



Efectos de estimulantes orgánicos y fertilización con Nitrato de Potasio sobre la resistencia a Sigatoka Negra en Banano Ecuador

OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL

Establecer el impacto del uso de tres estimulantes orgánicos y dos programas de fertilización basados en Nitrato de Potasio sobre el desarrollo, producción y resistencia a la Sigatoka negra en relación al número de hojas por planta en el cultivo de banano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar el tratamiento que presente menor incidencia de Sigatoka negra en relación al número de hojas por planta.

Identificar el programa de fertilización que influya significativamente en el peso del racimo.

Establecer el estimulante que permita obtener mayor número de cajas de fruta exportable por racimo cosechado (ratio).

DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

Localización del ensayo

La presente investigación se realizó durante los meses de enero a agosto del 2017, en los terrenos de la Hacienda Yamile, ubicada en el km 27 de la vía Quevedo - Santo Domingo de los Tsáchilas, provincia de Los Ríos, localizada bajo coordenadas 0° 50' 36.4" S 79° 29' 23.9" W, a 100 m.s.n.m.



Características climáticas

El clima de la zona de estudio es tropical - monzónico, con temperatura máxima de 29°C y mínima de 23 °C, con una media anual de 24.3°C, precipitación anual de 1998 mm, evaporación de 1,67 mm/día, humedad relativa de 84 %, y heliofanía de aproximadamente 840 horas.

Diseño experimental y análisis estadístico

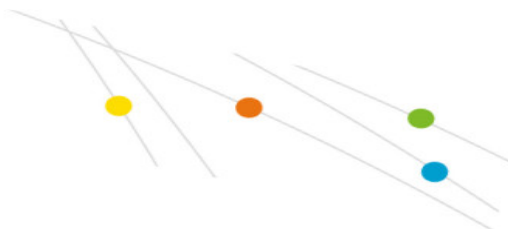
Para el establecimiento del experimento se ha planteado un diseño completamente al azar con 6 tratamientos en tres repeticiones. El análisis de datos se realizó mediante el ADEVA y la comparación de medias se hizo mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$), con la ayuda del paquete estadístico Infostat.

El esquema del análisis de varianza se presenta en la Tabla 1:

Tabla 1. Esquema del ADEVA utilizado en la investigación.

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	5
Error	12
Total	17

La unidad experimental estuvo constituida por hijos de plantas de banano adultas recién paridas, que midieron entre 1.30 m y 1.80 m, que se marcaron al momento de implementar el ensayo. De esta forma se dispuso de plantas uniformes para observar



y monitorear la evolución del racimo. La parcela experimental constó de 7 plantas en estas condiciones distribuidas y seleccionadas en aproximadamente un área de 30m x 30m, que constituyó la parcela experimental. Cada tratamiento se aplicó en toda la parcela y la evolución de la respuesta de la planta se obtuvo de los hijos marcados.

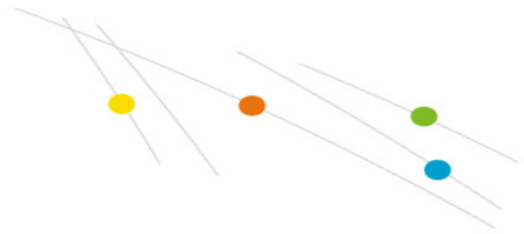
Instrumentos de investigación

Tratamientos estudiados	
T1	Nitrato de Potasio al 150 %
T2	Nitrato de Potasio al 100 %
T3	Kelpak
T4	Agrostemin
T5	NBO
T6	Testigo

El tipo y caracterización de los fertilizantes y Bioestimulantes usados en la investigación se presentan en la Tabla 2:

Tabla 2. Tipo y caracterización de los fertilizantes y Bioestimulantes usados.

Tipo	Producto		Dosis	Firma Comercial
	Nombre comercial	Nombre químico		
Bioestimulante	Enraizador humificado NBO		1 l / 100 l de agua	Lombricorp
Bioestimulante	Kelpak	Ecklonia maxima	1 a 2 l/ha	Daymsa
Bioestimulante	Agrostemin	Ascophyllum nodosum	Drench (200 a 600 gr/ha)	QSI (Química Suiza Industrial)



Las aplicaciones de los productos evaluados, se realizó siguiendo las recomendaciones del distribuidor del producto bien como “drench” o con aplicación foliar con bomba de motor.

Especificaciones del experimento	
Número de tratamientos	6
Número de repeticiones	3
Número de plantas por unidad experimental	7
Número de plantas por repetición	42
Total de plantas en el ensayo	252

DATOS REGISTRADOS Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN.

Número de hojas a la parición

Al momento de la parición se contabilizó el número de hojas por planta en cada tratamiento, y luego se determinó el promedio.

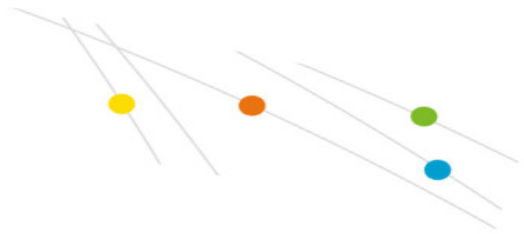
Número de hojas a la cosecha

Se contó el número de hojas por planta al momento de la cosecha, para posteriormente hallar el promedio.

Número de hojas totales

Se llevó un registro del total de hojas emitidas por planta desde la etapa de hijuelo hasta su cosecha por planta en cada unidad experimental para luego promediar.

Altura del pseudotallo (m)



Las plantas se midieron con un flexómetro considerando desde el nivel del suelo hasta la intersección de la hoja nueva completamente abierta, esto se realizó a la semana 31 de edad del cultivo.

Diámetro del pseudotallo (cm)

Para medir el diámetro del pseudotallo se consideró la lectura a los 30 cm del nivel del suelo hacia arriba utilizando una cinta métrica, esta evaluación se realizó al finalizar la semana 31 de edad de las plantas. Finalmente se extrajo el promedio y se expresó el valor en centímetros.

Número de manos por racimo

En cada racimo cosechado se contabilizaron el número de manos que conformaban cada uno de los mismos, para posteriormente promediar.

Peso del racimo

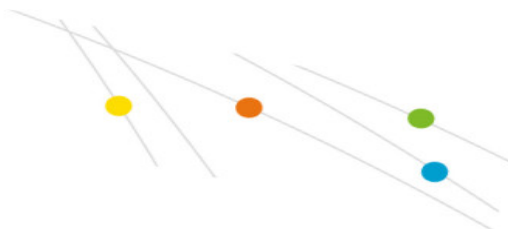
Cosechado el racimo, se registró el peso total (raquis y manos) de los racimos en kilogramos, de las siete plantas dentro de la parcela neta de cada tratamiento.

Número de cajas por racimo

El número de cajas por racimo se estableció considerando únicamente la fruta exportable obtenida por cada racimo de cada una de las plantas en estudio.

RESULTADOS

Número de hojas a la parición



Los promedios del número de hojas por planta a la parición se reflejan en la Tabla 3. Según el análisis de varianza los tratamientos presentaron significancia estadística en el nivel 0.05; siendo el coeficiente de variación 3.7 %. Realizado la prueba de Tukey el tratamiento Nitrato de Potasio al 150 % presentó el mayor número de hojas a la parición con 15.4, en igualdad estadística con los demás tratamientos que registraron hojas entre 14.2 y 15.3, excepto el testigo que presentó el menor promedio con 13.8 hojas a la parición.

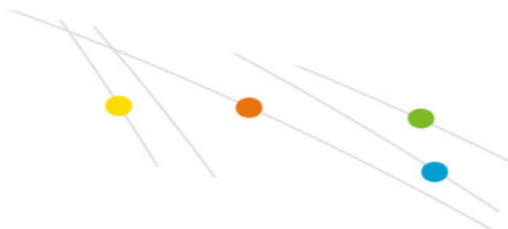
Tabla 3. Promedios del número de hojas a la parición en el estudio de los efectos de estimulantes y Nitrato de Potasio sobre la resistencia a Sigatoka negra y producción en el cultivo de banano en el cantón Buena Fe, 2017.

Estimulantes y Nitrato de Potasio	Número de hojas a la parición*	
T1: Nitrato de Potasio al 150%	15.4	a
T2: Nitrato de Potasio al 100%	15.3	a
T3: Kelpak	14.1	ab
T4: Agrostemin	15.0	ab
T5: NBO	14.2	ab
T6: Testigo	13.8	b
Promedio	14.6	
Coeficiente de variación (%)	3.7	

*Promedios con una misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

Número de hojas a la cosecha

En la Tabla 4, se presentan los promedios del número de hojas a la cosecha observadas con los tratamientos en estudio. El análisis de varianza mostró



significancia estadística en el nivel 0.05 para tratamientos estudiados, con un coeficiente de variación de 5.2 %.

La fertilización con Nitrato de Potasio al 100 % y Agrostemin presentaron el mayor número de hojas a la cosecha con 7.5 cada uno.

Tabla 4. Promedios del número de hojas a la cosecha en el estudio de los efectos de estimulantes y Nitrato de Potasio sobre la resistencia a Sigatoka negra y producción en el cultivo de banano en el cantón Buena Fe, 2017.

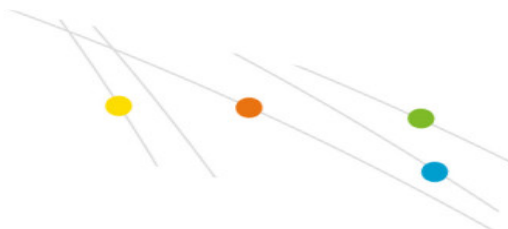
Estimulantes y Nitrato de Potasio	Número de hojas a la cosecha*	
T1: Nitrato de Potasio al 150%	7.3	ab
T2: Nitrato de Potasio al 100%	7.5	a
T3: Kelpak	6.5	abc
T4: Agrostemin	7.5	a
T5: NBO	7.5	abc
T6: Testigo	6.1	c
Promedio	6.9	
Coeficiente de variación (%)	5.2	

*Promedios con una misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

Número de hojas totales

En la Tabla 5, se muestran los promedios del número de hojas totales. Efectuado el análisis de varianza se constató que los tratamientos alcanzaron significancia estadística en el nivel 0.05, siendo el coeficiente de variación 3.3 %.

La fertilización Nitrato de Potasio al 100 % y Agrostemin registraron el mayor número de hojas a la cosecha con 30.2 hojas, cada uno, sin diferir estadísticamente de los



demás tratamientos, con promedios de 28.3 a 29.2.

Tabla 5. Promedios del número total de hojas por planta en el estudio de los efectos de estimulantes y Nitrato de Potasio sobre la resistencia a Sigatoka negra y producción en el cultivo de banano en el cantón Buena Fe, 2017.

Estimulantes y Nitrato de Potasio	Número total de hojas*	
T1: Nitrato de Potasio al 150%	29.2	ab
T2: Nitrato de Potasio al 100%	30.3	a
T3: Kelpak	28.3	ab
T4: Agrostemin	30.2	a
T5: NBO	28.7	ab
T6: Testigo	27.1	b
Promedio	29.0	
Coefficiente de variación (%)	3.3	

*Promedios con una misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

Altura de pseudotallo

Los promedios de altura de planta se muestran en la Tabla 6. El análisis de la varianza no reportó significancia estadística para tratamientos estudiados, con un coeficiente de variación de 1.09 %.

La mayor altura de planta se registró con el tratamiento con Nitrato de Potasio al 100 % con 4.27 m, estadísticamente igual a los demás tratamientos que presentaron valores entre 4.19 y 4.26 m, cada uno.

Tabla 6. Promedios de la altura de plantas en el estudio de los efectos de estimulantes y Nitrato de Potasio sobre la resistencia a Sigatoka negra y producción



en el cultivo de banano en el cantón Buena Fe, 2017.

Estimulantes y Nitrato de Potasio	Altura de Planta (m)*	
T1: Nitrato de Potasio al 150%	4.16	a
T2: Nitrato de Potasio al 100%	4.27	a
T3: Kelpak	4.26	a
T4: Agrostemin	4.26	a
T5: NBO	4.23	a
T6: Testigo	4.19	a
Promedio	4.23	
Coefficiente de variación (%)	1.09	

*Promedios con una misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

Diámetro del pseudotallo (cm)

Los promedios presentados en la Tabla 7, corresponden al diámetro del pseudotallo observado con los tratamientos en estudio. De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos no alcanzaron significancia estadística, siendo 2.6% el respectivo coeficiente de variación.

El mayor diámetro del pseudotallo 26.7 cm se obtuvo con Nitrato de Potasio al 100 % en igualdad estadística de los demás tratamientos que registraron promedios entre 25.1 y 26.4 cm

Tabla 7. Promedios diámetro del pseudotallo (cm) en el estudio de los efectos de estimulantes y Nitrato de Potasio sobre la resistencia a Sigatoka negra y producción



en el cultivo de banano en el cantón Buena Fe, 2017.

Estimulantes y Nitrato de Potasio	Diámetro del pseudotallo (cm)*	
T1: Nitrato de Potasio al 150%	25.8	a
T2: Nitrato de Potasio al 100%	26.7	a
T3: Kelpak	26.4	a
T4: Agrostemin	26.4	a
T5: NBO	26.4	a
T6: Testigo	25.1	a
Promedio	26.1	
Coefficiente de variación (%)	2.6	

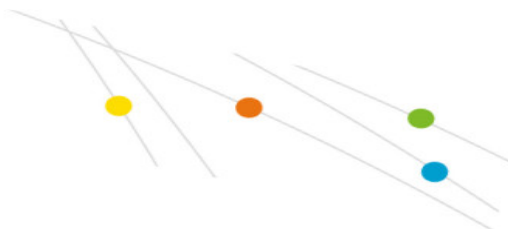
*Promedios con una misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

Número de manos por racimo

En la Tabla 8 se presentan los promedios del número de manos por racimo de los tratamientos estudiados. El análisis de varianza no reflejó significancia estadística para los tratamientos, registrando un coeficiente de variación de 6.4 %.

Cuando se aplicó fertilización Nitrato de Potasio al 100 % se obtuvo el mayor número de manos con 8.5, estadísticamente igual a los tratamientos Nitrato de Potasio al 150%, Agrostemin y Kelpak que produjeron entre 7.2 y 8.2 manos por racimo, respectivamente.

Tabla 8. Promedios del número de manos por racimo en el estudio de los efectos de estimulantes y Nitrato de Potasio sobre la resistencia a Sigatoka negra y producción



en el cultivo de banano en el cantón Buena Fe, 2017.

Estimulantes y Nitrato de Potasio	Número de manos por racimo*	
T1: Nitrato de Potasio al 150%	8.0	ab
T2: Nitrato de Potasio al 100%	8.5	a
T3: Kelpak	7.2	abc
T4: Agrostemin	8.2	ab
T5: NBO	7.0	bc
T6: Testigo	6.6	c
Promedio	7.6	
Coefficiente de variación (%)	6.4	

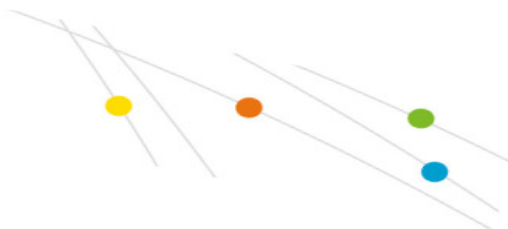
*Promedios con una misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

Peso del racimo (kg)

La Tabla 9 muestra los promedios del peso del racimo (kg). De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos presentaron significancia estadística en el nivel 0.05. El coeficiente de variación fue de 3.5 %.

Con la fertilización Nitrato de Potasio al 100 % se obtuvieron racimos de mayor peso con 32.8 Kg, mostrando igualdad estadística con Nitrato de Potasio al 150% y Agrostemin con valores de 32.2 y 31.2 Kg, respectivamente. Y todos los mencionados, superiores estadísticamente a los demás tratamientos estudiados.

Tabla 9. Promedios de peso del racimo (kg) en el estudio de los efectos de estimulantes y Nitrato de Potasio sobre la resistencia a Sigatoka negra y producción



en el cultivo de banano en el cantón Buena Fe, 2017.

Estimulantes y Nitrato de Potasio	Número de manos por racimo*	
T1: Nitrato de Potasio al 150%	32.2	ab
T2: Nitrato de Potasio al 100%	32.8	ab
T3: Kelpak	29.4	bcd
T4: Agrostemin	31.2	abc
T5: NBO	29.0	cd
T6: Testigo	27.3	d
Promedio	30.3	
Coefficiente de variación (%)	3.5	

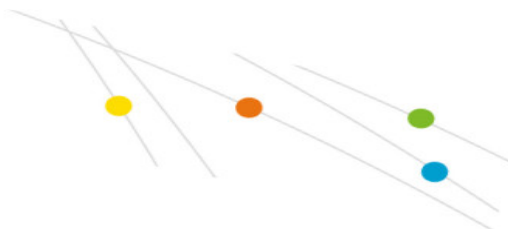
*Promedios con una misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

Número de cajas por racimo (ratio).

Los promedios correspondientes al número de cajas obtenidas por racimo cosechado se presentan en la Tabla 10. El análisis de varianza reflejó alta significancia estadística para los tratamientos estudiados, con un coeficiente de variación de 5.9 %.

El mayor número de cajas por racimo correspondió a los tratamientos con Nitrato de Potasio al 100%, 150% y Agrostemin, con un promedio de 1.6 cajas por racimo, estadísticamente superiores a los demás tratamientos que registraron valores entre 1.2 y 1.3 cajas por racimo.

Tabla 10. Promedios del número de cajas por racimo en el estudio de los efectos de estimulantes y Nitrato de Potasio sobre la resistencia a Sigatoka negra y producción



en el cultivo de banano en el cantón Buena Fe, 2017.

Estimulantes y Nitrato de Potasio	Peso del racimo (Kg)*	
T1: Nitrato de Potasio al 150%	1.6	a
T2: Nitrato de Potasio al 100%	1.6	a
T3: Kelpak	1.3	b
T4: Agrostemin	1.6	a
T5: NBO	1.3	b
T6: Testigo	1.2	b
Promedio	1.4	
Coefficiente de variación (%)	5.9	

*Promedios con una misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

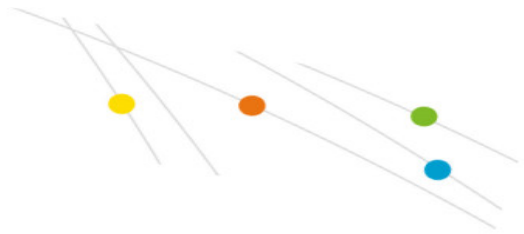
ANÁLISIS ECONÓMICO TRATAMIENTO NITRATO POTASIO 100% VS TESTIGO (FINCA).

Los detalles de la cantidad total de fertilizante aplicado en el tratamiento con Nitrato de Potasio al 100% y el Testigo se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Aporte nutricional al ensayo.

Elemento	Testigo (kg/ha)	Qrop® mix 100% (kg/ha)	Qrop® mix 150% (kg/ha)
N	351	351	544
P ₂ O ₅	0	0	0
K ₂ O	576	574	842

Cuadro 2.



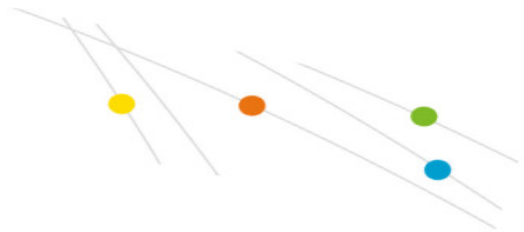
Descripción tratamiento Testigo (programa del cliente).

TRATAMIENTO TESTIGO (FINCA)						Aporte Nutricional kg/ha/año							
MESES	Fertilizantes	Sacos/aplic	Ciclos	Sacos/año	Cantidad kg/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cl	S	MgO	CaO	Zn
ENE, FEB, MAR, ABR, MAY, JUN, JUL, AGO	Nitrato Amonio	0,75	17	12,75	637,5	217							
	Nitromag	0,75	17	12,75	637,5	134					48	70	
	MOP	1,13	17	19,21	960,5			576	432				
	Sulfato Magnesio Gr	0,3	17	5,1	255					51	64		
Total					351		576	432		51	112	70	
Aporte Nutricional / ha						351		576	432	51	112	70	

COSTOS Fertilizantes	Sacos	\$/saco	\$/ha
Nitrato Amonio	12,75	16	204
Nitromag	12,75	24	306
MOP	19,21	16	307
Sulfato Magnesio Gr	5,1	14	71
			889

Cuadro 4. Descripción tratamiento Nitrato Potasio al 100%.

TRATAMIENTO NITRATO POTASIO AL 100%						Aporte Nutricional kg/ha/año							
MESES	Fertilizantes	Sacos/aplic	Ciclos	Sacos/año	Cantidad kg/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cl	S	MgO	CaO	Zn
ENE, FEB, MAR, ABR, MAY, JUN, JUL, AGO	Nitrato Amonio	0,64	17	10,88	544	185							
	Nitrato Potasio	1,5	17	25,5	1275	166		574					
	Sulfato Magnesio Gr	0,4	17	6,8	340					68	85		
Total						351		574		68	85		
Aporte Nutricional / ha						351		574	0	68	85	0	



COSTOS Fertilizantes	Sacos	\$/saco	\$/ha
Nitrato Amonio	10,88	16	174
Nitrato de Potasio	25,5	44	1122
Sulfato Magnesio Gr	6,8	14	95
			1391

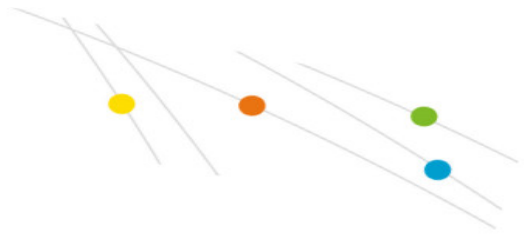
Cuadro 5. Análisis de rentabilidad del ensayo Nitrato Potasio 100% vs Testigo.

Testigo		Parámetros	NP al 100%	
889	\$/ha	Costos de Fertilizantes	1391	\$/ha
13050	\$/ha	Costos Totales	13552	\$/ha
6,8	%	Costos de Fertilizantes/Costos Totales	10,3	%
6,2	\$/mt	Precio obtenido	6,2	\$/mt
2520	mt/ha	Rendimiento	3360	mt/ha
15624	\$/ha	Ingresos Brutos	20832	\$/ha
2574	\$/ha	Margen Bruto	7280	\$/ha
16,5	%		34,9	%
Rentabilidad Bruta Adicional			4706	\$
			18,5	%

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

El tratamiento Nitrato de Potasio al 150% produjo más hojas a la parición con 15.4, siendo los tratamientos Nitrato de Potasio al 100% y Agrostemin con los que las plantas llegaron con mayor número de hojas a la cosecha con un promedio de 7.5 hojas cada uno, confirmándose menor pérdida de follaje producto de ataques de Sigatoka Negra.



El tratamiento Nitrato de Potasio al 100% produjo mayor número de hojas totales con 30.3 hojas por planta, sobrepasando en 3.2 hojas al testigo absoluto.

El tratamiento Nitrato de Potasio al 100 % produjo un mayor aumento en la altura y diámetro del pseudotallo, de tal manera que mostró plantas más altas y gruesas a la parición con 4.27 m de altura y 26.7 cm de diámetro.

Los racimos mostraron un mayor peso al aplicarse el tratamiento Nitrato de Potasio al 100% con 32.8 Kg, con un promedio de 8 manos por racimo, reflejando una productividad de 1.6 cajas por racimo, siendo este último valor igual a los obtenidos con el tratamiento Nitrato de Potasio al 150% y Agrostemin.

RECOMENDACIONES

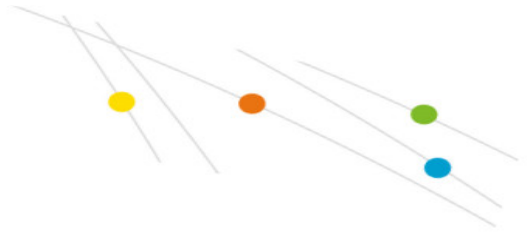
Estudiar diferentes dosis de aplicación de los estimulantes estudiados a fin de identificar el efecto sobre el crecimiento y producción de plantas de banano.

Evaluar fertilizantes de liberación lenta para constituir un plan de fertilización eficaz para el banano.

Promover el uso de estimulantes en los cultivos, ya que han demostrado varios beneficios para el desarrollo y producción de las plantas.

Medir el área foliar en otros ensayos similares así como la incidencia de la enfermedad de Sigatoka Negra.

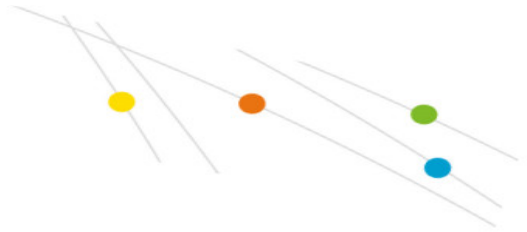
ANEXOS



Anexo 1. Muestra para el análisis de suelo



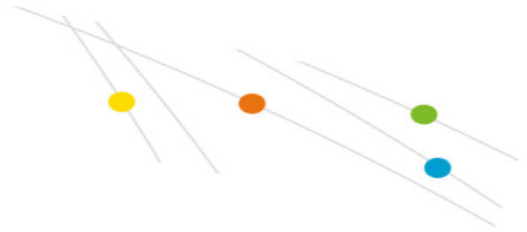
Anexo 2. Estaquillado



Anexo 3. Identificación de plantas del ensayo



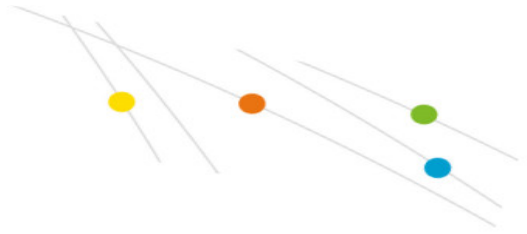
Anexo 4. Identificación del número de hojas



Anexo 5. Preparación de mezclas para fertilización



Anexo 6. Racimos de tratamiento con Nitrato Potasio al 100%.



Anexo 7. Peso de fruta exportable por racimo