es/etapas-de-crecimiento-del-maíz.
- CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) 2014. Maíz. México. Consultado 15 Abril 2015. Disponible en: www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/maíz.
- García, J., P., y Espinoza, J. 2009. Efecto del fraccionamiento de nitrógeno en la productividad y en la eficiencia agronómica de macronutrientes en maíz. In *Informaciones Agronómicas* N° 72. IPNI Quito, Ecuador. p. 1-5.
- Reyes, S., Alarcón, D., Cerón, O., y Zambrano, O. 2009. INIAP H-602, Nuevo Híbrido de Maíz Duro para el Litoral ecuatoriano. Estación Experimental Portoviejo, Programa de Maíz. Portoviejo, Ecuador. INIAP. Plegable N° 311. 5 p.
- Villavicencio, V. A., y Vásquez. C. W. (eds.) 2008. *Guía Técnica de Cultivos*. Quito, Ecuador. Manual N° 73. p 444.