



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

**EXTENSIÓN EN EL CARMEN
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de Noviembre 13 de 1985



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROPECUARIO**

**USO EFICIENTE DE MACRO-NUTRIENTES EN PLÁTANO CURARE
(*Musa AAB*) CON NIVELES DE NITRÓGENO Y POTASIO.**

Barre Pallaroso Henry Gregorio

AUTOR

Ing. Nexar Vismar Cobeña Loor

TUTOR

EL CARMEN, SEPTIEMBRE 2018

Certificación del tutor

El suscrito Tutor

Ing. Nexar Vismar Cobeña Loor en calidad de tutor académico designado por el coordinador de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión El Carmen, CERTIFICO que el presente trabajo de investigación con el Tema: **USO EFICIENTE DE MACRO-NUTRIENTES EN PLÁTANO CURARE (*Musa AAB*) CON NIVELES DE NITRÓGENO Y POTASIO**, ha sido elaborado por el egresado: Barre Pallaroso Henry Gregorio, con el asesoramiento pertinente de quien suscribe este documento, el mismo que se encuentra habilitado para su presentación y defensa correspondiente.

Es todo lo que puedo decir en honor a la verdad.

EL CARMEN, SEPTIEMBRE 2018

Ing. Nexar Vismar Cobeña Loor

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORIA

Yo, Barre Pallaroso Henry Gregorio, con cédula de ciudadanía 131466368-1 egresado de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión El Carmen, de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, declaro que las ponencias, juicios y resultados obtenidos con la aplicación de variados métodos de investigación, los que se encuentran resumidos dentro de las recomendaciones y conclusiones del presente trabajo investigativo con el tema: **USO EFICIENTE DE MACRO-NUTRIENTES EN PLÁTANO CURARE (*Musa AAB*) CON NIVELES DE NITRÓGENO Y POTASIO**, se encuentran como información exclusiva del autor, apoyados por criterios de índole profesionales, presentado en bibliografías que fundamentan esta investigación; al mismo tiempo declaro que el patrimonio intelectual del trabajo investigativo pertenece a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión El Carmen.

Barre Pallaroso Henry Gregorio

AUTOR



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ



**EXTENSIÓN EN EL CARMEN
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 131 de Noviembre de 1985

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de investigación sobre el tema: **USO EFICIENTE DE MACRO-NUTRIENTES EN PLÁTANO CURARE (*Musa AAB*) CON NIVELES DE NITRÓGENO Y POTASIO**, de su autor Barre Pallaroso Henry Gregorio de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria.

EL Carmen, Septiembre 2018

Ing. Leonardo Avellan

PRESIDENTE TRIBUNAL

Ing. Nexar Cobeña

TUTOR

Ing. Jorge Vivas

MIEMBRO DE TRIBUNAL

Ing. Diego Vaca

MIEMBRO DE TRIBUNAL

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado en primer lugar a nuestro Dios un ser muy apreciado, quien nos ha dotado de fortalezas e inspiración en nuestras vidas y permitió llevar a cabo esta investigación que es de vital importancia para nuestro perfil profesional.

A mi madre Teresa Ramona por su apoyo de sacrificio y esfuerzos ha permitido formar parte de este proceso para poder culminar otra etapa de mis estudios en mi vida, gracias; y me convierta en una persona apta para la sociedad.

A mi hermana y hermanos, por ese apoyo tanto económico como moral, por esa actitud de valentía, que gratamente me manifestaron, todos formaron esa fuente de inspiración para poder lograr y alcanzar uno de los sueños de mi vida.

A los conocidos y a todos mis amigos que integraron parte de mi formación académica en el transcurso de los años, gracias porque fueron parte de mi vida en la cual influyeron de forma positiva, cada uno puso su granito de arena para ser quien hoy soy, siempre los llevare en mi corazón a cada uno por esos momentos de alegría y melancolía que compartimos en cada momento, gracias.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecerle de una forma muy grata a Dios, que nos ha consagrado de dones y aptitudes, que considero primordiales para realizar mis metas.

A todos mis maestros de la escuela, colegio y universidad, que sus clases, enseñanzas y su forma de ser, me educaron e instruyeron una formación llena de grandes de conocimientos y sabiduría.

A mi madre, por haberme ofrecido de su apoyo económico y moral para realizar todos mis estudios. A mi hermana, hermanos y amigos que en muchas ocasiones invirtieron su tiempo en mí para ayudarme en mis deberes y enseñarme cuando era necesario.

A mis amigos que fueron parte de mi vida, y que en alguna etapa de mi formación influyeron en mi vida, gracias por estos años de compañía de alegrías y tristezas; en cada momento los tendré presente en mi corazón a cada uno por esos momentos que compartimos juntos en todos estos años.

ÍNDICE

1 MARCO TEÓRICO.....	19
1.1.1 Descripción botánica de la planta.....	19
1.1.2 Qué es un fertilizante	19
1.1.3 Uso de Fertilizantes.....	19
1.1.4 Necesidades de nutrientes	20
1.1.5 Lixiviación.....	20
1.1.6 Volatilización	20
1.1.7 Interacciones de fertilizaciones con el medio ambiente	20
1.1.8 Nutrición en altas densidades	20
1.1.9 Elaboración de plan de fertilización	21
1.2 Nitrógeno	21
1.2.1 Dinámica del nitrógeno	21
1.2.1.1 Fijación del nitrógeno.....	21
1.2.1.2 Mineralización.....	21
1.2.1.3 Des nitrificación.....	22
1.2.1.4 Oxidación amonio.....	22
1.2.1.5 Nitrificación.....	22
1.2.1.6 Fuentes de nitrógeno.....	23
1.2.1.7 Sulfato de amonio.....	23
1.2.1.8 Nitrato de amonio.....	24
1.2.1.9 Nitro fosfato.....	24
1.3 Potasio	25
1.3.1 Dinámica del K_2O	25
1.3.1.1 Potasio no disponible.....	25

1.3.1.2	Potasio disponible en forma lenta.....	25
1.3.1.3	Potasio disponible del suelo.....	26
1.3.2	Fuentes potasio K_2O	26
1.3.1.5	Cloruro de potasio.....	27
1.3.1.6	Nitrato de potasio.....	27
1.4	Determinación de materia seca.....	28
1.5	Exportación de nutriente	28
1.6	Eficiencia de uso de nutrimentos	28
1.7	Factor parcial de productividad	29
1.8	Balance de nutrientes	29
2	Diagnóstico o estudio de campo.....	30
2.1	Ubicación del ensayo.	30
2.2	Características agroecológicas de la zona.	30
2.3	Variables	30
2.3.1	Variables Independientes.	30
2.3.2	Variables Dependientes.	30
2.4	Tratamientos	32
2.5	Características de las unidades experimentales	33
2.6	Análisis estadístico	33
2.6.1	Materiales de campo	34
2.6.2	Materiales de oficina	34
2.6.3	Equipo de muestreo.....	34
2.7	Manejo del ensayo.....	34
2.7.1	Elaboración de cama germinadora	34
2.7.2	Recolección y selección de semilla	34
2.7.3	Siembra en cama germinadora.....	35

2.7.4	Selección del terreno	35
2.7.5	Trazado del terreno	35
2.7.6	El balizado	35
2.7.7	El hoyado.....	35
2.7.8	Trasplante	35
2.7.9	Riego del plátano	36
2.8	Manejo del experimento.....	36
2.8.1	Control de sigatoka	36
2.8.2	Fertilización	36
2.8.3	Exportación de nutrientes	37
2.8.4	Eficiencia de nutriente.....	38
2.8.5	Eliminación de hijuelos	38
2.8.6	Apuntalamiento	38
2.8.7	Control de malezas.....	38
2.8.8	El deshoje	38
2.8.9	Encinte	38
2.8.10	Enfunde	38
2.8.11	Cosecha	38
2.8.12	Recolección de muestras.....	38
2.8.13	Determinación de materia seca	39
2.8.14	Toma de muestra 2.....	39
3	Evaluación de los resultados.....	40
3.1	Exportación de nutrientes	40
3.2	Eficiencia de nutrientes	40
3.2.1	Factor parcial de productividad del Nitrógeno.....	41
3.2.2	Factor parcial de productividad del potasio	42

3.3	Balance Parcial de Nutrientes	43
3.3.1	Balance Parcial de Nutrientes del nitrógeno	43
3.3.2	Balance Parcial de Nutrientes del potasio	44
3.4	Propiedades químicas del suelo	45
3.4.1	pH.....	45
3.4.2	Concentración de nutrientes en el suelo	45
4	Conclusiones	47
5	Bibliografía	xxii

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Observaciones para una correcta evaluación de resultados en el uso de nutrientes (Brulsema & Snyder, 2007).....	29
Tabla 2.- Disposición de condiciones agroecológicas.....	30
Tabla 3.- Disposición de los tratamientos en estudio.....	32
Tabla 4.- Características de las Unidad Experimental.....	33
Tabla 6.- Cuadro de tratamientos.....	36
Tabla 7.- Promedios de resultados del Factor Parcial de Productividad, Balance Parcial de Nutrientes y exportación del N y K ₂ O en cultivo de plátano curare.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo del nitrógeno y los compartimentos orgánicos y minerales.....	23
Figura 2. Ciclo del potasio en el suelo según Schroeder modificado por Mejía (Salas, 1987).	26
Figura 3.- Rendimiento y Factor Parcial de Productividad del N en el cultivo de plátano curare.	41
Figura 4.- Rendimiento y Factor Parcial de Productividad del K ₂ O en el cultivo de plátano curare.	42
Figura 5.- Exportación y Balance Parcial de Nutriente del N en el cultivo de plátano curare.	43
Figura 6.- Exportación y Balance Parcial de K ₂ O en el cultivo de plátano curare.	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.- Elaboración de cama germinadora, Selección del colín y limpieza.	xxviii
Anexo 2.- Análisis de suelo toma de muestra 1 y 2.....	xxviii
Anexo 3.- Selección y trazado del terreno.	xxix
Anexo 4.- Análisis de suelo y fruto de las 18 muestras.	xxix
Anexo 5.- Análisis de varianza de exportación del Ca.	xxx
Anexo 6.- Análisis de varianza de exportación del K_2O	xxx
Anexo 7.- Análisis de varianza de exportación del Mg.	xxxí
Anexo 8.- Análisis de varianza de exportación del P.	xxxí
Anexo 9.- Análisis de varianza de exportación del N.....	xxxí
Anexo 10.- Análisis de varianza factor parcial de productividad del N.	xxxii
Anexo 11.- Análisis de varianza de factor parcial de productividad del K_2O . .	xxxii
Anexo 12.- Análisis de varianza de balance parcial de nutrientes del N.	xxxii
Anexo 13.- Análisis de varianza de balance parcial de nutrientes del K_2O	xxxiii
Anexo 14.- Condiciones pH del suelo.	xxxiii
Anexo 15.- concentración de macro-nutrientes en el suelo.	xxxiii

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión El Carmen, la granja está situada en el km 25 vía a Chone margen derecho a 270 msnm. El presente trabajo investigativo determinó el uso eficiente de macro-nutrientes en plátano curare (*Musa AAB*) con niveles de nitrógeno y potasio. Se empleó un Diseño de bloques completamente al Azar (DBCA), con tres repeticiones, con un arreglo factorial A x B. en la evaluación de los datos se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad en el programa de estadística INFOSTAT. Para la variable de exportación no se reportaron diferencias significativas en los macronutrientes tales como: Nitrógeno, Fosforo, Potasio y Calcio en la fruta del plátano curare. En la eficiencia de nutrientes se encontró que las dosis bajas tuvieron un rendimiento mayor, con 100 kg ha⁻¹ de N el Factor Parcial de Productividad (FPP) llegó a 235 kg de fruta por kg de nutriente y un Balance Parcial de Nutriente (BPN) de 0.29; por otro lado 200 kg de K₂O el FPP fue de 122 kg ha⁻¹ y el BNP de 0.73. En cuanto a las propiedades químicas del suelo se demostró que a dosis de N 100 kg ha⁻¹ y dosis altas de 300 kg ha⁻¹ de K₂O fueron las que obtuvieron las concentraciones de NH₄⁺ mayores en el suelo con 54ppm .

Palabras clave: Exportación, Balance, Rendimiento, Niveles de fertilización, Fertilizantes.

ABSTRATC

The present investigation was carried out in the agricultural engineering career of the Laica University "Eloy Alfaro" of Manabí Extension El Carmen; the farm is located at km 25 via Chone right margin at 270 masl. The present investigative work determined the efficient use of macro-nutrients in plantain curare (*Musa AAB*) with nitrogen and potassium levels. A completely randomized block design (DBCA) was used, with three repetitions, with a factorial arrangement of A x B with split plot. The evaluation of the data was carried out with the Tukey test at 5% probability in the INFOSTAT statistics program. For the export variable no significant differences were reported in the macronutrients such as: Nitrogen, Phosphorus, Potassium and Calcium in the banana fruit. In the efficiency of nutrients it was found that the low doses had a higher yield, with 100 kg ha⁻¹ of N the PPF reached 235 kg of fruit per kg of nutrient and a LBW of 0.29; on the other hand 200 kg of K₂O FPP was 122 kg ha⁻¹ and the BNP of 0.73. Regarding the chemical properties of the soil, it was demonstrated that at doses of N 100 kg ha⁻¹ and high doses of 300 kg.ha⁻¹ of K₂O were those that obtained the highest concentrations in the soil.

Keywords: Exportation, Balance, Yield, Fertilizer levels, Fertilizers.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del plátano barraganete es uno de los productos de más alta demanda a nivel mundial con una producción de 30 000 000 t en el año 2000, para el 2012 pasó a 37 000 000 t mostró un incremento del 1.74% anual según datos de (MAG, 2013). Hoy en día según (MAG, 2015), en los periodo analizados del (2014 y 2015), se presentó en el 2015 una producción promedio de 675 538 t. Estados Unidos es el destino principal de las exportaciones, representó un 62% del volumen total para el año 2014, seguido por el conjunto de países de la Unión Europea con un 21%, por último Colombia con el 15%. (ESPAC-INEC, 2015).

Ecuador ocupa el segundo lugar de países exportadores de plátano a nivel mundial, con una producción nacional de 604 133 t, de esta la región costa participa con 356 328 t; se estima que la provincia de Manabí representa el 38% de esta producción, el cantón El Carmen es la principal zona productora del país con alrededor de 228 021 t anual, con una superficie cultivable de 50 376 ha según datos de Pro Ecuador, (2015).

En el país se reportan como mono cultivo 108 421ha⁻¹ las cuales 68 313 ha⁻¹ tienen menos de 10 años, 25.589 ha⁻¹ entre de 10 y 20 años y 14 519ha⁻¹ con más de 20 años. A nivel nacional se fertilizan 13 634 ha⁻¹ que representa el 14 %, 8 403 ha⁻¹ el 9 % tienen sistema de riego y 10 555 ha⁻¹ el 11 % tienen control fitosanitario respectivamente. (INEC, 2013).

Aunque Ecuador está entre los países con mayor producción de plátano a nivel mundial, esta no corresponde a la totalidad de área sembrada, ya que en el campo se encuentran con diversos factores que tienen un impacto negativo en la producción, tales como: bajas densidades, ataque de plagas, deficiente fertilización y labores que no se emplean apropiadamente en las plantaciones. (Toapanta, Mite, & Sotomayor, 2003). El rendimiento promedio de producción de Manabí es de 4.53 t ha⁻¹ (INEC, 2013). Esta es baja si la comparamos con las producciones de México que en el 2013 fueron de 29.3 t ha⁻¹ (SIAP-SAGARPA, 2013).

De acuerdo con las proyecciones del Banco Mundial, la población en el mundo aumentará de seis mil millones de personas en 1999 a siete mil millones en 2020. Esto promueve a los productores por encontrar nuevas tecnologías, que cuanto más correctas sean mayor será la confianza consignada en ellas. Aquí entran los fertilizantes con su papel crucial ya que ellos suministran los nutrientes para incrementar los rendimientos, producción de alimentos y

cultivos comerciales de calidad, consecuentemente los ingresos de los agricultores (IFA, 2002). Así mismo (LAFARGUE, 2015) demostró que con la aplicación de tecnologías como la fertilización, incluso la más avanzada como otros compuestos estimulantes pueden mejorar la formación de racimos y el del retorno.

Los fertilizantes forman parte de las herramientas del conjunto que fomentan la agricultura sostenible con mirada hacia la seguridad alimentaria y mantener la productividad del suelo; donde todos formamos parte de un desafío para contribuir con las condiciones de vida de nuestra región (Berríos & Rodríguez, 2002). Alcanzar un nivel de rendimiento de producción equilibrada, mediante la aplicación de tecnología apropiada, sólo será posible bajo las siguientes condiciones: viabilidad económica, sustentabilidad ecológica y aceptación social (Hugo, 2017). De igual manera (Carlos, 2015) afirma que en cultivos industriales de alto rendimiento en condiciones ideales es una necesidad la reposición de nutrientes, para complementar las reservas que se encuentran en medios naturales.

(Palencia, Santos, & Martín, 2006) Afirman que el cultivo de plátano responde de muy buena manera a fertilización con Nitrógeno, Potasio y Azufre pero la cantidad va a depender de un respectivo análisis de suelo lo cual va a influir de manera más eficiente y económica en rendimiento y producción. Lo contrario indica (Bolaños, Morales, & Celis, 2002), quien después de llevar a cabo su investigación comprobó que en condiciones diferentes no registró diferencias a la aplicación de N P y K sin corregir otra deficiencia de Mg y Boro en las variables de desarrollo y producción.

(Yadav & Wall, 1998) Imaginaron que si se regulaban las dosis así mismo lo podrían hacer con el rendimiento, ya que los cultivos habían alcanzado su máximo rendimiento con estos ajustes realizados. Así (Caamal, Casas, & Urbano, 2014), recomienda que devolverle al suelo compuesto alimenticios es bueno y rentable, aunque el exceder las cantidades no sube los rendimientos al contrario, solo se está perjudicando el ambiente natural del suelo.

(Machín & López, 2012), indican que el uso excesivo de fertilizantes puede provocar un desbalance nutricional y la salinización del suelo, afectando así la capacidad productiva. Así mismo (Ojanama, Chota, & Gastón, 2012), afirman que al aplicar continuamente en exceso estos compuestos se acidifican los suelos; favoreciendo la erosión, afección de organismos (flora y fauna) y alterando las propiedades químico-físicas del suelo. De igual manera (Pérez, 2014) manifiesta que los cultivos que son influenciados con cantidades no ideales de fertilizantes no tendrán asegurado un buen rendimiento.

El objetivo general de la investigación fue: Evaluar el uso eficiente de macro-nutrientes en plátano curare (*Musa AAB*) con niveles de nitrógeno y potasio, en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí el Cantón El Carmen-Manabí. Los objetivos específicos fueron: Describir la interacción de los nutrimentos a nivel de suelo y en el fruto de plátano curare. Relacionar los niveles de nitrógeno y potasio con la producción, y concentración de macro-nutrientes en el suelo y el fruto y la hipótesis a verificar fue la siguiente: El uso eficiente de macro-nutrientes en el cultivo de plátano curare (*Musa AAB*), es influenciado por los niveles de nitrógeno y potasio.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1.1 Descripción botánica de la planta

La planta de plátano es una monocotiledónea perteneciente al orden Zingiberales, de la familia Musaceae, subfamilia Musoideae, del género *Musa*. Este género contiene de 30 - 40 especies diploides, hoy en día se conoce que a través de estos años solamente a las especies: *Musa acuminata* (plátano) *Musa balbisiana* (banano), se les ha dado la importancia por la actividad económica y comercial que generan. Se creó que inicialmente fueron introducidos junto a árboles en los tantos viajes de los españoles y continuamente por los padres dominicos trasladados por América (Mendoza, 2015).

1.1.2 Qué es un fertilizante

Según (FAO, 2002) argumenta que un fertilizante es un material cuyo origen pueden ser natural o industrializado, que contengan no menos del 5% de uno o más de los nutrientes primarios, los fertilizantes industrializados son llamados fertilizantes minerales. (Mendoza, 2015) Asevera que un abono es una “Sustancia química natural o sintética, utilizada para enriquecer el suelo y favorecer el crecimiento vegetativo de los cultivos”.

1.1.3 Uso de Fertilizantes

Desde hace muchos años el uso de los fertilizantes está en gran auge en la agricultura, puesto que es imprescindible para los suelos de baja fertilidad alcancen altos rendimientos de gran importancia en la agricultura sostenible de la actualidad. Se sospecha que los suelos tienen a disposición a todos aquellos nutrientes que los cultivos necesitan; sin embargo, no se conoce exactamente si los contienen en la cantidad adecuada para subir los rendimientos, esta es la razón de aplicar fertilizantes (Mendoza, 2015)

Indica que fertilizar tiene como objetivo disponer de un “almacén” o disponibilidad de nutrientes en suelo que permitan suplir los requerimientos que están faltando, con los abonos los rendimientos de los cultivos pueden a menudo duplicarse o más aún triplicarse (Lleida, 2014). Por otro lado la (IFA, 2002), afirma que fertilizar provee nutrimentos que los cultivos emplean para llevar sus procesos a cabo, sobre todo en suelos que históricamente han sido sobre explotados.

1.1.4 Necesidades de nutrientes

Del total de nutrimentos inmovilizados por la planta de banano, una de esta parte regresa al suelo mediante los residuos de la colecta de frutos, mientras que deben reponerse los removidos por el fruto. En una plantación de banano con un rendimiento de $30 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ de fruta, necesita para compensar las extracciones de N-P-K, un suministro 60 kg de N, 12.5 kg de P_2O_5 y 100 kg K_2O (Acón, Alpizar, & Wing, 2013).

1.1.5 Lixiviación

Según (Siavosh, Hernán, & Esnéider, 2015) La lixiviación es un fenómeno natural que se da en cualquier ecosistema, este ocurre con el desplazamiento de iones en solución por debajo de las raíces del cultivo y su movimiento hacia los cuerpos de agua. Por otro lado (Molina, 2014) indica que esta expresión surge con más frecuencia en ambientes húmedos y cálidos característicos de regiones tropicales, en donde los suelos áridos y semiáridos son viejos y meteorizados.

1.1.6 Volatilización

La volatilización es un proceso que se presenta cuando los elementos minerales en estado gaseoso se pierden en la atmósfera, se incurre cuando se aplican nutrientes que superan las necesidades de los cultivos y las pasturas. Sin tomar en cuenta que el exceso de fertilización, también se debe a que las raíces de la horticultura son poco profundas o pasa lo contrario. Como los nutrientes llegan fácilmente a profundidades inaccesibles para las raíces también se desperdician de otras maneras en el ambiente (Lukat & Sarteel, 2015).

1.1.7 Interacciones de fertilizaciones con el medio ambiente

Según (Berríos & Rodríguez, 2002), existen ciertos factores que deben considerarse para realizar una buena fertilización, tales como: densidad de población, balance y cantidad de nutrientes.

1.1.8 Nutrición en altas densidades

En plantaciones de alta densidad la producción es mayor por lo tanto los requerimientos de nutrientes son altos ya que los rendimientos son mejores, en comparación con cultivos convencionales empíricamente no se sabe si estos suelos tienen la disponibilidad de estos elementos o necesitan la reposición a sí mismo (Espinosa, Benalcazar, Chacon, & Suarez, 2001).

1.1.9 Elaboración de plan de fertilización

La persona responsable de elaborar y orientar un plan de fertilización es un técnico; cuyo trabajo es efectuar un análisis de suelos del lugar donde se va a instalar el cultivo, a partir de este se determinarían las fuentes y cantidades demandadas por cultivo (DANE, 2014).

1.2 Nitrógeno

El nitrógeno es un elemento nutricional esencial de las plantas; por lo tanto este elemento es responsable del incremento de proteínas, sintetizador de la clorofila integrando parte en el proceso de la fotosíntesis y estando directamente relacionado con la cantidad de hojas, brotes, tallos (YPF, 2015). El N proviene de la urea que por acción de los microorganismos es transformado a nitrato que es como la planta lo toma. Al mismo tiempo el Nitrógeno Nítrico regula la absorción de los cationes tales como Potasio, Calcio y Magnesio (Ruiz, 2016).

Según (Palomino, 2012), el N es el motor del desarrollo de la planta, que poco tiempo después de su aplicación revelará su acción. Sin embargo, señala que este elemento cuando es abonado de manera excesiva, tiende a producir un desequilibrio provocando mayor competencia entre las malezas, aumenta el ataque de plagas, produce pérdidas de producción, además y por consiguiente este se malgasta en el ambiente. Así mismo (Oscar, 2014), asevera que en el café este nutriente es requerido porque limita la productividad; en cuanto al exceso solo hay abundancia foliar más no de fructificación ya que es muy pobre.

1.2.1 Dinámica del nitrógeno

1.2.1.1 Fijación del nitrógeno

La fijación del nitrógeno ha sido estudiada por décadas porque esta labor es intervenida por una amplia diversidad de microorganismos tales como *Rhizobium* y *Frankia*, *Cyanobacteria*, *Azospirillum*; estos agentes mediadores contienen una sustancia llamada nitrogenasa, cuya función es la de fraccionar el enlace triple del nitrógeno molecular para producir amonio. Estos estudios se realizan en bacterias, que gracias a un biomarcador se pueden evidenciar los potenciales de estos procesos (Cerón & Aristizábal, 2012).

1.2.1.2 Mineralización

La mineralización está conformada por la degradación de la materia orgánica, tanto así que se conoce que la asimilación microbiana (inmovilización) es un proceso crítico que controla la utilización de N para las plantas, que unida con la relación C: N en cultivos y suelo, son hechos claves que perjudican las tasas de mineralización. Con todo esto se ha llegado a la

conclusión que deberían estudiarse las fracciones de materia orgánica para pronosticar la conducta de la tasa de mineralización del nitrógeno (Cerón et al., 2012).

1.2.1.3 Des nitrificación

En el proceso de la des nitrificación intervienen microorganismos como arqueas, bacterias y hongos, se entiende que esto pasa porque estos agentes se benefician de la capacidad de incorporar nitratos en su biomasa, lo que reduce su pérdida por lixiviación y des nitrificación. Esta actividad se induce por disposición de nitratos y nitritos y bajo situaciones limitantes de oxígeno (O₂) y se inhibe por exceso de oxígeno. Se conocen al menos 50 géneros de estos grupos interventores (Cerón et al., 2012).

1.2.1.4 Oxidación amonio

Las bacterias que intervienen en el proceso de oxidación se encuentran dentro de cuatro géneros: *Nitrobacter* (α -proteo bacteria), *Nitrospina* (δ -proteo bacteria), después del primer paso de la oxidación del amonio a nitrito sigue de nitrito a nitrato. La oxidación microbiana del amonio en situaciones anaeróbicas se lleva a cabo por las bacterias denominadas ANAMMOX de los géneros *Brocadia*, *Scalindua*, la fertilización del nitrógeno tiene un fuerte impacto en las poblaciones de estos grupos que se encuentran distribuidos en una infinidad de ambientes (Cerón et al., 2012).

1.2.1.5 Nitrificación

La nitrificación tiene un proceso de oxidación del amonio (NH₄⁺) a nitrito (NO₂⁻) que a continuación se oxida en (NO₃⁻), en suelos tratados con fertilizantes que contengan sales de amonio este paso es muy rápido; el caso es llevado a cabo por bacterias como la nitrosomas y nitrococcus (Costa & Ocete, 2016). Este proceso se otorgaba primero a bacterias quimiolitotroficas que son las encargadas de oxidar el amonio. Las Proteo bacterias principalmente son las que comienzan la transformación del (NH₄⁺) (Cerón et al., 2012).

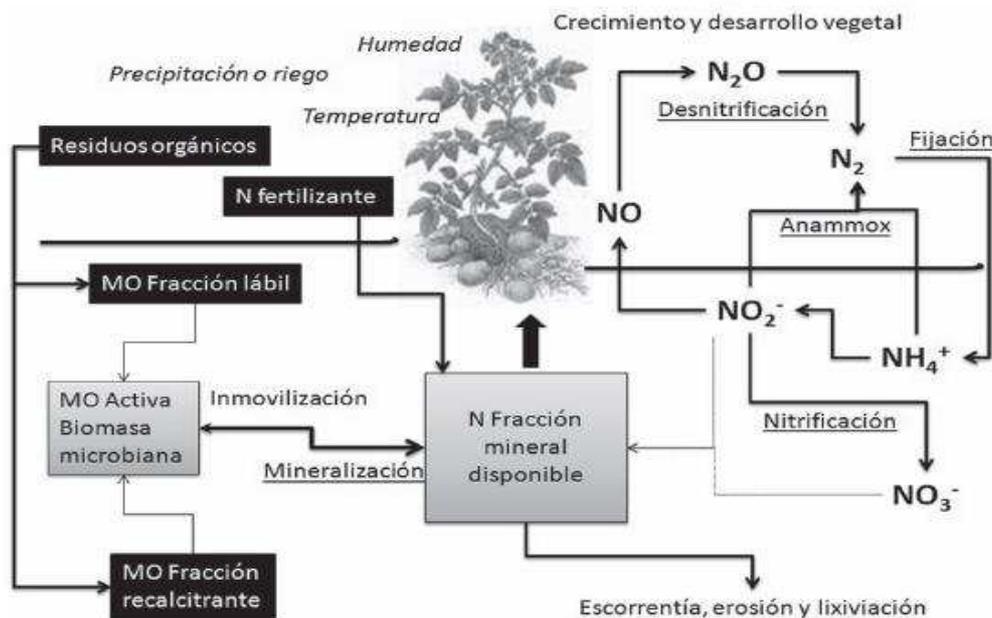


Figura 1. Ciclo del nitrógeno y los compartimentos orgánicos y minerales (Cerón et al., 2012).

1.2.1.6 Fuentes de nitrógeno

Según (FERTINOVA, 2016) indica la urea es el sólido granulado de mayor concentración de nitrógeno con un agente anti compactante (N). Las plantas lo demandan en grandes cantidades para crecer normalmente y realizar sus procesos. Es un compuesto de fácil manipulación que permite una distribución homogénea en el suelo. Cuenta con una combinación de nitrógeno nítrico, nitrógeno amoniacal, calcio y magnesio que lo hace un agregado muy eficiente en los cultivos a ser empleados (VAMDEMECUM, 2012). De igual manera la (FAO, 2002) menciona que elemento es tomado en forma de nitrato (NO_3^-) y de amonio (NH_4^+). Después del amonio y nitrato, la urea es el fertilizante más utilizado a nivel mundial, ya que es el de mayor concentración de nitrógeno, con un 46% (Navarro & Simon, 2014). La urea en periodos muy húmedos se convierte en amoniaco por la enzima ureasa, una parte se conserva en el suelo y otra desaparece a la atmósfera (Gina, 2015). Así mismo (Novoa, Gonzales, & Opazo, 2018) afirman que esto ocurre al quedar la materia orgánica o fertilizantes expuestos al ambiente sobre la superficie del suelo; produciéndose la oxidación de nitrógeno (gaseoso), por tanto se difunden en la atmosfera.

1.2.1.7 Sulfato de amonio

Según (YPF, 2015), el nitrógeno es un mineral esencial para los cultivos, formando parte de la célula, ya que es demandado en altas cantidades para llevar a cabo la fotosíntesis y realizar la fijación de clorofila. El sulfato de amonio fue un fertilizante de alto reconocimiento, hasta la revelación de la urea después de obtenerse de un proceso para la obtención de un producto más puro y de mejor calidad. Este producto aporta nutrientes con una singularidad de rápida absorción, altamente soluble, versátil, puede emplearse también en fertirriego,

La formulación es la siguiente:

Nitrógeno Total	21 % (amoniaco).
Azufre Total	24% (como sulfato).
Acidez Libre	0,1% humedad 1 %.
Peso Molecular	132.14.
Sólido granulado en bolsas de 50kg.	

1.2.1.8 Nitrato de amonio

El fertilizante nitrogenado más producido a gran escala era el nitrato de amonio, hoy en día esa simpatía ha ido desapareciendo en los últimos años. Este compuesto es recubierto con anti aglomerante ya que usualmente atrae la humedad del ambiente. Su popularidad en el uso en pasturas se debe a bajo desgaste por volatilización también utilizado en mezcla con otros nutrimentos para una aplicación rápida. Se puede emplear en fertirriego por su alta solubilidad (IPNI, 2012).

Su composición química es la siguiente:

Su fórmula química es: Nitrato de amonio.	
Nitrógeno total: 33-34 % (amoniaco).	
Solubilidad en agua: (20°C) 1990 g L	
Contiene la mitad de nitrato y la mitad de amoniaco	
Sólido granulado en bolsas de 50Kg.	

1.2.1.9 Nitro fosfato

El fertilizante Nitro Fosfato es considerado de gran valor, la utilización de esta tecnología es una gran ventaja en medida regional debido al su uso y aplicaciones que se le puede dar especialmente dada la composición. Los compuestos nitro fosfatados dependiendo de su uso puede poseer una extensa ventaja en disposición de nutrientes, aunque cada cultivo tiene sus necesidades nutricionales aun así sus beneficios son buenos. El envase se los realiza en bolsas impermeables para protegerlos de la humedad y prevenir su aglomeración (IPNI, 2012).

La Formulación es la siguiente:

Fórmula Química	nitro fosfato
Peso Molecular	80.04 g mol ⁻¹
Nitrógeno nítrico (N)	33%
Nitrógeno Amoniacal	16.5%
Nitrógeno Nítrico	16.5% (PACIFEX, 2014).

1.3 Potasio

Según (Rodríguez & Flórez, 2004), el potasio es un catión monovalente y junto con el nitrógeno son absorbidos en grandes cantidades por las plantas. Su absorción está ligado a la difusión del elemento y factores como contenidos abundante de calcio y magnesio, los cuales reducen su absorción. Este nutriente mineral se encuentra en abundancia en el citoplasma, su valor fisiológico radica en el papel que juega en el metabolismo de los carbohidratos y las proteínas. También contribuye a la economía del agua porque regula la apertura estomática.

Entre las enzimas en las cuales interviene el potasio, se encuentra la piruvato quinasa, enzima esencial de la respiración y en el metabolismo de los carbohidratos. En plantas deficientes de potasio se encuentran con una baja en los niveles de almidón, estancamiento en el desarrollo de la planta y aumento de compuestos nitrogenados solubles (Rodríguez & Flórez, 2004).

1.3.1 Dinámica del K₂O

1.3.1.1 *Potasio no disponible*

Este elemento se encuentra en los minerales (rocas). El K es liberado gradualmente por interperización, pero esta actividad sucede de forma lenta a tal punto que no se vuelve disponible para las plantas en desarrollo vegetativo. Sin embargo, cuando los suelos húmedos se secan puede darse que el potasio suba sus niveles aprovechable (Fuentes, 2014).

1.3.1.2 *Potasio disponible en forma lenta*

Este tipo de nutrimento es “fijado” o atrapado entre las capas de ciertas arcillas del suelo. Estas se contraen y se dilatan con los suelos secos y húmedos respectivamente, los iones (K⁺) pueden ser retenidos entre las capas haciéndose no aprovechable o disponibles muy lentamente. Este compuesto es tomado paulatinamente por los cultivos a través de reacciones de minerales, esto se produce en arcillas como la illita, que surgen de alguna forma alternativamente para desecharlo o fijarlo, todo esto depende de diversos factores. (Fuentes, 2014)

1.3.1.3 Potasio disponible del suelo

El K_2O disponible en forma inmediata se encuentra en la solución del suelo, más el potasio retenido en forma intercambiable de las arcillas y la materia orgánica. En los suelos que soportan contantemente variaciones de temperatura se incrementa el potasio intercambiable. Los coloides del suelo poseen cargas negativas que atraen los cationes, como el K^+ y repelen los aniones, como nitratos, de manera que los cationes son absorbidos (Fuentes, 2014).



Figura 2. Ciclo del potasio en el suelo según Schroeder modificado por Mejía (Salas, 1987).

1.3.1.4 Fuentes potasio K_2O

El potasio tiene su origen en rocas madres ricas de este mineral, la liberación de este elemento se da por descomposición permitiendo la presencia en la solución del suelo como ion (K^+) tomado por la planta sobre los minerales por los coloides del suelo (Novoa, Gonzales, & Opazo, 2018).

El potasio que se encuentra en el suelo está presente de 4 formas que están en un equilibrio dinámico: la primera el K^+ en la solución del suelo (1-2% del K total), la segunda K^+ intercambiable (1-10% del total), tercera K^+ no intercambiable (90-98% del K total), y como ultima K^+ mineral reserva semi-permanente. La rapidez de transformación que se muestra es muy rápida entre el K^+ en la solución del suelo y el K^+ intercambiable e inversamente, entre el K^+ intercambiable y el no intercambiable es aceptable su rapidez de transformación y es muy lenta en forma contraria, tanto así que esta reacción puede tardarse desde horas, hasta meses (Deambrosi, Méndez, & Castillo, 2015).

El cloruro de potasio a dosis que superan los 160 kg ha⁻¹ afecta el cultivo debido a que este tiende a empobrecer el llenado del fruto en todos sus aspectos. El potasio interviene como un activador en el metabolismo de las proteínas y carbohidratos, actúa en la apertura, cierre de estomas y la regulación osmótica, este elemento es tomado por las raíces en forma elemental (K⁺), Su escasez reduce el proporción de sacarosa y aumenta en exceso el contenido de almidón (Fuentes, 2014).

1.3.1.5 Cloruro de potasio

El fertilizante KCL tiene un extenso uso en cultivos con gran demanda de este nutriente por su relación con la acumulación de azúcares. Este compuesto está contraindicado en cultivos sensibles al Cl, además es inapropiado aplicarlo en suelos salinos. Entre las formas disponibles de potasio en suelo encontramos. 1.- El potasio intercambiable se encuentra retenido en las arcillas del suelo y 2.- También en la materia orgánica de la misma manera coloidal. El cloruro de potasio es fuente muy tradicional porque es utilizado mezclas físicas, ya que puede usarse en combinación con otros fertilizantes, debe estar almacenado en espacios secos con ventilación frecuente sin exceso de polvo ni contacto con el suelo de preferencia en palets o estibas. No debe ser usado pasado los seis meses (PACIFEX, 2014).

Características químicas y físicas

Fórmula Química: KCl

Peso Molecular: 74.60 g/mol

Potasio (K₂O): 60%

Cloruro (Cl) 46.7%

Fertilizante granulado.

1.3.1.6 Nitrato de potasio

El nitrato de potasio es la representación de la sal en el ácido nítrico, y se logra en el tratamiento del cloruro de potasio con ácido nítrico concentrado. La particularidad de este compuesto es que todo el nitrógeno que se encuentra presente en este es de disponibilidad inmediata para los cultivos, es un nutriente esencial para los cultivos, que junto al fósforo y al nitrógeno son los tres nutrientes requeridos e indispensables para las plantas, la forma de absorción es de manera iónica K⁺, es esencial para la formación de proteínas, colabora en el proceso de regulación del balance hídrico, también estimula la resistencia del cultivo en tiempos de sequía, es concurrente con la mayoría de fertilizantes sólidos granulados, apto para usos de fertiriego en el follaje, ya que tiene un alto grado de solubilidad de las sales

potásicas y su momento de aplicación puede ser en la siembra hasta treinta días pasados de la labor o al momento de la misma. (YPF, 2013)

Su formulación es la siguiente:

Nitrógeno Total 12 - 14 % (NO₃)

Potasio Total 43 - 45 % (K₂O)

Cloro 0.1 – 0.2 %

Humedad 0.1 %

Peso Molecular 100,1

Solubilidad (20°C) G/100g 31.6

Fertilizante Granulado sólido blanco cristalino.

1.4 Determinación de materia seca

Establecer el contenido de agua de los alimentos es una práctica esencial de nutricionistas del sector agrícola, ya que de este depende el valor del producto en el cual aumenta o disminuye, el método tradicional más utilizado para determinar la materia seca o secado de muestras se realiza mediante el uso de estufas donde se someten las muestras a temperaturas de circulación forzada a 65°C durante un lapso que varía entre las 24 a 72 horas para eliminar pérdidas por acción enzimática y respiración celular dependiendo del tipo de muestra (De La Roza, Martínez, & Argamentería, 2002).

1.5 Exportación de nutriente

Es la absorción de nutrientes minerales que realiza la planta, la cual se mide en el fruto, la extracción depende de algunos factores tales como: variedad, propiedades químicas y físicas del suelo, las condiciones y cambios climáticos y manejo del cultivo. (Quintero R. , 1995).

1.6 Eficiencia de uso de nutrimentos

Sé considera a la forma eficiente en como la planta utiliza los nutrientes que tiene a disposición en el ambiente para llevar a cabo sus funciones productivas (Ciampitti & García, 2008). La eficiencia es la utilización de nutrimentos, para que estos índices puedan ser evaluados hay que prestarles atención al tiempo el cual se va a tardar, ya sean periodos cortos o a largo plazo, aunque para cierto elementos la eficiencia se debe evaluar en periodos productivo corto, esta se estudia desde los rendimientos hasta la las extracciones que efectúan los cultivos (Stewart, W M, 2007).

1.7 Factor parcial de productividad

Representa la manera más simple de medir la eficiencia en producción de una plantación; se calcula con la unidad en rendimiento del cultivo por unidad del nutriente aplicado, se representa el rendimiento de cultivo en kg de fruta por kg de nutriente adicionado. (Brulsema & Snyder, 2007)

1.8 Balance de nutrientes

Como resultado de un proceso de relación que lo realiza la planta y el suelo esta se transforma en la diferencia entre la cantidad de nutrientes que entran y salen de un sistema definido en el espacio o cultivo determinado, estos nutrientes constituidos son restaurados por fertilizantes, abonos orgánicos (incluyendo residuos de cultivos no generados en el mismo lote), se presenta como kg de nutriente que sale de las cosechas por kg de nutrimento aportado. (Ciampitti & García, 2008). Así mismo (Gonzalvez & Pomares, 2008), afirman que el balance de nutrientes permite estimar las cantidades de nutrientes extraídos en kg después del resultado de la cosecha de productos.

Tabla 1.- Observaciones para una correcta evaluación de resultados en el uso de nutrientes (Brulsema & Snyder, 2007).

Consideración	Cálculo	Rangos en cereales
FPP Factor Parcial de Productividad	$FPP = R_N / D$	40 a 80 unidades de grano (kg) por unidad de nutriente (kg).
		< 1: sistemas deficientes en nutrientes
BPN Balance Parcial de Nutriente	$BPN = U_C / D$	> 1: Excesos en el sistema Ligeramente menos que 1 a 1 (sostenibilidad del sistema).

CAPÍTULO II

2 DIAGNÓSTICO O ESTUDIO DE CAMPO

2.1 Ubicación del ensayo.

El presente trabajo pertenece a la línea de investigación número 9, se basó en el análisis de propiedades químicas del suelo, exportación y eficiencia en el uso de macronutrientes, desde la etapa inicial hasta la cosecha, se procedió a tomar muestras de suelo al inicio y a la floración del cultivo, y la cosecha del fruto. El ensayo se estableció en la granja experimental río Suma de la universidad laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión el Carmen, provincia de Manabí, ubicada en el km 25 vía a Santo Domingo – Chone margen derecho.

2.2 Características agroecológicas de la zona.

Tabla 2.- Disposición de condiciones agroecológicas.

Factores	Promedios
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura (°C)	21-28
Humedad Relativa (%)	75-85
Heliofanía (Horas luz año ⁻¹)	1026.2-878.5
Precipitación media anual(mm)	2659-2800
Velocidad del viento	1.4 m s

Fuente INAMHI ,2016

2.3 Variables

2.3.1 Variables Independientes.

Niveles de fertilización

Dosis de Nitrógeno y Potasio

N: 100 y 200 kg ha⁻¹

K: 100, 200 y 300 kg ha⁻¹

2.3.2 Variables Dependientes.

Exportación de nutrientes

Es la absorción de nutrientes minerales que realiza la planta, la cual se mide en el fruto. la extracción depende de algunos factores tales como: variedad, propiedades químicas y físicas

del suelo, condiciones y cambios climáticos y manejo del cultivo (Quintero R. , 1995). Dependerá de las cantidades de elementos empleados y del cultivo establecido (Ventimiglia, Carta, & Rillo, 1999).

$$U = MS * CN\%$$

U: Contenido de nutriente en la porción cosechada kg ha^{-1}

MS: Materia seca de la fruta en kg ha^{-1}

CN%: Concentración de nutriente en la Materia Seca de la fruta en %

Factor Parcial de productividad, es la cantidad en kg ha^{-1} de rendimiento del cultivo, por la cantidad de nutriente aplicado cantidad en kg ha^{-1} (Brulsema & Snyder, 2007)

$$FPP = \frac{R}{D}$$

R: Rendimiento de la parcela kg ha^{-1}

D: Dosis de nutriente aplicada kg ha^{-1}

Balance Parcial de Nutrición, es la cantidad en (kg) de nutriente removido en la cosecha, por la cantidad (kg) de nutriente aplicado (Brulsema & Snyder, 2007)

$$BPN = \frac{U}{D}$$

U: Contenido de nutriente en la porción cosechada kg ha^{-1}

D: Dosis de nutriente aplicada kg ha^{-1}

2.4 Tratamientos

Los tratamientos nacen de la continuidad de una segunda fase investigativa, estos resultaron de la interacción, entre los factores A y B en total 18. Se emplearon 3 repeticiones por tratamiento.

Tabla 3.- Disposición de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Interacción	N	K₂O
T1R1	a1.b1	100	100
T2R1	a1.b2	100	200
T3R1	a1.b3	100	300
T4R1	a2.b1	200	100
T5R1	a2.b2	200	200
T6R1	a2.b3	200	300
T1R2	a1.b1	100	100
T2R2	a1.b2	100	200
T3R2	a1.b3	100	300
T4R2	a2.b1	200	100
T5R2	a2.b2	200	200
T6R2	a2.b3	200	300
T1R3	a1.b1	100	100
T2R3	a1.b2	100	200
T3R3	a1.b3	100	300
T4R3	a2.b1	200	100
T5R3	a2.b2	200	200
T6R3	a2.b3	200	300

2.5 Características de las unidades experimentales

A continuación se detalla las características de las unidades experimentales que se utilizaron en la ULEAM.

Tabla 4.- Características de las Unidad Experimental

Características de la parcela	
Forma de la parcela	Rectangular
Forma de la plantación	Cuadrangular
Distancia de la plantación (m)	3 x 1.50 m ²
Superficie del ensayo (m ²)	2187
Ancho	54
Largo	40.5
Tratamientos	6
Repeticiones	3
Número plantas a evaluar parcela	7
Número de plantas por tratamientos	27
Total de plantas del ensayo	486

2.6 Análisis estadístico

Para el correcto análisis de resultados se utilizó un diseño en bloques completo al azar (DBCA) para la exportación de nutrientes en el fruto (N, P, Ca y Mg), los se compararon mediante la prueba de tukey al 5% de probabilidad; el análisis de regresión se emplearon para las variables de eficiencia de nutrientes.

Tabla 5.- Esquema del ADEVA

Fuente de variación		Gl
Repetición	(r-1)	2
Factor A (Nitrógeno)	(a-1)	1
Factor B (Potasio)	(b-1)	2
Factor A * Factor B (N*K ₂ O)	(a-1) (b-1)	2
Error	(gl total – gl a – gl b – gl axb- gl rep)	10
Total	(t*r)-1	17

Instrumentos de medición aplicados

2.6.1 Materiales de campo

- Tanque de agua
- Podón
- Cañas
- Parqueadero
- Balanza (gr)
- Cabo
- Fertilizantes
- Desinfectantes de cromos
- Plaguicidas
- Fungicidas

2.6.2 Materiales de oficina

- Computadora
- Teléfono

2.6.3 Equipo de muestreo

- Lapiceros
- Cuadernos
- Sobre manila
- Marcadores

2.7 Manejo del ensayo

2.7.1 Elaboración de cama germinadora

Se realizó una cama germinadora con una distancia de 1m de ancho por 3 de largo con una profundidad de 20 cm en la cual se le colocó a una mezcla de 1 saco arena con 2 sacas aserrín de balsa colocando una capa de la mezcla de 5 cm de espesor, se aplicó un insecticida (cadusafos) para evitar la presencia de picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) que ocasiona daño en cormos con sus galerías evitando el desarrollo normal de la planta. (Anexo 1).

2.7.2 Recolección y selección de semilla

Se realizó la recolección de semilla (cormo) de plátano de la variedad curare enano de la plantación de la Granja Experimental de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, cuyo peso

aproximado fue de un kg. Se realizó la limpieza mecánica de los con machete y se retiró las partes en descomposición. (Anexo 1).

2.7.3 Siembra en cama germinadora

Se colocaron los cormos en la cama germinadora, se cubrieron con el resto de la mezcla para evitar que los rayos solares quemen el brote y se le efectuó un riego con una frecuencia de tres veces por semanas dependiendo del clima, permanecieron los colinos hasta que presentaron 4 hojas verdaderas luego se procedió al trasplante. Toma de muestra 1

Se realizó una toma de muestra de suelo con machete previo a la siembra, las mismas que fueron trasladadas hasta el laboratorio de la estación experimental Pichilingue-INIAP para sus respectivos análisis. (Anexo 2).

2.7.4 Selección del terreno

El terreno que se eligió en el trabajo investigativo, contó un espacio de 2 187 m², de los cuales la parcela o unidad experimental midió 121.5 m². Este trabajo se lo realizó previo al trasplante. (Anexo 3):

2.7.5 Trazado del terreno

Se utilizó cinta, piolas, estacas para realizar el cuadrado del terreno, para conocer el orden respectivos de las parcelas se realizó un sorteo al azar, los mismos que llevaron sus respectivas identificaciones. (Anexo 3).

2.7.6 El balizado

Se lo realizó para identificar la ubicación de las planta y para definir los límites entre parcelas y bloques; el distanciamiento de siembra fue de 3 m por hilera y 1.50 m entre planta, teniendo en total una población de 2 222 plantas ha⁻¹.

2.7.7 El hoyado

Se lo realizó con mediadas de 25 cm de ancho con una profundidad de 30 cm.

2.7.8 Trasplante

Se trasplantaron 486 plántulas, las cuales fueron sembradas todas el mismo día, se la ubicó en el hoyo y se le aplico (Rugby) como desinfectante, se las cubrió de tierra.

2.7.9 Riego del plátano

Este método consistió en llevar agua hasta el área de cultivo por medio de tanques. El agua es descargada en el terreno con regaderas. Esta es la acarreo hasta cada plántula trasplantadas en el lugar donde se llevó cabo la investigación, aplicando dos litros.

2.8 Manejo del experimento

2.8.1 Control de sigatoka

Para el control de sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*) en el cultivo de (*Musa AAB*) se realizó siete controles durante todo el ciclo de vida del cultivo en la cual se aplicó para el primer ciclo difenoconazol a una dosis de 0.4 lt ha⁻¹ más aceite 2 lt ha⁻¹ más emulsificante a 120 cc ha⁻¹. Segundo ciclo propiconazole a una dosis de 0.4 lt ha⁻¹ más aceite 2 lt ha⁻¹ más emulsificante a 120 cc ha⁻¹. Tercer ciclo mancozeb 1.5 kg ha⁻¹ más emulsificante a 120 cc ha⁻¹. Cuarto ciclo pyrimethanil 0.5 lt ha⁻¹. Quinto ciclo propiconazole a una medida de 0.4 lt ha⁻¹ más mancozeb 1 kg ha⁻¹. Sexto ciclo mancozeb 1.5 kg ha⁻¹ más 30 cc de ha⁻¹ de coadyuvante. Séptimo ciclo difeconazole a una dosis de 0.4 lt ha⁻¹ más 30 cc de coadyuvante.

2.8.2 Fertilización

Se realizó en tres fracciones; la primera cuando la planta presento 8 hojas desde el momento de trasplante, la segunda se llevó a cabo cuando presento la hojas 13 y como última aplicación esta se completó al tener la hoja 18. Para urea y muriato de potasio, se establecieron dos dosis estándares de micro esencial y sulfato de magnesio todas se fraccionaron de la siguiente manera.

Tabla 5.- Cuadro de tratamientos.

T=N.K	Fracciones (40 30 30)			
	Nitrógeno kg ha ⁻¹	Potasio kg ha ⁻¹	Fósforo kg ha ⁻¹	Magnesio kg ha ⁻¹
T1=a1.b1	100	100	100	100
T2=a1.b2	100	200	100	100
T3=a1.b3	100	300	100	100
T4=a2.b1	200	100	100	100
T5=a2.b2	200	200	100	100
T6=a2.b3	200	300	100	100

En la aplicación de Nitrógeno, Potasio y los otros fertilizantes las dosis fueron estandarizadas; los elementos en estudio se los fraccionó de la siguiente manera:

1 Fracción hoja 8:

Hoja 8 = 40 % de Urea

Hoja 8 = 40 % de Cloruro de potasio

Hoja 8 = 40 % Micro esencial

Hoja 8 = 40 % Sulfato de potasio

2 Fracción hoja 13:

Hoja 13 = 30 % de Urea

Hoja 13 = 30 % de Cloruro de potasio

Hoja 13 = 30 % Micro esencial

Hoja 13 = 30 % Sulfato de potasio

3 Fracción hoja 18:

Hoja 18 = 30 % de Urea

Hoja 18 = 30 % de Cloruro de potasio

Hoja 18 = 30 % Micro esencial

Hoja 18 = 30 % Sulfato de potasio

De esta manera se completó el 100% considerando los diferentes niveles en cada tratamiento con los fertilizantes empleados en la investigación.

2.8.3 Exportación de nutrientes

Se tomó el peso fresco y seco de la fruta, en todas las unidades experimentales; se trasladaron para su respectivo análisis de laboratorio, y se calculó la cantidad de nutriente que absorbe la fruta.

Las muestras fueron llevadas hacia el laboratorio AgroLab, para realizar un análisis de tejido N, P, K, Ca y Mg.

2.8.4 Eficiencia de nutriente

Se lo evaluó con las fórmulas indicadas de EA, FPP Y BPN.

2.8.5 Eliminación de hijuelos

Por objeto del estudio se eliminaron los hijos de las platas en el Manejo del experimento

2.8.6 Apuntalamiento

De manera preventiva se apuntaló las plantas para prevenir el volcamiento ocasionado por mal anclaje o alto peso del racimo, realizándolo con bambú o caña.

2.8.7 Control de malezas

El control de malezas se lo realizó utilizando guadaña mecánica y con machete cada vez que el crecimiento de las malezas así lo requirió en toda la etapa de la investigación. En un caso se usó glifosato por cuestiones de tiempo.

2.8.8 El deshoje

Se lo hizo durante todo el ciclo del cultivo para controlar las enfermedades, para esta labor se empleó la técnica de deshoje fitosanitario que consistió en eliminar parte de las hojas secas o necrosadas del área foliar, esta actividad se ejecutó con intervalo quincenal.

2.8.9 Encinte

Es una práctica que sirve para conocer la edad de la fruta y así poder establecer, el número de plantas que pueden o deben ser cosechadas en un momento determinado.

2.8.10 Enfunde

Este se efectuó en la etapa de floración para esto cubrió el racimo con una bolsa plástica perforada de (4micras de grosor), para impedir daños por insectos. Para contabilizar e identificar los racimos se amarró una cinta de color a la funda en el día de corte.

2.8.11 Cosecha

Se tomó en consideración el calibre (52-58 de diámetro) del fruto exigido para cajas tipo A, entre 8 a 10 semanas posteriormente al enfunde.

2.8.12 Recolección de muestras

Se realizó una toma de muestra de suelo con machete, de cada tratamiento de la investigación después de la floración, las mismas que fueron llevadas hasta la estación de Pichilingue-INIAP laboratorio donde se hizo el análisis (Anexo 2).

2.8.13 Determinación de materia seca

Se utilizaron las muestras escogidas en la cosecha, luego se llevaron hasta el laboratorio de la Granja de la Universidad, se picaron y se depositaron en un sobre manila y se sometieron a una temperatura de 70°C por 72 horas en la estufa, se utilizó la siguiente fórmula: $CMS (\%) = M1/M0 * 100$, donde CMS: contenido de materia seca (%), M1= peso seco de la muestra, M0= peso fresco de la muestra (De La Roza, Martínez, & Argamentería, 2002).

2.8.14 Toma de muestra 2

Para estas se tomaron dos dedos centrales de la segunda mano de cada racimo, se recogieron las muestras de cada tratamiento y repetición, fueron pesados y trasladados hasta el laboratorio AGROLAB (Anexo 2)

CAPÍTULO III

3 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1 Exportación de nutrientes

En los resultados obtenidos se demostró que con el estudio de diferentes dosis de N 100 y 200, y K₂O 100, 200, 300 kg ha⁻¹; no se encontraron diferencias significativas (P >0.05), lo cual afirma que la exportación no fue influenciada por los niveles de fertilización estudiados (Anexo 5, 6, 7, 8, 9).

Los nutrientes que mayor exportación presentaron en el cultivo de plátano curare, fueron: el K₂O con 131kg ha⁻¹, Ca con 41kg ha⁻¹ y N con 30 kg ha⁻¹ mientras que para el Mg y P estos no llegaron a superar los 21 kg ha⁻¹. De igual manera para Herrera. K. (2018), el cual estudio las mismas dosis y reportó que el nutriente de mayor exportación fue el K₂O con 165 kg ha⁻¹, el N con 82 Kg ha⁻¹, el Ca con 52 kg ha⁻¹, el Mg y P no superaron los 15 kg ha⁻¹. Estos resultados son similares a los obtenidos por (Guerrero Arcentales, 2018). En la que presentó su investigación con densidad de 2 222 plantas ha⁻¹ en la concentración del N 157.25, K 105.47, P 46.16, Mg 13, y el Ca 5 kg ha⁻¹. Comportamiento similar reportó Muñoz, (2015), la mejor eficiencia fisiológica a dosis de 120 kg de N, mostró una mayor concentración del elemento en el fruto. En cuanto a la eficiencia agronómica se obtuvo mejor respuesta a aplicaciones de 80 kg de N.

3.2 Eficiencia de nutrientes

En la tabla siete se encuentran representados los valores deducidos del balance parcial de nutrientes, factor parcial de productividad y exportación en sus diferentes niveles de estudio de N y K₂O.

Tabla 6.- Promedios de resultados del Factor Parcial de Productividad, Balance Parcial de Nutrientes y exportación del N y K₂O en cultivo de plátano curare.

Dosis	(D)	Rendimiento en kg (R)	FPP (R/D)	Exportación en kg (E)	BNP (E/D)
N	100	23463,9	234,66	119,9	0,29
	200	22933,4	114,68	141,8	0,15
	100	22126,0	221,27	111,95	1,12
K ₂ O	200	24324,2	121,63	145,42	0,73
	300	23145,8	77,15	135,18	0,45

3.2.1 Factor parcial de productividad del Nitrógeno

En la figura tres se encuentran representados los resultados del factor parcial de productividad de N.

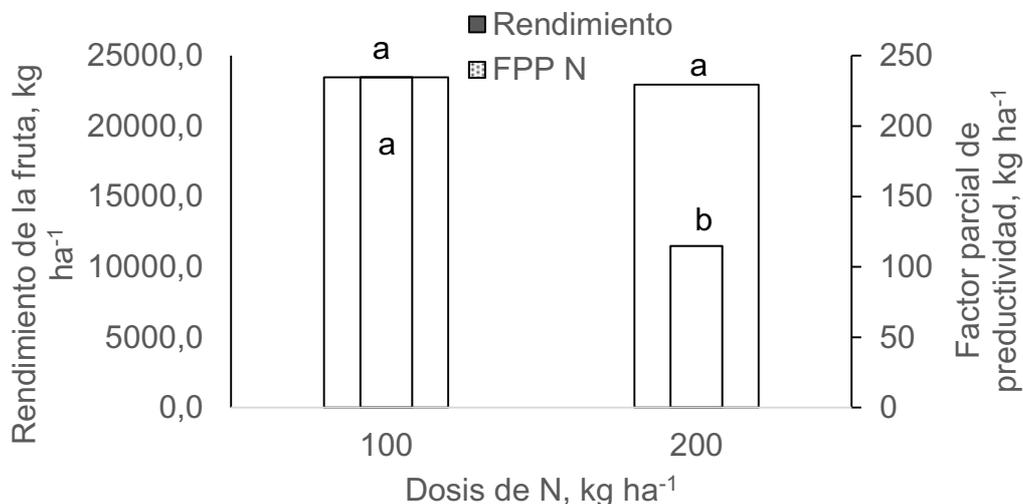


Figura 3.- Rendimiento y Factor Parcial de Productividad del N en el cultivo de plátano curare.

En los resultados representados en la figura 3 se demostró que con el estudio de diferentes dosis de N 100 y 200, y K₂O 100, 200, 300 kg ha⁻¹; se encontraron diferencias significativas para la variable Factor Parcial de Productividad ($P > 0.05$), el rendimiento no fue influenciado por los niveles de fertilización estudiados (Anexo 10).

Para el nitrógeno, el FPP el valor más alto se alcanzó con las dosis de 100 kg ha⁻¹ con un rendimiento de 234 kg ha⁻¹ de fruta por kg ha⁻¹ de nutriente aplicado, mientras las dosis de 200 tuvo un rendimiento de 229 kg ha⁻¹ y un FPP de 115, lo cual indica el gráfico que a dosis alta de nitrógeno el rendimiento es igual, con una eficiencia pobre, esto no quiere decir que sea malo porque en comparación con las dosis de 100 kg ha⁻¹ el rendimiento y el FPP fue alto, a la vez no es bueno ya que el cultivo está agotando las reservas del suelo y la fertilización no fue suficiente para suplir sus necesidades. De igual manera Herrera. K. (2018), utilizó densidades de 2222, dosis de fertilización de N 100, 200 y K₂O 100, 200, 300; a dosis de 100 kg de N para el FPP obtuvo un rendimiento de 363 kg de fruta por kg de nutriente aplicado. Este fenómeno se lo denomina ley de rendimiento decreciente, las dosis más altas su tendencia es disminuir los rendimientos. Esto sucede al conjugarse varios factores (dosis de fertilizantes) (Cardona, Pérez, Martínez, Rodríguez, & Morales, 2014).

Esto se puede comprobar con lo analizado por Puentes, Menjivar, Aranzazu, (2014), en la investigación realizada por en el Centro de Investigación de la Federación de Cacaoteros, en el Valle de Cauca- Colombia. Se evaluaron cuatro clones de cacao de sabor y aroma, la textura del suelo fue franco arcillosa, con edades de cinco años de los cultivos. ICS-95, CCN-51, ICS 39 Y TSH-565; las dosis del T1 fueron N-2.4, P-33.0 y K-139.3, para el T2 fueron N-4.7, P-66.8 y K-278.6, el T3 fueron de N-11.6, P-99.9 y K-418.3 y para el T4 fueron de N-13.9, P-134.1 y K-557.6. En los resultados obtenidos se puede corroborar que las dosis bajas tienen mejor respuesta en rendimiento tanto así que el CCN-51 T1 con (16.28 kg) fue el de mayor rendimiento, luego se encuentra que el ICS-39 T2 con (10.90 kg), seguido del ICS-92 T2 con (9.04), y por último el clon TSS-565 con (5.14).

3.2.2 Factor parcial de productividad del potasio

En la figura cuatro se encuentran representado el análisis del factor parcial de productividad de K_2O .

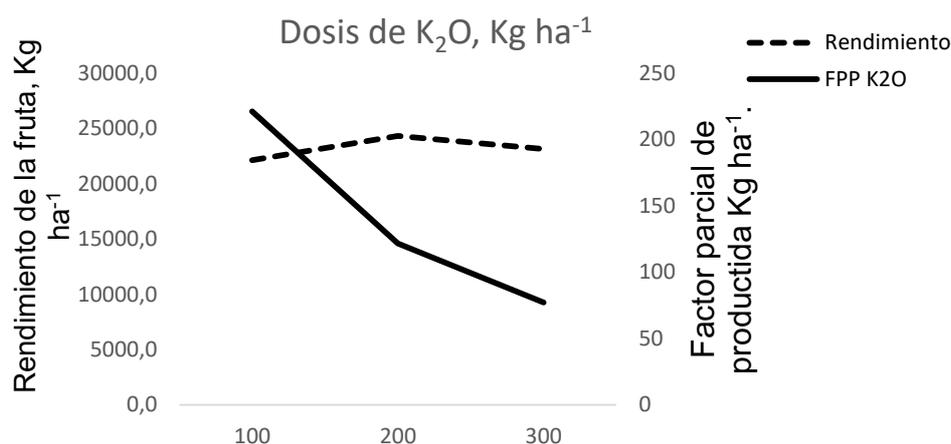


Figura 4.- Rendimiento y Factor Parcial de Productividad del K_2O en el cultivo de plátano curare.

En la variable Factor parcial de productividad de la figura 4 se encontró influencias estadísticas ($P > 0.05$), con niveles de fertilización de N 100 y 200, y K_2O 100, 200, 300 $kg\ ha^{-1}$; el que el rendimiento no fue influenciado con los niveles de fertilización (Anexo 11).

En el Potasio, nos muestra que a dosis bajas el FPP es alto con un media de 221, las dosis altas disminuyeron el FPP a 77, el rendimiento en los diferentes niveles estudiados sufrieron un cambio estable. Conducta similar reportó Herrera. K, (2018), en el cual en dosis de 100 Kg de N el FPP fue el más alto, con 383 kg de fruta por kg de nutriente aplicado.

Caso contrario ocurrió en la investigación Remache, Mora, Durango & Morales, (2016), ejecutada en Patricia Pilar, provincia de Los Ríos, Ecuador, el objetivo fue determinar la eficiencia de la fertilización con N y la variación en la absorción de macronutrientes por efecto de 4 niveles de N (0, 66, 132 y 198 kg ha⁻¹), en un híbrido promisorio de maíz, durante la época seca, con distanciamiento de 0.80 m entre hileras y 0.20 m entre plantas dentro de la hilera, con una densidad de 62 500 plantas ha⁻¹. Los resultados mostraron que con la aplicación de 198 kg de N ha⁻¹, se mejoró la extracción de P₂O₅ (39.1 kg ha⁻¹), K₂O (35.8 kg ha⁻¹) y S (3.0 kg ha⁻¹); además, el híbrido promisorio respondió a dosis de N mayores de 132 kg ha⁻¹.

3.3 Balance Parcial de Nutrientes

3.3.1 Balance Parcial de Nutrientes del nitrógeno

En la figura cinco se encuentran representado el análisis del balance parcial de nutrientes de N.

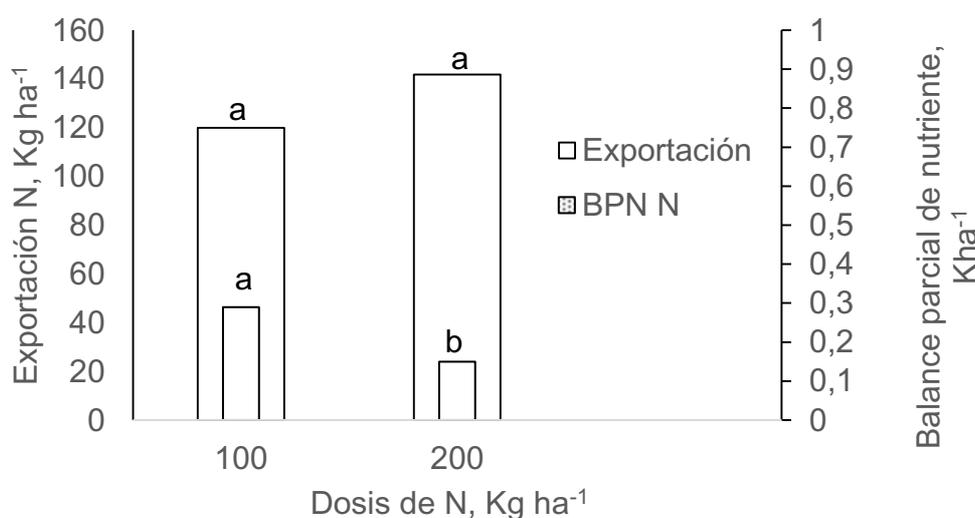


Figura 5.- Exportación y Balance Parcial de Nutriente del N en el cultivo de plátano curaçao.

Para el Balance Parcial de Nutriente en la figura 5, en el análisis reportó que las dosis estudiadas tuvieron diferencias significativas ($P > 0.05$), con niveles de fertilización de N 100 y 200, y K₂O 100, 200, 300 kg ha⁻¹; esta variable alcanzó una exportación de 142 kg con dosis de 300 kg ha⁻¹ (Anexo 12).

En el Nitrógeno el BPN que se presentó más alto fue con aplicaciones de 100 kg ha⁻¹ una exportación de fruto 120 kg y un balance de 0.29 kg ha⁻¹, mientras que en dosis de 200 kg ha⁻¹ el BPN alcanzó 0.15 kg ha⁻¹, a dosis alta de N la exportación es igual que a dosis baja,

haciendo comparación con las dosis de 100 y 200 kg ha⁻¹ de N la exportación no cambia pero el BPN es alto a la dosis de 100 (Anexo 12). El mismo indicador es mayor a los encontrados por Herrera. K, (2018), el BPN que más se reportó fue con 100 kg ha⁻¹ con un balance de 0.78 kg ha⁻¹, con dosis de 200 kg ha⁻¹ el BPN llegó con 0.42 kg ha⁻¹.

Es posible que en esta variable, cuando se conjugan varios factores (dosis de fertilizantes), a menudo no sea una constante conseguir las eficiencias en dosis altas, también se puede conseguir con dosis bajas, como lo indican Marouani & Harbeoui, (2015), en la investigación ejecutada en Palmira, Colombia en el Centro Técnico de la Papa y de la Alcachofa, en la provincia de Manouba a 238 m.s.n.m, en suelos de texturas limo-arcillosa, usaron tres tratamientos de N (0, 50 y 200 kg ha) y tres variedades de papa: Spunta, Bellini y Atlas. El objetivo fue la evaluación de la eficiencia del uso de N en las condiciones agronómicas tunecinas del cultivo de papa. La aplicación de la dosis alta de N (200 kg ha) incrementó los rendimientos de las variedades Spunta (37.6 t ha) y Bellini (39 t ha) en comparación con los lotes testigo; cuando se aplicaron las dosis de N (50 kg ha), estas variedades presentan rendimientos bajos y similares al testigo, siendo de 21 y 22 t ha de tubérculos.

3.3.2 Balance Parcial de Nutrientes del potasio

En la figura seis se encuentran representado el análisis del balance parcial de nutrientes de K₂O.

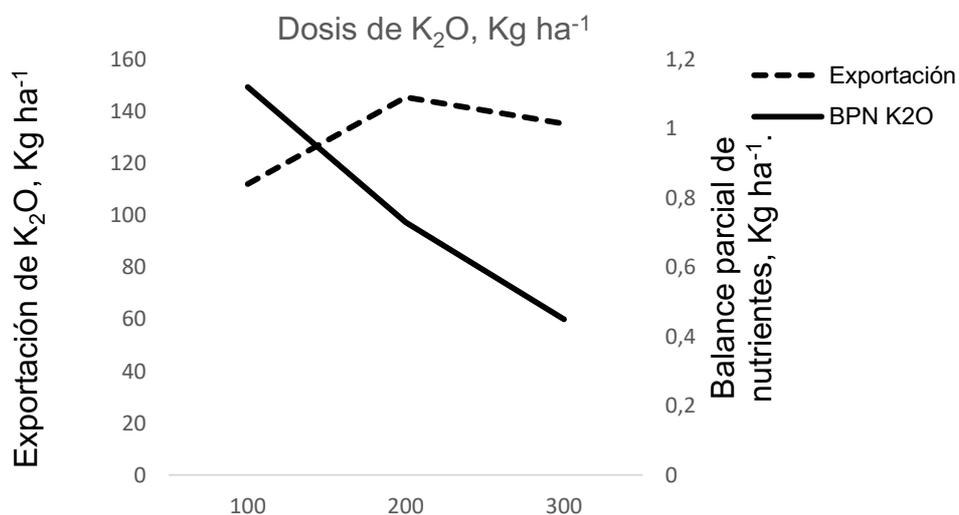


Figura 6.- Exportación y Balance Parcial de K₂O en el cultivo de plátano curare.

En el análisis se reportó que las dosis estudiadas tuvieron influencias significativas ($P > 0.05$), para el Balance Parcial de Nutriente figura 6, con niveles de fertilización de K₂O 100, 200, 300

kg ha⁻¹; esta variable alcanzó un exportación de 145.42 kg a dosis de 200 kg ha⁻¹ y el BNP de 0.73 (Anexo 13).

En el K₂O se puede apreciar que cuando las dosis de fertilizantes estudiado es 100 kg ha⁻¹ presenta un balance de 1.12 kg ha⁻¹ pero la exportación no es tan buena, por otro lado la dosis de 200 kg ha⁻¹ en el BPN baja alcanzando 0.73 y la exportación sube a 145.42 kg ha⁻¹. El factor parcial de productividad se ve afectado de manera negativa ya que a niveles más altos tiende a disminuir (Anexo 13). En este indicador son mayores los que reportó Herrera. K, (2018), con dosis de 100 kg ha⁻¹ el BPN fue de 1.69.

3.4 Propiedades químicas del suelo

3.4.1 pH

El pH mostró diferencia matemáticas con los resultados obtenidos por el análisis de suelo, se evidenciaron cambios en los valores del pH del suelo a niveles estudiados de fertilización con Nitrógeno y Potasio. Las condiciones del pH desde el inicio del establecimiento del cultivo y al ser sometido a fertilizaciones, con dosis de 100 kg ha⁻¹ de Nitrógeno y niveles de 100 y 200 kg ha⁻¹ de K₂O, disminuyó la concentración del pH desde 7.2 hasta 5.2 ante la aplicación de nutrientes(Anexo14). Según (Rosas, Puentes, & Menjivar, 2017) este fenómeno ocurre porque en las tierras cultivadas los suelos son ácidos, en esta acción se libera H⁺, los mismos que reaccionan con nutrientes y agua acidificando el suelo.

Igual similitud tiene con la investigación de Herrera. K, (2018), el pH mostró la misma particularidad al inicio se presentó con 6.1 y para la etapa de floración sucedió que de igual manera después de establecer el cultivo y ejecutar la aplicación de fertilizantes el potencial hídrico disminuyó.

3.4.2 Concentración de nutrientes en el suelo

Para el Nitrógeno las cantidades de (40-50 ppm) que se presentaron al final de la fase de investigación presentaron una tendencia creciente en la concentración en el suelo en 54 ppm con interacciones de 100 de N y con 300 de K₂O. Por otro lado el P descendió su concentración de 6 ppm hasta 2 ppm en la solución de la capa arable, en comparación con la medición obtenida al inicio de la investigación. En lo que se refiere a potasio se encontraba con 0.80 meq 100 ml⁻¹ al final de la fase presentó tan solo 0.22 meq 100 ml⁻¹, el Ca no alcanzo cambios exorbitantes, al contrario de Mg este tuvo cambios muy notorios ya que en el inicio del ensayo contaba con 2.8 meq 100ml⁻¹ y al final del periodo de ensayo llegó con

1.8 meq 100 ml^{-1} con dosis de 100 kg ha^{-1} de N y 200 kg ha^{-1} de K_2O (Anexo 15). Estos resultados lo asevera la IFA, (1992), al afirmar que en los suelos donde se han abandonado por la agricultura la concentración de N, es mayor debido a que se acumulan nutrientes por descomposición de residuos vegetales.

La misma conducta sucedió con Herrera, K. (2018), en la concentración de nutrientes ya que estos disminuyeron con la aplicación de fertilizantes, en dosis de 100 kg ha^{-1} de N y 100, 200, 300 kg ha^{-1} de K_2O . Sin embargo todos los nutrientes mostraron una tendencia más uniforme en la concentración de nutrientes en el suelo.

4 Conclusiones

La exportación, concentración de nutrientes y el pH del suelo, no fueron influenciadas por las dosis de nitrógeno y potasio, por otra parte, la exportación fue diferente para cada macroelemento, indistintamente de las dosis de N y K empleadas se exportaron de la siguiente manera K_2O , Ca, N, Mg y P.

Las propiedades químicas del suelo variaron del inicio al final de la investigación, ya que disminuyeron su concentración a excepción de N que subió su concentración final en el suelo

En cuanto al factor parcial de productividad y balance parcial de nutrientes, se presentaron diferencias significativas de las dosis tanto de nitrógeno como potasio; a medida que se incrementan las dosis, estos parámetros de eficiencia disminuyen, por lo tanto los nutrientes son mejor aprovechados por las plantas en dosis bajas.

Al relacionar el rendimiento con el factor parcial de productividad; y exportación con balance parcial de nutriente para cada dosis 100, 200 y 300 kg de potasio se encontró diferencias significativas, estos interactúan en dosis ligeramente superior a 100; por lo que se estima que el rango oscila alrededor de 120-150 kg de K_2O entonces se asumiría que estas serían la dosis óptima de este elemento.

5 Bibliografía

- Acón, H. J., Alpizar, O. L., & Wing, C. J. (2013). PERCOLACIÓN Y LIXIVIACIÓN DE NUTRIMENTOS EN SUELOS BANANEROS AL ESTE DEL RÍO REVENTAZÓN,. agronomía mesoamericana.
- Berrios, G. M., & Rodríguez, C. M. (DICIEMBRE de 2002). Guía Técnica CULTIVO DE Plátano. CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA.
- Bolaños, M. M., Morales, H., & Celis, D. L. (2002). Fertilización y residualidad de nutrientes, en el cultivo de plátano (Musa AAB) en un andisol del Quindío Colombia. Acorbat.
- Brulsema, T., & Snyder, C. (June de 2007). Nutrient Use Efficiency and Effectiveness in North America:. A publication of the International Plant Nutrition. -IPNI.
- Caamal, P. Z., Casas, G. R., & Urbano, L.-d.-M. B. (2014). OPTIMIZACIÓN ECONÓMICA Y AMBIENTAL DE LA FERTILIZACIÓN EN EXPLOTACIONES DE UNA REGIÓN EUROPEA. redalyc REVISTA CHAPINGO SERIE HORTICULTURA, vol. 20, , núm. 1, 2014,.
- Cardona, Y. G., Pérez, F. K., Martínez, F. L., Rodríguez, S. N., & Morales, L. O. (30 de agosto de 2014). “Demostración práctica de la Ley de rendimientos decrecientes en la producción de Frijol y Maíz”.
- Carlos, R. W. (2015). Analisis Del Impacto De Los Fertilizantes Sobre La Produccion Agricola. Chile.
- Cerón, R. L., & Aristizábal, G. F. (01 de junio de 2012). Nitrogen and phosphorus cycles dynamic. redalyc, vol. XIV(núm. 1), pp. 285-295.
- Ciampitti, I., & García, F. (2008). Balance y eficiencia de uso de los nutrientes en sistemas agrícolas 1. IPNI(No. 18IV).
- Costa, J. M., & Ocete, S. C. (2016). NITROGENOS EN EL SUELO. COLOMBIA.
- DANE. (Abril de 2014). El cultivo del plátano (Musa paradisiaca), un importante alimento para el mundo. SISTEMA DE INFORMACION DE PRECIOS Y

ABASTECIMIENTO DEL SECTOR AGROPECUARIO(22), Boletín MENSUAL
INSUMOS Y FACTORES ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN.

De La Roza, D. B., Martínez, F. A., & Argamentería, G. A. (2002).
DETERMINACIÓN DE MATERIA SECA EN PASTOS Y FORRAJES A
PARTIR DE LA TEMPERATURA DE SECADO PARA ANÁLISIS.
REDALYC.

Deambrosi, E., Méndez, R., & Castillo, J. (junio de 2015). ELEMENTOS A
CONSIDERAR EN LA INCLUSIÓN DE POTASIO EN LA INIA .

Espinosa, J., Benalcazar, S., Chacon, A., & Suarez, D. (2001). FERTILIZACION DE
PLATANO EN ALTAS ENSIDADES. CORPOICA.

FAO. (2002). Los Fertilizantes y su Uso . (R. Marbeuf, Ed.) FAO - IFA.(Cuarta ed.), 7.

FERTINOVA. (2016). COMPORTAMIENTO DE NITROGENO EN EL SUELO.

Fuentes, M. J. (2014). EVALUACIÓN DE CUATRO NIVELES DE POTASIO (KCl)
SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL PLÁTANO (Musa
paradisíaca, Musaceae), EN ALDEA SAN ISIDRO, MALACATÁN, SAN
MARCOS”. Universidad Rafael Landívar Facultad de Ciencias Ambientales y
Agrícolas Campus de Quetzaltenango, GUATEMALA.

Gina, A. C. (2015). MORFOLOGÍA PRODUCCIÓN Y EFICIENCIA DEL USO DE
NITRÓGENO EN PLÁTANO BARRAGANETE (Musa paradisíaca ABB),
MEDIANTE DOSIS Y FRACCIONAMIENTOS. UNIVERSIDAD LAICA
“ELOY ALFARO” DE MANABÍ EXTENSIÓN EN EL CARMEN, EL
CARMEN – ECUADOR.

Gonzalvez, V., & Pomares, F. (Diciembre de 2008). la fertilizacion y el balance de
nutrientes en sistemas agroecologicos. SEAE.

Herrera, O. K. (18 de ENERO de 2018). NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN LAS
PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO Y LA EFICIENCIA EN EL USO
DE NUTRIENTES CV CURARE ENANO.

- Hugo, C. (2017). CULTIVO DE ARROZ CON RIEGO- CONSTRUCCION DE CANAL DE DRENAJE (VALOS)-CONSTRUCCION DE RESERVORIO PARA AGUA.
- IFA. (1992). los fertilizantes y sus usos. fertilizer.
- IFA, F. e. (2002). LOS FERTILIZANTES Y SU USO. Cuarta edición.
- INEC. (2013). DEPARTAMENTO DE ESTADISTICAS .
- IPNI. (2012). Las 4 razones de la nutrición de plantas. En “Uso Eficiente de Nutrientes” San Jose Costa rica. .
- LAFARGUE, M. P. (2015). PROPUESTA DE UN MODELO MATEMATICO PARA LA PREDICCIÓN DEL EFECTO DE APLICACION POR INYECCION DE BIOESTIMULANTES Y FERTILIZACION AVANZADA AL SISTEMA VASCULAR DEL CULTIVO DE PLATANO BARRAGANETE (Mussa AAB paradisiaca). UDLA.
- Lleida, O. B. (2014). AGRONOMÍA DEL CULTIVO DEL ARROZ EN RIEGO POR ASPERSIÓN: VARIEDADES, RIEGO, FERTILIZACIÓN Y CONTROL DE MALAS HIERBAS”. cita.
- Lukat, E., & Sarteel, M. (2015). El cierre de los ciclos de minerales en las explotaciones agrícolas. (E. Dooley, Ed.) COMISION EUROPEA.
- Machín, B. N., & López, M. F. (2012). AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE. Tenerife.
- Marouani, A., & Harbeoui, Y. (13 de 01 de 2015). Nitrogen use efficiency in potato crop (Solanum tuberosum L.). redalyc-Acta Agronómica, vol. 65(núm. 2, 2016,).
- Mendoza, Z. L. (2015). “ESTUDIO DE DOS NIVELES DE N, TRES DE CaO Y APLICACIONES ADICIONALES DE S, Ca + Zn + B + Mn, EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO EN EL CULTIVO DE PLÁTANO (Musa paradisiaca L.)”. UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, MILAGRO-ECUADOR.

- Molina, E. (2014). ACIDEZ DE SUELOS Y USO DE ENMIENDAS. Centro de Investigaciones Agronómicas, UNO.
- Muñoz, C. G. (FEBRERO de 2015). MORFOLOGÍA PRODUCCIÓN Y EFICIENCIA DEL USO DE NITRÓGENO EN PLÁTANO BARRAGANETE (Musa paradisiaca ABB), MEDIANTE DOSIS Y FRACCIONAMIENTOS.
- Navarro, G., & Simon, N. (2014). Fertilisantes: Química Y Acción. (N. Ginez, Ed.) Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Novoa, R., Gonzales, S., & Opazo, G. (2018). BUENAS PRÁCTICAS DE MANEJO DE FERTILIZANTES. INIA. CHILE: CRI PLATINA.
- Ojanama, R. G., Chota, A. F., & Gastón, P. C. (2012). Efectos de los fertilizantes químicos en el suelo por producción de arroz.
- Oscar, P. (Noviembre de 2014). EL NITRÓGENO EN EL CULTIVO DE CAFÉ. NUTRICIÓN DE PRECISIÓN.
- PACIFEX. (2014). Cloruro de potasio.
- PACIFEX. (2014). FOSFONITRATO. FICHA TÉCNICA, JALISCO.
- Palencia, G. E., Santos, R., & Martín, J. E. (2006). Manejo sostenible del plátano. Bucaramanga, Colombia.
- Palomino, H. H. (2012). Manual de Nutrición Y Fertilización De La Quinua. CARE PERU.
- Pérez, V. J. (2014). Uso de los fertilizantes y su impacto en la. Universidad Nacional de Colombia, MEDELLÍN, COLOMBIA.
- Puentes, P. Y., Menjivar, F. J., & Aranzazu, H. F. (16 de Mayo de 2014). eficiencia en el uso de nitrógeno, fósforo y potasio en clones de cacao (Theobroma cacao L.). Bioagro, 26.
- Quintero, R. (1995). Fertilización y Nutrición. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia, Cali, CENICAÑA, 153-177.

- Remache, M. C., Mora, R., Durango, W., & Morales, F. (30 de 11 de 2016). ABSORCIÓN DE MACRONUTRIENTES Y EFICIENCIA DEL N, EN HÍBRIDO PROMISORIO DE MAÍZ. PATRICIA PILAR, ECUADOR1. *Agronomía Costarricense*, 41.
- Rodríguez, S. M., & Flórez, R. V. (2004). (M. & Guzmán, Ed.) *TECNOLOGÍAS Y PROGRAMACIÓN EN AGROPLASTICULTURA*.
- Rosas, P. G., Puentes, P. Y., & Menjivar, F. J. (diciembre de 2017). Relación entre el pH y la disponibilidad de nutrientes para cacao en un entisol de la Amazonia colombiana. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria Colombiana*.
- Ruiz, S. R. (2016). *CARACTERÍSTICAS DE ALGUNOS FERTILIZANTEWS NITROGENADOS PARA USO EN GOTEOS*. INIA.
- Salas, G. D. (1987). *Suelos y Ecosistemas Forestales*. IICA. , primera edición vol.XVIII(1).
- SIAP-SAGARPA. (2013). *Panorama del Plátano 2014. Estadística de Censo*, Secretaria de Hacienda y Crédito Público, Financiera Nacional de Desarrollo. informe de censo estadístico, Mexico.
- Siavosh, S. K., Hernán, G. O., & Esnéider, A. S. (ENERO de 2015). Lixiviación de nutrientes en suelos de la zona cafetera Prácticas que ayudan a reducirla. (S. M. L., Ed.) *cenicafe*.
- Stewart, W M. (15 de Octubre de 2007). *Consideraciones En El Uso Eficiente De Nutrientes*. (J. Espinosa, Ed.) IPNI - International Plant Nutrition Institute(67).
- Toapanta, J., Mite, F., & Sotomayor, I. (14 de Marzo de 2003). Efecto de la fertilización y altas densidades de plantas sobre el rendimiento del cultivo de plátano. *Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo*, 1.
- VAMDEMECUM, A. (2012). *UREA*.
- Ventimiglia, L., Carta, H., & Rillo, S. (9 de Julio de 1999). *International Plant Nutrition Institute*. IPNI.

Yadav, S., & Wall, D. (1998). Benefit-cost analysis of best management practices implemented to control nitrate contamination of groundwater.

YPF. (2013). nitrato de potasio.

YPF. (2015). FERTILIZANTES NITROGENADOS.

YPF. (2015). SULFATO DE AMONIO.

ANEXOS

Anexo 1.-Elaboración de cama germinadora, Selección del colín y limpieza.



Anexo 2.- Análisis de suelo toma de muestra 1 y 2.



Anexo 3.- Selección y trazado del terreno.



Anexo 4.- Análisis de suelo y fruto de las 18 muestras.

AGROLAB
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AGRICOLA ECUATORIANO

RESULTADOS: ANÁLISIS DE Ca, K, Mg, P, N

Datos del cliente		Referencia	
Cliente:	SR. JORDAN MONROY	Número Muestra:	DEL 1 AL 17
Tipo muestra:	PLATANOS	Fecha Ingreso:	01/02/2018
Identificación:		Impreso:	15/02/2018
		Fecha entrega:	16/02/2018

N° MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	Ca	K	Mg	P	N
M9	R1 T1	0,75	1,76	0,29	0,07	0,40
M10	R1 T2	0,73	1,71	0,29	0,07	0,40
M11	R1 T3	0,73	1,88	0,29	0,07	0,40
M13	R1 T5	0,73	2,09	0,29	0,07	0,40
M2	R1 T6	0,70	1,62	0,29	0,07	0,40
M5	R2 T1	0,70	1,97	0,29	0,07	0,50
M4	R2 T2	0,73	1,80	0,29	0,08	0,50
M14	R2 T3	0,73	1,95	0,29	0,08	0,50
M5	R2 T4	0,70	1,97	0,29	0,08	0,40
M3	R2 T5	0,73	1,97	0,29	0,07	0,50
M11	R2 T6	0,70	1,88	0,29	0,07	0,50
M7	R3 T1	0,70	1,80	0,28	0,08	0,50
M17	R3 T2	0,73	2,02	0,28	0,07	0,50
M16	R3 T3	0,73	2,04	0,29	0,07	0,40
M12	R3 T4	0,73	1,97	0,28	0,08	0,40
M8	R3 T5	0,73	1,95	0,29	0,07	0,40
M15	R3 T6	0,73	2,11	0,28	0,07	0,40

AGROLAB
Laboratorio de Análisis Químico Agrícola Ecuatoriano
Calle Domingo de los Colorados

Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB

INIAP
ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHINZA"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 2
Quevedo - Ecuador. Telf: 052 7831044 soles@iniap.gub.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD			PARA USO DEL LABORATORIO		
Nombre:	Monroy Chica Jordan Eli		Nombre:	ULEAM		Cultivo:	Plátano	
Dirección:	El Carmen		Provincia:	Manabí		N° Repet:	1	
Ciudad:	El Carmen		Cantón:	El Carmen		Fecha de Muestra:	01/02/2018	
Teléfono:			Parroquia:			Fecha de Reporte:	02/02/2018	
Fax:			Ubicación:			Fecha de Análisis:	02/02/2018	

N° Muestr. Laborat.	Datos del Lote		pH	mg/100ml										
	Identificación	Area		NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
85925	Tratamiento 1			49	4	0,23	12	2,0						
85926	Tratamiento 2		5,6 MeAc	40	5	0,22	11	1,8						
85927	Tratamiento 3		5,5 Ac	34	2	0,26	13	1,9						
85928	Tratamiento 4		5,7 MeAc	20	2	0,22	11	1,8						
85929	Tratamiento 5		5,7 MeAc	21	3	0,37	11	2,1						
85930	Tratamiento 6		5,7 MeAc	45	3	0,22	13	2,0						

INTERPRETACIÓN

pH: LAC = Ligero Acido, AC = Acido, MeAc = Medio Acido, MeAl = Medio Alcalino, Al = Alcalino, RC = Requiere Cal, E = Bajo, M = Medio, A = Alto

METODOLOGIA USADA
pH: Método 4.2.2
N, P, B: Método 4.2.1
K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn: Método 4.2.3

EXTRACTANTES
pH: Método 4.2.2
N, P, B: Método 4.2.1
K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn: Método 4.2.3

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS
INIAP
ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHINZA"

RESPONSABLE LABORATORIO



Anexo 5.- Análisis de varianza de exportación del Ca.

Cuadro de Análisis de la Varianza EPN Ca (SC tipo III)						
F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor	
Repetición	2	939.95	469.98	4.24	0.0464	
N	1	128.53	128.53	1.16	0.3069	Ns
K ₂ O	2	686.86	343.43	3.1	0.0897	Ns
N* K ₂ O	2	515.55	257.78	2.33	0.1482	Ns
Error	10	1108.58	110.86			
Total	17	3379.48	21.08			
C.V (%)			21.08			

Anexo 6.- Análisis de varianza de exportación del K₂O.

Cuadro de Análisis de la Varianza EPN K₂O (SC tipo III)						
F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor	
REPETICIÓN	2	8096.25	4048.13	5.05	0.0305	
N	1	2158.25	2158.25	2.69	0.1319	Ns
K ₂ O	2	3529.05	1764.53	2.2	0.1614	Ns
N*K ₂ O	2	2595.04	1297.52	1.62	0.246	Ns
Error	10	8016.03	801.6			
Total	17	24394.63				
C.V (%)			21.64			

Anexo 7.- Análisis de varianza de exportación del Mg.

Cuadro de Análisis de la Varianza EPN Mg (SC tipo III)						
F.V.	Gl	SC	CM	F	p-valor	
REPETICIÓN	2	172.51	86.26	4.52	0.04	
N	1	23.81	23.81	1.25	0.2902	Ns
P	2	96.79	48.4	2.54	0.1286	Ns
N*K ₂ O	2	70.72	35.36	1.85	0.2068	Ns
Error	10	190.9	19.09			
Total	17	554.73				
C.V (%)			21.94			

Anexo 8.- Análisis de varianza de exportación del P.

Cuadro de Análisis de la Varianza EPN P (SC tipo III)						
F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor	
REPETICIÓN	2	14.47	7.24	5.34	0.0264	
N	1	1.18	1.18	0.87	0.3736	Ns
K ₂ O	2	3.57	1.78	1.32	0.3108	Ns
N*K ₂ O	2	6.93	3.47	2.56	0.1267	Ns
Error	10	13.55	1.36			
Total	17	39.7				
C.V (%)			23.03			

Anexo 9.- Análisis de varianza de exportación del N.

Cuadro de Análisis de la Varianza EPN N (SC tipo III)						
F.V.	Gl	SC	CM	F	p-valor	
REPETICIÓN	2	753.88	376.94	7.63	0.0097	
N	1	14.58	14.58	0.3	0.5988	Ns
K ₂ O	2	231.11	115.56	2.34	0.1468	Ns
N*K ₂ O	2	70.69	35.35	0.72	0.5124	Ns
Error	10	493.99	49.4			
Total	17	1564.25				
C.V (%)			23.29			

Anexo 10.- Análisis de varianza factor parcial de productividad del N.

Cuadro de Análisis de la Varianza FPP N (SC tipo III)						
F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor	
REPETICIÓN	2	5499	2749.5	6.82	0.0135	
N	1	64776	64776	160.75	<0.0001	*
K ₂ O	2	716.08	358.04	0.89	0.4414	Ns
N*K ₂ O	2	18.86	9.43	0.02	0.9769	Ns
Error	10	4029.7	402.97			
Total	17	75040				
C.V (%)			11.49			

Anexo 11.- Análisis de varianza de factor parcial de productividad del K₂O.

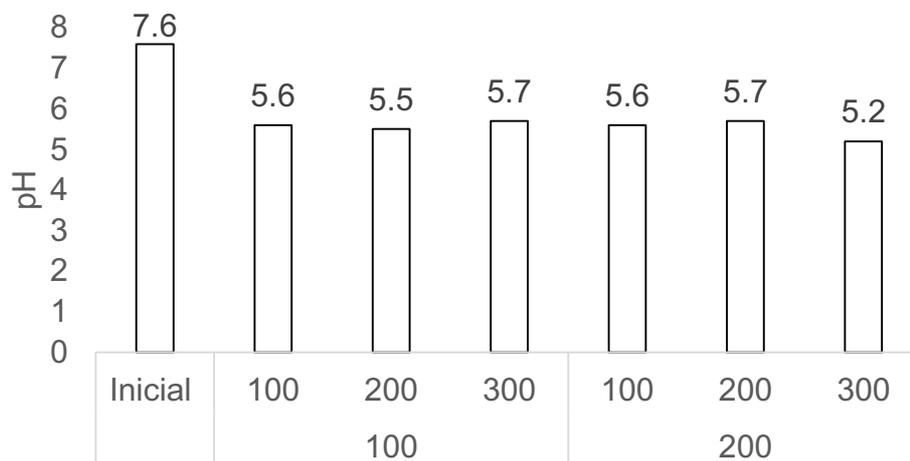
Cuadro de Análisis de la Varianza FPP K₂O (SC tipo III)						
F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor	
REPETICIÓN	2	3140.1	1570.1	5.12	0.0294	
N	1	77.29	77.29	0.25	0.6265	Ns
K ₂ O	2	65350	32675	106.57	<0.0001	*
N*K ₂ O	2	86.37	43.18	0.14	0.8703	Ns
Error	10	3066	306.6			
Total	17	71720				
C.V (%)			12.51			

Anexo 12- Análisis de varianza de balance parcial de nutrientes del N.

Cuadro de Análisis de la Varianza BAL N (SC tipo III)						
F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor	
REPETICIÓN	2	0.05	0.02	4.63	0.0377	
N	1	0.09	0.09	16.24	0.0024	*
K ₂ O	2	0.02	0.01	1.61	0.2477	Ns
N*K ₂ O	2	0.01	0.01	0.96	0.4173	Ns
Error	10	0.05	0.01			
Total	17	0.22				
C.V (%)			32.66			

Anexo 13.- Análisis de varianza de balance parcial de nutrientes del K₂O.

Cuadro de Análisis de la Varianza BAL K₂O (SC tipo III)						
F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor	
REPETICIÓN	2	0.56	0.28	3.17	0.0859	
N	1	0.18	0.18	2.03	0.1851	Ns
K ₂ O	2	1.35	0.67	7.66	0.0096	*
N*K ₂ O	2	0.29	0.14	1.64	0.2415	Ns
Error	10	0.88	0.09			
Total	17	3.25				
C.V (%)			38.7			

Anexo 14.- Condiciones pH del suelo.**Anexo 15.-** concentración de macro-nutrientes en el suelo.

Dosis Kg ha-1		NH 4	P	K	Ca	Mg
N	K ₂ O	ppm		meq 100ml ⁻¹		
Inicial		29	6	0.80	14	2.8
100	100	49	4	0.23	12	2.0
	200	40	5	0.22	11	1.8
	300	54	2	0.26	13	1.9
200	100	20	2	0.22	11	1.8
	200	21	5	0.27	11	2.1
	300	45	3	0.22	13	2.0