

Universidad Católica del Trópico Seco

Pbro. Francisco Luis Espinoza



Trabajo de tesis para optar al título profesional de Ingeniero

Agropecuario

**Evaluación de dos herramientas para la interpretación y
recomendaciones a partir de los análisis de suelo en UCATSE,
Estelí 2016**

Autores

Darwing Isaac Ochoa Lazo

Víctor Manuel Barahona Sarantes

Tutor

PhD. Oscar Enrique Bustamante Morales

Asesor

Msc. Jorge Luis Martínez Rayo

Estelí, abril de 2017

Este estudio fue emprendido como parte del proyecto “Programa Agricultura, Suelo y Agua”, que es desarrollado conjuntamente por la Universidad Católica del Trópico Seco (UCATSE) y Catholic Relief Service - Nicaragua (CRS).

Se estimula la citación. Se pueden traducir y/o reproducir extractos cortos del texto sin previo permiso, a condición de que se indique la fuente. Para la traducción o reproducción del texto total se deberá notificar de antemano a los coejecutores. Los autores son los únicos responsables del contenido y de las opiniones expresadas; la publicación no implica la aprobación por parte de CRS.



INDICE

Contenido	Página
INDICE DE TABLAS.....	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE ANEXOS.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTOS.....	viii
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos	2
III. MARCO TEORICO	3
3.1 Generalidades del frijol.....	3
3.2 Generalidades de Smart Fertilizer.....	4
3.3 Generalidades del programa Yum Kaax	4
3.4 Análisis de suelo e interpretación de resultados	5
IV. MATERIALES Y METODOS.....	6
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
5.1 De las interpretaciones del análisis de suelo.....	11
5.2 De las variables vegetativas.....	13
5.2.1 Número de nódulos por planta.....	13
5.2.2 Biomasa de las raíces.....	14
5.2.3 Longitud del tallo.....	16
5.2.4 Biomasa aérea.....	17
5.3 De las variables de rendimientos	19
5.3.1 Número de vainas por planta.....	19
5.3.2 Número de granos por vaina.....	22
5.3.3 Peso de 100 granos	23
5.3.4 Rendimiento Kg/ha.....	24

5.4	Análisis económico.....	26
VI.	CONCLUSIONES.....	27
VII.	RECOMENDACIONES	29
VIII.	BIBLIOGRAFIA.....	30
IX.	ANEXOS.....	35

INDICE DE TABLAS

Contenido	Página
Tabla 1. Definición de los tratamientos.....	9
Tabla 2. Recomendación de fertilizante por de cada interpretación del análisis de suelo....	11
Tabla 3. Porcentaje de nitrógeno incluido en las fórmulas de cada interpretación del análisis de suelo y el rendimiento obtenido.....	13
Tabla 4. Costos e ingresos en la producción de frijol, fertilizado con tres recomendaciones provenientes de tres interpretaciones de un análisis de suelo.....	26

INDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Número de nódulos por planta	13
Figura 2. Biomasa de raíces.....	15
Figura 3. Longitud del tallo	16
Figura 4. Biomasa de la parte aérea.....	18
Figura 5. Relación entre la biomasa de la parte aérea y el número de vainas por planta	19
Figura 6. Número de vainas por planta.....	20
Figura 7. Relación entre el número de vainas por planta y el rendimiento en kg/ha.....	21
Figura 8. Número de granos por vaina... ..	22
Figura 9. Peso de 100 granos... ..	23
Figura 10. Relación entre el peso del grano y el rendimiento en kg/ha... ..	24
Figura 11. Rendimiento en kg/ha.....	25

INDICE DE ANEXOS

Contenido	Página
Anexo 1. Resultado del análisis de suelo	35
Anexo 2. Hoja de campo	36
Anexo 3. Diseño experimental	37
Anexo 4. Aplicación de los fertilizantes.....	37
Anexo 5. Preparación de la mezcla de los fertilizantes aplicados	38
Anexo 6. Vista aérea del ensayo experimental.....	38
Anexo 7. Cosecha del frijol	39
Anexo 8. Recolección de la muestra de suelo	40
Anexo 9. Ficha de costos del cultivo de frijol INTA Norte (1 ha)....	41

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, la salud y la fuerza de voluntad para culminar mi carrera.

A mis padres por apoyarme siempre en todo momento de mi vida y por todos los consejos que permitieron convertirme en la persona que soy hoy en día.

A mi águela Nila por su amor y apoyo incondicional, a mis hermanos y toda mi familia.

A mi esposa por ser el motor que impulsa mi vida, por animarme y apoyarme siempre en todo momento e incondicionalmente y a mi primer hijo que en el momento en el que escribo estas palabras se desarrolla en el vientre de su madre.

Darwing Isaac Ochoa Lazo

DEDICATORIA

Le dedico este trabajo a la Santísima trinidad (Dios, Hijo y espíritu Santo) por bendecirme en todo momento y mostrarme el camino correcto para alcanzar el éxito.

Mi mama: Marina Sarantes, por darme la vida, por ser padre y madre a la vez, por haberme llevado hasta donde hoy estoy y que siempre estuvo pendiente de mis estudios, también por animarme y apoyarme.

A mi hija Fernanda Isabella Barahona Velásquez, que es mi alegría en todo momento y que fue motivo para terminar mi carrera

A Mis abuelos que en paz descansen, por ser también orientadores de los valores morales y espirituales y a quienes extraño mucho.

Víctor Manuel Barahona Sarantes

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por la vida, por su misericordia, por haberme permitido estudiar en UCATSE y culminar mi carrera, por darme discernimiento para obtener todos mis conocimientos, por cuidarme en todos los momentos de mi vida y hacer posible este logro.

A todos los docentes de UCATSE que en su momento fueron facilitadores en mi formación profesional y a todas las personas que estuvieron involucradas en esta investigación.

Al profesor Oscar Enrique Bustamante por su asesoría, por su apoyo y colaboración en esta investigación.

Agradezco infinitamente a mi madre Olfania Lazo Rodríguez por hacer posible todos mis sueños y ayudarme a cumplir todas mis metas.

Darwing Isaac Ochoa Lazo

AGRADECIMIENTOS

En cuanto a la realización de esta investigación, quiero agradecer a nuestro Dios padre todo poderoso, por darnos la sabiduría para realizar y culminar nuestro trabajo de investigación.

A mi mama por darme la vida y su apoyo incondicional para mi formación académica.

A los profesores docentes de todas las asignaturas por ser orientadores y guías permanentes, para formar personas de bien en un futuro cercano.

A mis amigos que siempre estarán para superar los obstáculos y que además brindaron su compañía en todo el periodo escolar universitario.

Al profesor Oscar Bustamante por su preocupación y empeño para que lográsemos alcanzar los objetivos propuestos.

Víctor Manuel Barahona Sarantes

RESUMEN

Es indudable que los análisis de suelo representan una herramienta muy útil para el agricultor y el profesional del agro. Tan importante es el análisis como la interpretación de los resultados. Una mala interpretación de un análisis de suelo genera recomendaciones erradas y esto puede afectar el desarrollo de los cultivos. Este estudio se realizó en la comunidad de Santa Adelaida, departamento de Estelí, ubicada en el km 166 ½ de la carretera Panamericana norte, en la Universidad Católica del Trópico Seco; con el objetivo de evaluar la efectividad de las recomendaciones generadas por dos herramientas de cálculo en base a la respuesta agronómica del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) en condiciones del trópico seco. Las variables medidas fueron longitud del tallo, biomasa aérea, biomasa de raíces, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 granos, número de nódulos por planta y el rendimiento. Los datos se analizaron en el programa Infostat se realizó un análisis de varianza con el fin de detectar diferentes estadísticas en los tratamientos, la separación de medias se realizó con la prueba de Tukey con una confiabilidad del 95 %. Se observó que los mejores rendimientos en kg/ha se obtuvieron con el tratamiento 1 el cual corresponde a la fertilización del cultivo de frijol con las recomendaciones de Smart Fertilizer significando un incremento de 27 % más en los rendimientos en relación al Testigo y encontrando que el número de vainas por planta y el peso de 100 granos tuvieron una relación directa con el rendimiento. Una incorrecta interpretación de los resultados del análisis de suelo puede ocasionar aplicaciones de fertilizantes innecesarias e inadecuadas para el suelo y los cultivos. Con esta investigación queda evidenciado que la fuente de interpretación influye sobre las recomendaciones de fertilizante.

Palabras clave: Fertilidad de suelo, Interpretación, Recomendación, Fertilizante, Frijol.

I. INTRODUCCIÓN

Es indudable que los análisis de suelo representan una herramienta de gran utilidad para el agricultor y para el profesional del agro ya que permite determinar el grado de fertilidad de un suelo en particular. Tan importante es el análisis como la interpretación de los resultados (Montenegro, 2016).

La interpretación de los resultados de análisis de suelo debe basarse en una extensa investigación del campo y tomar en cuenta los requerimientos nutricionales de cada cultivo (Sadzawka, 1995).

Una mala interpretación de un análisis de suelo genera recomendaciones erradas y los productores pueden incurrir en gastos innecesarios, afectarlos económicamente por la compra del tipo de fertilizante y la dosis menos adecuada para el suelo y el cultivo, esto puede crear un desbalance químico en el suelo y afectar el desarrollo de los cultivos (Múnera, 2012).

Hoy en día existen hojas de cálculo en Excel y programas especializados para interpretar los resultados de los análisis de suelo sin embargo no hay garantía de la confiabilidad de las interpretaciones y recomendaciones emitidas por estos programas. Por esta razón nace la necesidad de evaluar a nivel de campo y en un cultivo específico las interpretaciones y recomendaciones de dichos sistemas de cálculo.

Lamentablemente los estudios que se han realizado en Nicaragua se han enfocado en determinar el estado de la fertilidad de los suelos y muy poco o casi nada se ha hecho para calibrar o validar un método confiable para interpretar los análisis de suelo.

Con esta investigación se pretendió identificar la efectividad de dos herramientas de cálculo para la interpretación de los análisis de suelo aplicado al cultivo de frijol.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar las recomendaciones generadas por las herramientas Smart Fertilizer y Yum Kaax en base a la respuesta agronómica del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) cultivado bajo riego en condiciones del trópico seco en Estelí, 2016

Objetivos específicos

Comparar los informes generados por las herramientas evaluadas, tomando en cuenta la interpretación técnica de un experto y los parámetros que influyen en las recomendaciones de cada plan de fertilización.

Determinar la eficiencia del plan de fertilización generado por las herramientas en base a las variables vegetativas y de rendimiento en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L).

Calcular el beneficio costo en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) fertilizado con las recomendaciones de dos herramientas de cálculo y dosificación de fertilizante.

III. MARCO TEORICO

3.1 Generalidades del frijol

3.1.1 Descripción botánica

El frijol común es una planta anual, herbácea, pertenece a la familia de las fabáceas de la sub familia de las papilionoidae, se cultiva desde la zona tropical hasta las zonas templadas. Existen muchas variedades criollas adaptadas a diferentes condiciones climáticas, con semillas de diversos colores, formas y tamaños. Si bien el cultivo se destina en su mayoría a la obtención de grano seco, también se consume como grano tierno o en vainas (INTA, 2009).

3.1.2 Requerimientos edafoclimáticos

En Nicaragua el frijol se cultiva en alturas que varían entre 50 a 800 msnm. El frijol se cultiva en suelos francos o franco arcillosos con buen drenaje y fertilidad de suelo. Es una especie que presenta susceptibilidad a excesos de humedad en el suelo. Los suelos con topografía plana, profundos, buena fertilidad, drenaje superficial e internos apropiados, permiten el desarrollo normal del cultivo. El frijol requiere 3.4 mm de agua por día, desde la siembra hasta la etapa fenológica de prefloración, 6 mm de agua por día, durante la floración y 5 mm de agua por día de la formación de vainas al llenado de grano (IICA, 2009).

3.1.3 Fertilización

El cultivo de frijol requiere de la cantidad de nutrientes necesario para una buena producción, entre los nutrientes más demandados son el nitrógeno (en los primeros días de su desarrollo), fosforo, potasio y azufre (German, 2009).

Las recomendaciones para la fertilización química del frijol se basan en el principio que la especie responde a las aplicaciones de fertilizantes preferible con alto contenido de fósforo de manera general se debe aplicar fertilizante de cualquiera de las fórmulas, 18 – 46 - 0; 12-30-10; 10-30-10 en dosis que varían de 64 - 92 kg/ha (INTA, 2009).

3.2 Generalidades de Smart Fertilizer

Smart es una empresa privada de origen Israelí, establecido en 2008. Desde entonces ha estado continuamente en la vanguardia de la fertilización de precisión. Smart Fertilizer es una herramienta de software, que permite interpretar los análisis de suelo, sin experiencia previa. Este Software selecciona y calcula al instante la mezcla óptima de fertilizantes, según la composición de agua, del suelo y las necesidades nutricionales del cultivo. Los usuarios evitan automáticamente las combinaciones químicas indeseables, los diseñadores de este programa de fertilización aseguran reducir hasta en un 50 % el gasto de fertilizantes y aumentar la producción (Smart Fertilizer, 2016).

3.3 Generalidades del programa Yum Kaax

El archivo hoja de cálculo Yum Kaax pronunciación maya: (jum ka), “Señor del bosque” es un nombre originario del idioma maya para el dios de la vegetación silvestre y guardián de sus animales. Durante muchos años, este personaje ha sido erróneamente descrito como deidad agrícola, e incluso como el dios del maíz (dios E de los códices mayas), un concepto tan popular como falso. En la realidad etnográfica, Yum Kaax es un dios de las plantas silvestres y de los animales importantes para los cazadores. Como tal, puede extender su protección a los maizales contra las incursiones de la naturaleza salvaje representada por él mismo. Por la misma razón, su nombre es invocado por los agricultores tradicionales, que le ofrecen los primeros frutos de sus campos (Instituto Cultural Quetzalcóatl, 2016). Este nombre fue adoptado por los autores como un gesto de rescate hacia una de las culturas precolombinas con mayor arraigo en los países de Mesoamérica.

Yum Kaax es una hoja de cálculo (Excel 2013), está configurada para el balanceo de fertilizantes y recomendación de dosis de estos insumos usados en la agricultura. El cálculo se basa en la demanda del cultivo (Se puede seleccionar el cultivo de interés) para generar cierta cantidad de producto, considerando la extracción de macro y micronutrientes, además el usuario puede identificar el estado del balance entre los cationes Ca, Mg y K. Otra información importante que brinda esta herramienta son los niveles en que se encuentran los contenidos de los elementos del análisis de suelo.

Por otra parte, esta herramienta trabaja con balanceo de nutrientes por tanteo, ajustando los requerimientos a la existencia de diferentes tipos de fertilizantes en el mercado. Adicionalmente genera una hoja de reporte de la interpretación del análisis de suelo y la dosis de fertilizante a utilizar.

Este instrumento fue diseñado por dos agentes del organismo (CRS) Catholic Relief Service que laboran para el programa regional ASA (Agricultura, suelo y agua) y Cosecha Azul (Blue Harvest) en la sede Estelí, Nicaragua.

3.4 Análisis de suelo e interpretación de resultados

Según Bernier (2016) el análisis de suelo consiste en extraer mediante una solución química una fracción del total del elemento esencial para el crecimiento de las plantas y luego medir la cantidad solubilizada con procedimientos químicos adecuados. El análisis de suelo es una herramienta de gran utilidad para diagnosticar problemas nutricionales y establecer recomendaciones de fertilización.

La interpretación de análisis de suelo consiste en analizar los resultados que se obtuvieron después del análisis; calculando el exceso o déficits de los nutrientes en el suelo tomando en cuenta los niveles normales de cada elemento en el suelo y también los requerimientos nutricionales del cultivo (Agrolab, 2005). La interpretación del análisis de suelos debe tener una secuencia lógica de los resultados, cuyo objetivo será llegar a una conclusión que permita establecer una recomendación de fertilización y encalado (Bertsch, 1995)

Aunque en la actualidad existen programas especializados para interpretar análisis de suelo, tradicionalmente se hacen mediante cálculos matemáticos para estimar la dosis de fertilizante. Por lo general este tipo de interpretación lo hacen los técnicos agropecuarios, en este estudio el análisis de suelo que se realizó lo interpreto un técnico agropecuario con veinte años de experiencia en la interpretación de análisis de suelo.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Ubicación Geográfica

El cultivo se estableció en la época de postrera (Octubre – diciembre 2016), En la comunidad de Santa Adelaida, departamento de Estelí, ubicada en el km 166 ½ de la carretera Panamericana Norte, con la coordenada geográfica 13° 14' 50" latitud norte y 86° 22' 20" longitud oeste, propiamente en la Universidad Católica del Trópico Seco, situada a 870 msnm, con temperatura promedio anual de 26.5 °C, humedad relativa del 70 al 80 %, con precipitaciones promedio anual de 873.3 mm.

4.2 Universo y población

El número de plantas por cada unidad experimental es de 120 y se estableció 20 unidades experimentales, lo que da una población total de 1, 920 plantas

4.3 Muestra

Para la recolección de datos en campo se tomó una muestra de 10 plantas por cada unidad experimental, para un total de 160 plantas en todo el ensayo experimental. En el caso particular del conteo de nódulos por planta se tomaron 5 plantas por unidad experimental. Para determinar el tamaño de la muestra se usó la metodología descrita por (Vallejos & Martinez, 2005)

4.4 Variables incluidas en el estudio

Variable	Definición conceptual	Medidas de Expresión	Instrumento
Plan de fertilización	Dosis y momento de aplicación generado por las herramientas de interpretación de análisis de suelo	-	Hoja de resultados de la interpretación
Longitud del tallo	Largo del tallo de la base hasta el primer meristema	cm	Hoja de campo
Biomasa de la parte aérea	Peso total del tejido seco producido por las plantas menos las raíces.	kg/ha	Hoja de campo
Biomasa de las raíces	Peso de todo el sistema radicular.	kg/ha	Hoja de campo
Número de vainas por planta	Promedio de vainas por planta.	unidad	Hoja de campo
Número de granos por vaina	Promedio de granos por vaina.	unidad	Hoja de campo
Peso de 100 granos	Peso específico de 100 granos.	gr	Hoja de campo
Número de nódulos por planta	Es el promedio de nódulos presentes en las raíces.	unidad	Hoja de campo
Rendimiento	Es el rendimiento obtenido de la parcela útil.	kg/ha	Hoja de campo
Beneficio - costo	Relación entre los costos y los beneficios asociado a una inversión	C\$	Registro de Ingresos y egresos

4.5 Metodología para la medición de las variables

Longitud del tallo: Se tomaron 10 plantas y se midieron con una cinta métrica desde el cuello de la raíz hasta el último meristema apical del tallo, al final de la floración.

Biomasa de la parte aérea: Se tomaron 10 plantas y se midió el peso fresco de todo el tejido y también el peso seco, extrayéndolas del suelo para luego separar la parte aérea de las raíces y posteriormente se pesaron en una balanza de precisión. Esto se realizó en la etapa R6 aproximadamente a los 32 - 36 días después de la siembra.

Biomasa de las raíces: Se pesó todo el sistema radicular de 10 plantas en una balanza de precisión, antes de pesar las raíces se lavaron con agua limpia para retirar el exceso de suelo, luego se secaron con papel toalla para eliminar el exceso de agua. Para medir esta variable se tomaron las mismas 10 planta que se les midió la biomasa de la parte aérea. Esto se realizó en la etapa R6 aproximadamente a los 32 - 36 días después de la siembra.

Número de vainas por planta: Esta variable se midió contando todas las vainas de 10 plantas del centro de la unidad experimental, se midió aproximadamente a los 40 – 45 días después de la siembra cuando todas las vainas estaban formadas (Téllez & Jarquín, 1999)

Número de granos por vaina: Se determinaron contando el número de granos en cada vaina, para medir esta variable se tomaron las mismas 10 plantas que se les cuente el número de vainas.

Peso de 100 granos: Se midió cuando el grano estaba listo para cosechar, se tomaron 4 muestras procedentes de las mismas 10 plantas que se les midió el número de vainas y granos, por cada muestra se tomó 100 granos, los cuales se pesaron en una balanza de precisión para luego tomar un promedio. Método descrito por (Vallejos & Martinez, 2005)

Número de nódulos por planta: Para medir esta variable se extrajeron del suelo 5 plantas con su sistema radicular para contar los nódulos. Esto se realizó en la etapa R6 aproximadamente a los 32 – 36 días después de la siembra, se utilizó la metodología descrita por (CIAT, 2016)

Rendimiento: El rendimiento se midió pesando todos los granos cosechados en la parcela útil ajustado al porcentaje de humedad de la muestra, se usó la metodología descrita por (Vallejos & Martinez, 2005)

Beneficio - Costo: Se estimó mediante los rendimientos obtenidos y el costo de producción, enfocándonos en la cantidad de fertilizante usado y los rendimientos obtenidos.

4.6 Técnicas e instrumentos y su aplicación para la recolección de datos

Para el presente estudio se utilizó la técnica de la observación periódica, así como la medición y la recopilación de datos, apoyados en una hoja de campo diseñada para reportar los datos obtenidos de cada variable medida (anexo 2).

4.7 Diseño experimental

El diseño que se utilizó es el BCA (Bloque completamente al azar) con 4 repeticiones y 5 tratamientos, se establecieron 20 parcelas que tenían una dimensión de 3 x 6 m y una separación entre cada parcela de 1 m, con una extensión total de 612 m². El frijol se estableció a una distancia de siembra de 60 cm entre surco y 20 cm entre golpe, colocando 2 semillas por golpe (anexo 3).

Tabla 1. Definición de los tratamientos

Tratamientos	Descripción
Tratamiento 1	Aplicación de fertilizante recomendado por Smart Fertilizer
Tratamiento 2	Aplicación de fertilizante recomendado por Yum Kaax
Tratamiento 3	Aplicación de fertilizante recomendado por un técnico (Especialista en interpretación de análisis de suelo)
Tratamiento 4	Aplicación de fertilizante recomendado por el INTA
Tratamiento 5	Testigo absoluto (Cultivo sin plan de fertilización)

4.8 Manejo del ensayo

Preparación del terreno: Se realizó 5 días antes de la siembra usando labranza con bueyes y estableciendo los surcos a una distancia de 60 cm.

Siembra: La siembra del frijol se realizó sobre el surco dejando una distancia de 20 cm entre golpe. Antes de la siembra se trató la semilla con blindage a razón de 2.20 ml/kg.

Control de malezas: Las técnicas para el control de las malezas se realizaron a los 10 días después de la germinación de la semilla y luego a los 25 días después de la germinación, usando herbicidas selectivos como yerbalade para el control de malezas de hoja ancha y fucilade para el control de gramíneas.

Control de plagas y enfermedades: Para el control de plagas se aplicaron insecticidas inorgánicos como muralla, rienda y tigre cada 5 días. Para el control de enfermedades fungosas se aplicó fungicidas inorgánicos como antracol, manzate y mancozeb cada 8 días, después de cada riego o después las lluvias. Para el control de enfermedades bacterianas se realizaron aplicaciones de phyton y amistar cada 8 días.

Fertilización: La fertilización se realizó 15 días antes de la floración, siguiendo las recomendaciones de las interpretaciones provenientes de las herramientas de cálculo evaluadas. Primero se pesaron y mezclaron todos los fertilizantes para luego aplicarlos en el cultivo (anexo 4).

4.9 Procedimiento para el análisis de resultado

En el programa Excel se elaboró la base de datos y posteriormente se introdujo en el programa Infostat para analizar los resultados de cada tratamiento, se tomaron valores para una de las variables y se realizó un análisis de varianza con el fin de detectar diferentes estadísticas en los tratamientos. Para la separación de medias se realizó la prueba de Tukey con una confiabilidad del 95 %.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para llevar a cabo esta investigación se realizó un ensayo experimental a nivel de campo en donde se estableció frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) de la variedad INTA-norte, se realizó un análisis de suelo antes de la siembra (anexo 1), luego se interpretaron los resultados con diferentes formas de cálculo, la interpretación y recomendación resultante se aplicó al cultivo de forma separada, para luego medir las variables.

5.1 De las interpretaciones del análisis de suelo

Tabla 2. Recomendación de fertilizante proveniente de cada interpretación del análisis de suelo

Aplicación de fertilizantes Kg/ha	Tratamientos				
	Smart Fertilizer	Yum Kaax	Técnico	INTA	Testigo
Sulfato de Amonio	219.19	355.82	95.10	-	-
Sulfato de Zinc 36%	0.97	-	-	-	-
Sulfato de Magnesio	40.62	-	-	-	-
Sulfato de Hierro	5.14	-	-	-	-
Sulfato de Cobre 25%	0.06	-	-	-	-
Sulfato de manganeso	0.29	-	-	-	-
Urea	55.73	-	25.23	-	-
Borax	0.91	-	-	-	-
Complejo mineral	-	*	-	-	-
TigsaBor 32 G	-	-	30.40	-	-
SFERA Z 20	-	-	60.16	-	-
0-0-60 MOP	-	-	113.86	-	-
18 - 46 - 0	-	-	-	129.38	-

*El complejo mineral se aplicó vía foliar realizando dos aplicaciones con dosis de 50 ml por bomba de 20 litros

En la tabla 2 se observa la dosis y el tipo de fertilizante recomendado por cada interpretación del análisis de suelo. De manera general podemos describir las recomendaciones del tratamiento 1 y 2 (Smart Fertilizer y Técnico) como las más completas ya que en sus fórmulas incluyen micro elementos esenciales para el desarrollo de las plantas como son zinc, hierro, cobre, manganeso y boro.

Con respecto a las diferencias entre cada recomendación, se podría explicar si consideramos algunos parámetros tomados en cuenta por las formas de interpretación y que son claves a la hora de interpretar los análisis de suelo. En este sentido Sela (2014) opina que es extremadamente importante tomar en cuenta el método de extracción al momento de interpretar los resultados porque los datos del análisis están asociados directamente con la solución extractante utilizada y no necesariamente con los contenidos reales de elementos esenciales en el suelo.

El único método de interpretación que toma en cuenta el método de extracción es el tratamiento 1 (Smart Fertilizer), este parámetro junto con el momento de aplicación de los fertilizantes es quizás, la mayor diferencia entre el tratamiento 1 y 2 (Smart Fertilizer y Yum Kaax).

Aunque se desconocen todos los parámetros que tomo en cuenta el técnico para realizar la interpretación del análisis, se puede decir que las recomendaciones dependen del conocimiento que se tenga sobre nutrición vegetal, sobre fertilidad de suelos y toda la información adicional del cultivo, del lote y del análisis de suelo.

El nitrógeno es un nutriente esencial, ya que es uno de los constituyentes principales de compuestos vitales como aminoácidos, proteínas, enzimas, ácidos nucleicos, así como también de las paredes celulares y clorofila en los vegetales. Es, además, el nutriente que en general más influye en el rendimiento y calidad del producto a obtener en la actividad agropecuaria (Perdomo & Barbazán, 2017). En la tabla 3 se observa la cantidad de nitrógeno recomendado por cada interpretación evaluada.

Tabla 3. Porcentaje de nitrógeno incluido en las fórmulas de cada interpretación del análisis de suelo y el rendimiento obtenido

Tratamiento	% nitrógeno	Rendimiento Kg/ha
Testigo absoluto	0	1286.72
Yum Kaax	45	1588.63
INTA	18	1591.59
Técnico	16.79	1755.08
Smart Fertilizer	38.48	1767.40

5.2 De las variables vegetativas

5.2.1 Número de nódulos por planta

En la figura 1 se observa que el mayor número de nódulos por planta se obtuvieron con la recomendación del técnico la cual tuvo un efecto significativo (p -valor <0.0001) en comparación con las recomendaciones del INTA y Testigo, presentando un incremento en la nodulación radicular de 17 % más.

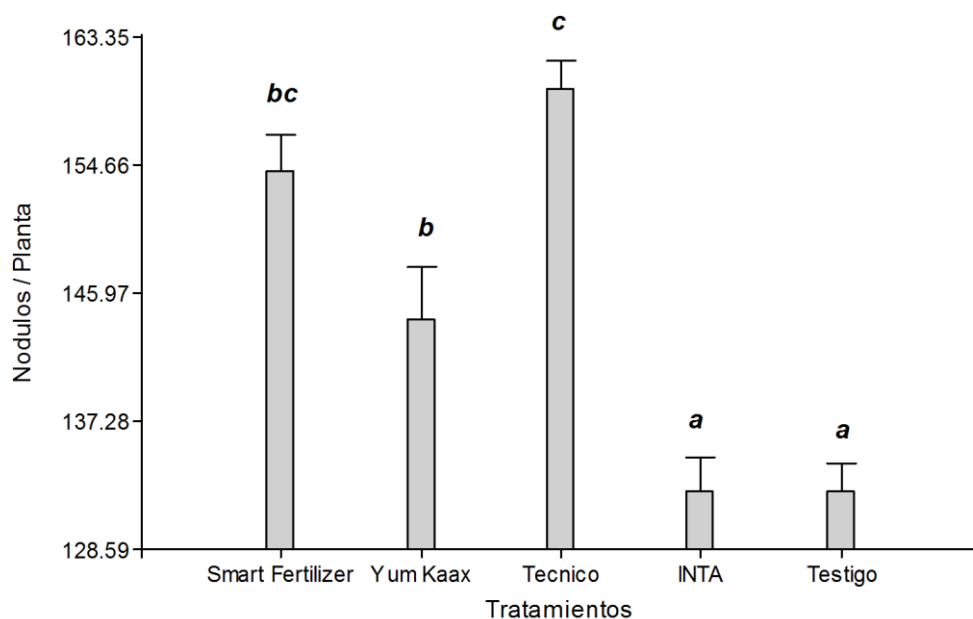


Figura 1. Número de nódulos por planta

Estos resultados coinciden con los encontrados por Díaz & Grosso (1999) quienes observaron que el número por planta como la biomasa individual de los nódulos se incrementaron al aumentar la dosis de fertilizantes es decir que el fertilizante si tuvo un efecto sobre la producción de nódulos.

En su tesis de maestría Trigos, R (1970) también concuerda con que las deficiencias nutricionales afectan el crecimiento de las leguminosas, así como la formación de los nódulos.

Por su parte Barrientos, L (1998) afirma que los factores que afectan la nodulación en las leguminosas son la temperatura, la humedad del suelo, el oxígeno, luz, pH y algunos nutrientes como el calcio, magnesio, fósforo, manganeso, potasio, azufre, hierro, boro y cobre.

Consideramos que la nodulación también puede ser afectada por las características físicas del suelo, en nuestro caso todos los tratamientos tenían el mismo suelo lo que quiere decir que la producción de nódulos se vio influenciada por las diferentes recomendaciones de tipo y cantidad de fertilizante.

5.2.2 Biomasa de las raíces

En general, los tratamientos evaluados influyeron significativamente (p -valor <0.0001) en las acumulaciones de biomasa en las raíces del cultivo. Se realizó un análisis de varianza ANOVA encontrando los mejores resultados con el tratamiento Smart Fertilizer el cual presento un incremento en la biomasa de las raíces del 9.7 % más en relación al Testigo y un 7.1 % más en relación a Yum Kaax.

El nitrógeno es un elemento esencial para las plantas, ya que forma parte de compuestos fundamentales como proteínas, ácidos nucleicos y clorofila, necesitándose principalmente en los tejidos vegetales en crecimiento (Urzúa, 2005).

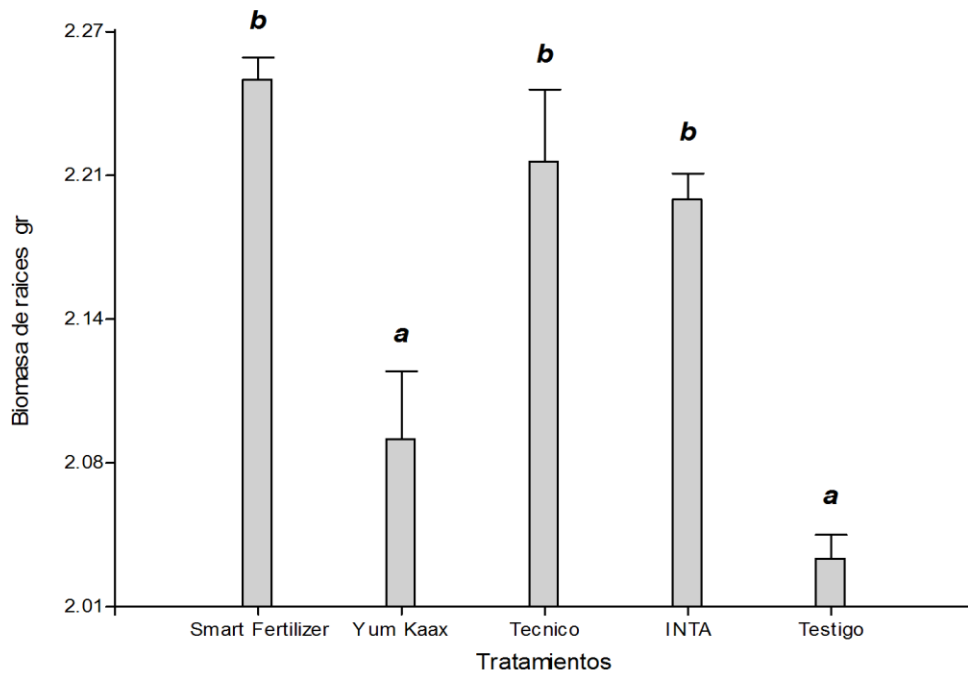


Figura 2. Biomasa de las raíces

Consideramos que las diferencias observadas entre los distintos tratamientos, en cuanto al carácter biomasa de raíces no se debió al contenido de nitrógeno aplicado por cada recomendación, porque existen investigaciones que comprueban que las leguminosas tienen la capacidad de absorber y fijar nitrógeno atmosférico. Esto fue comprobado por Dueñas & Muñiz (2001), quienes evaluaron la dinámica del nitrógeno en el suelo y el comportamiento del maíz como sucesor del frijol, encontrando que el frijol común aportó entre 19 y 22 kg N/ha al maíz que le sucedió; ellos concluyen que el empleo de la sucesión frijol común-maíz en los suelos ferralíticos rojos de la provincia Habana resulta una alternativa económica y ecológicamente sostenible.

Sin embargo, Castellanos & Badillo (1998) mencionan que el frijol se considera una especie de pobre capacidad de fijación posiblemente como resultado de su corto ciclo de crecimiento en comparación con las otras leguminosas.

Por su parte Frank, A (1953) asegura que el azufre en las leguminosas tienen la función de ayudar a la formación de proteínas y otros constituyentes de la planta y que en niveles adecuados produce un aumento en el sistema radicular.

En nuestro estudio encontramos que la biomasa de las raíces no se correlacionó fuertemente con la longitud del tallo de las plantas.

5.2.3 Longitud del tallo

La longitud del tallo se midió a los 30 días después de la germinación, encontrando la mayor longitud, en las plantas fertilizadas con las recomendaciones del Técnico observando un aumento de 4 % más en la elongación del tallo con respecto al INTA. Sin embargo, la diferencia entre la media más alta y la media más baja solamente es de 0.45 cm, por lo cual podemos decir que no es una diferencia muy grande.

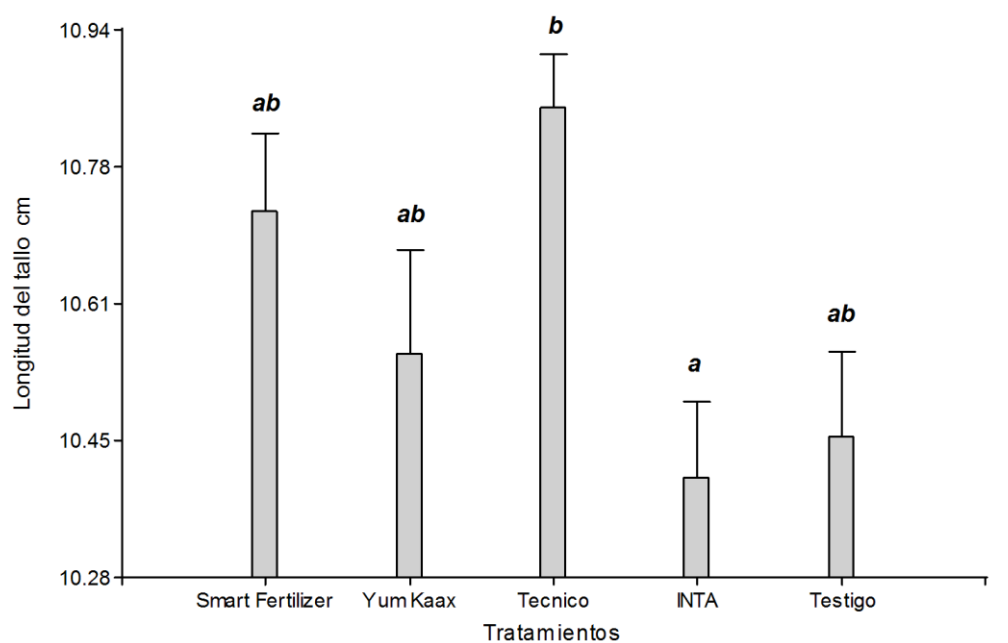


Figura 3. Longitud del tallo

Los resultados encontrados por Pupiales & Pupiales (2008) demostraron que la fertilización nitrogenada en el cultivo de frijol se tradujo en una mayor altura de las plantas, obteniendo un 32 % más en la altura de las plantas en comparación al tratamiento control que no fue fertilizado, esto significa que la fertilización nitrogenada ayudo al desarrollo de las plantas.

Un exceso de nitrógeno puede ser antagonista en la fijación de nitrógeno atmosférico por parte de la leguminosa (Cempukdee & Fukai, 1991). Por otra parte Fukai & Trenbath (1993) aseguran que con un mínimo de fertilizante nitrogenado, el crecimiento de las leguminosas es menos restringidos lo cual podría favorecer el crecimiento de las plantas.

En nuestra investigación no encontramos una estrecha relación entre la longitud de tallo y la biomasa aérea de las plantas.

5.2.4 Biomasa aérea

Se realizó un análisis de varianza para el carácter de biomasa aérea de las plantas, encontrando una diferencia significativa entre los tratamientos (p-valor: 0.0001). Al realizar la prueba de separación de medias Tukey se encontró los mejores resultados con el tratamiento Smart Fertilizer, presentando un incremento de 19 % más con respecto al Testigo en la producción de biomasa aérea, esto posiblemente se debió a que este tratamiento aplico una fertilización más completa, incluyendo en su fórmula algunos micronutrientes importantes para las plantas como son zinc, hierro, cobre, manganeso y boro.

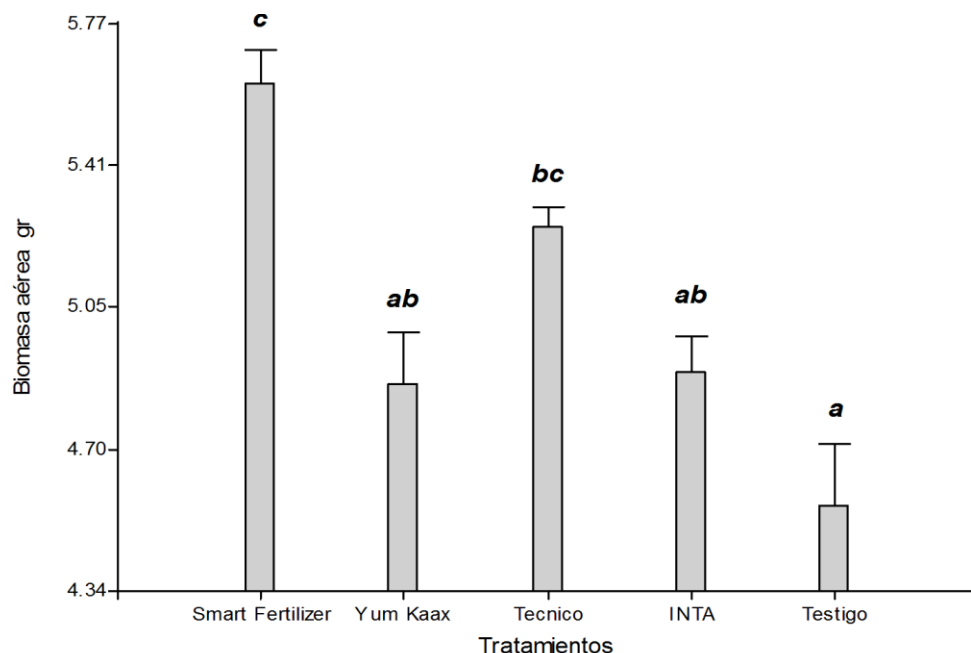


Figura 4. Biomasa de la parte aérea

Muchos autores coinciden que el nitrógeno es el nutriente que más absorben las plantas y se considera el más importante en el desarrollo vegetativo de los cultivos, sin embargo, en la tabla 3 se puede observar que el tratamiento Yum Kaax en sus recomendaciones, fue el que más cantidad de nitrógeno incluyó en su fórmula, pero esto no se tradujo en mayor producción de materia seca en el cultivo.

Nuestros resultados no coinciden por los observados por Barrios & Salvador (2011), quienes evaluaron el comportamiento del frijol fertilizado con dos dosis de nitrógeno y fósforo (150 kg de N/ha + 150 kg P/ha y 75 kg de N/ha + 75 kg P/ha) encontrando la mayor producción de biomasa de las plantas con la dosis más alta de nitrógeno y fósforo 150 kg de N/ha y 150 kg P/ha.

Esta respuesta de las plantas con la aplicación de nitrógeno y fósforo, se puede atribuir a que estos nutrientes estimulan el tamaño del dosel vegetal, lo cual aumenta la intercepción de radiación solar y fotosíntesis, mismo que resulta en mayor acumulación de materia seca (Abayomi, 2008).

Posiblemente las plantas no respondieron a las cantidades de nitrógeno aplicado por Yum Kaax por una baja actividad biológica del suelo (ver anexo 1, % de materia orgánica) lo cual disminuye el proceso de conversión del nitrógeno en formas asimilables para la planta.

En nuestros resultados pudimos observar una estrecha relación entre la biomasa aérea y la producción de vainas por planta, es decir que una mayor área foliar se tradujo en más vainas.

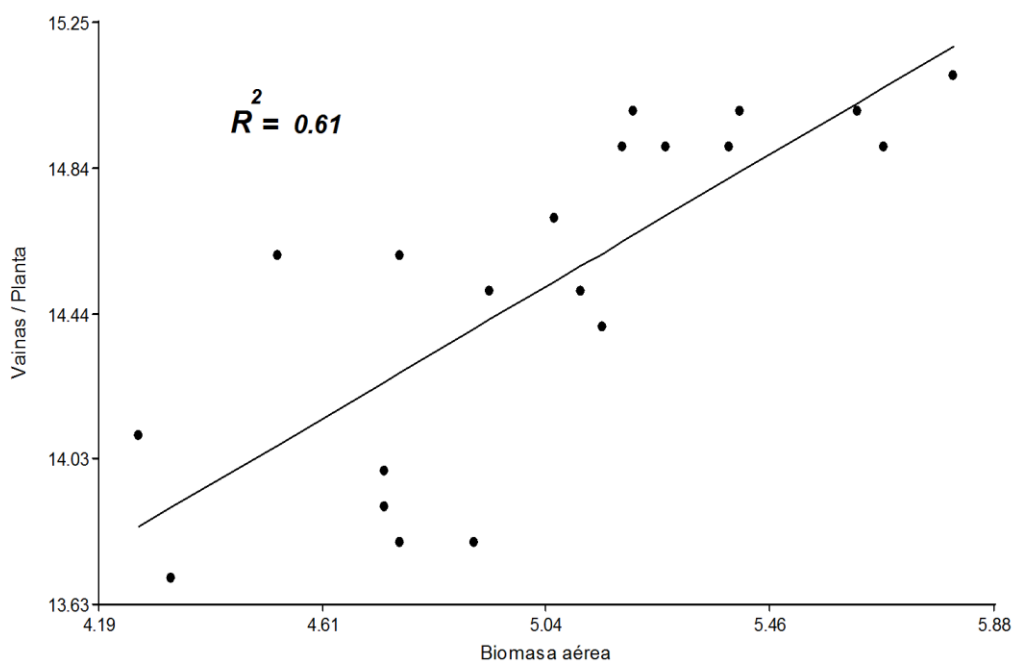


Figura 5. Relación entre la biomasa de la parte aérea y el número de vainas por planta

5.3 De las variables de rendimientos

5.3.1 Número de vainas por planta

Con base a los resultados obtenidos por medio del análisis de varianza para la variable número de vainas por planta, se determinó que existe diferencias entre los tratamientos evaluados (p -valor < 0.0001), obteniéndose los mejores resultados con el tratamiento Smart Fertilizer resultando en un incremento del 7 % más con respecto al Testigo.

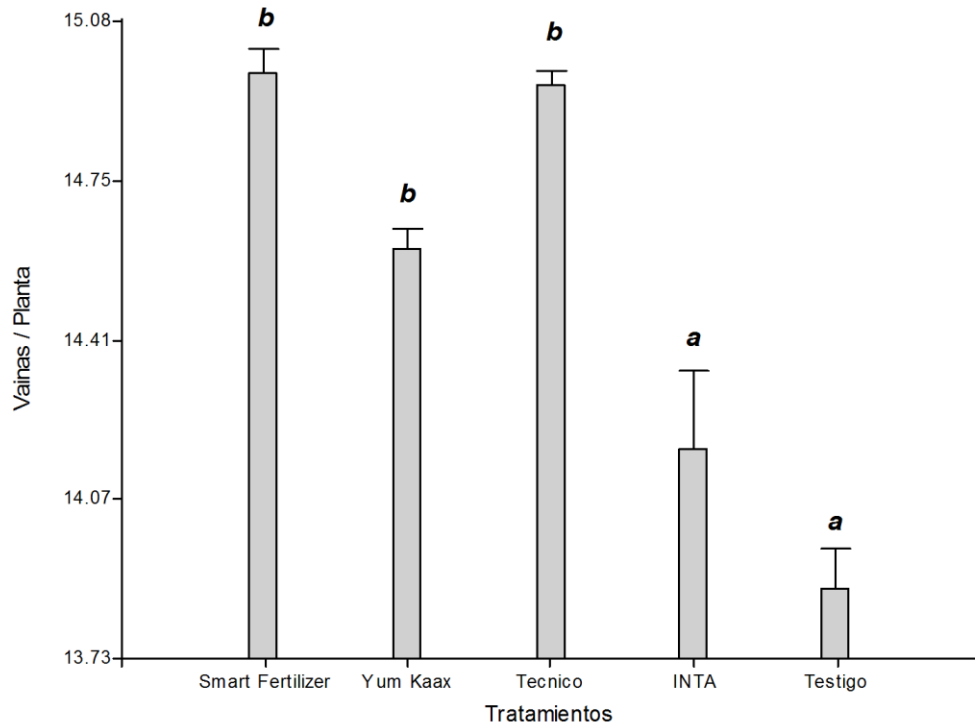


Figura 6. Número de vainas por planta

Nuestros resultados indican que el número de vainas por plantas se vio influenciado por el tipo de fertilizante usado. Según Jimenez (1996) citado por Aguilar & Altamirano (1999) dice que un óptimo contenido de nutrientes en la solución del suelo permite que la planta tenga una mayor disponibilidad de otros elementos que facilitan que la planta pueda tener una mejor fructificación, que en caso del frijol común significa un buen rendimiento.

En la figura 7 se puede observar que existe una clara relación entre el número de vainas por planta y el rendimiento, es decir que el rendimiento se vio claramente influenciado por el número de vainas por planta.

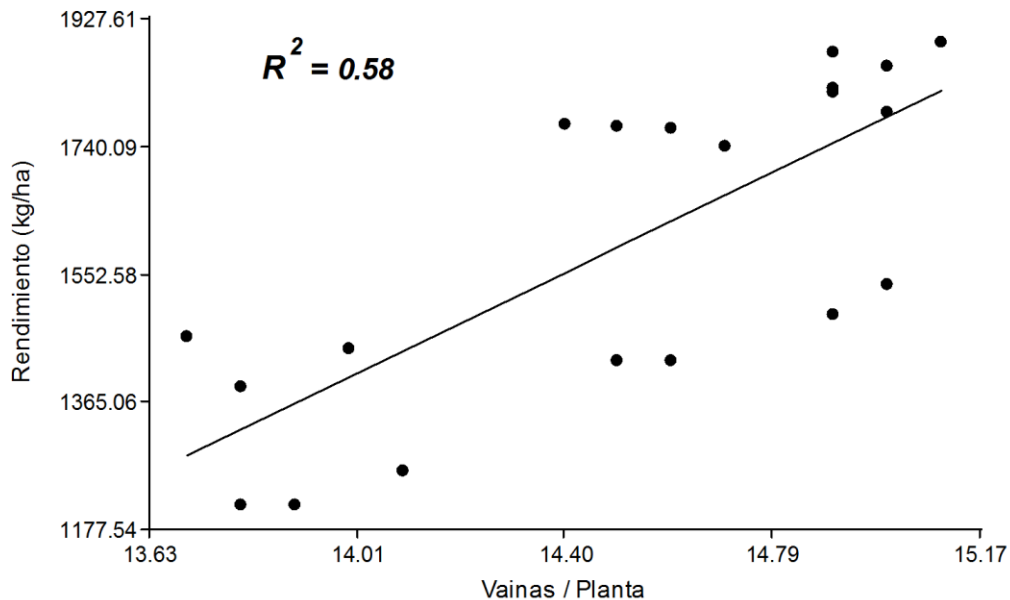


Figura 7. Relación entre el número de vainas por plantas y el rendimiento obtenido en kg/ha

Según Mezquita (1973) citado por Aguilar & Altamirano (1999) el número de vainas por planta es determinado por los factores ambientales en la época de floración (Temperatura, viento y agua) y por el estado nutricional en la fase de formación de vainas y siempre está relacionado con el rendimiento.

Como todos los tratamientos se encontraban bajo las mismas condiciones climáticas y de suelo podemos decir que el número de vainas se vio influenciado por el tipo y cantidad de fertilizante usado, en este sentido coincidimos con lo dicho por Mezquita (1973) citado por Aguilar & Altamirano (1999) que la condición nutricional influye en el número de vainas.

5.3.2 Número de granos por vaina

Al realizar el análisis de varianza para el carácter número de granos por vaina no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos evaluados (p-valor: 0.6567).

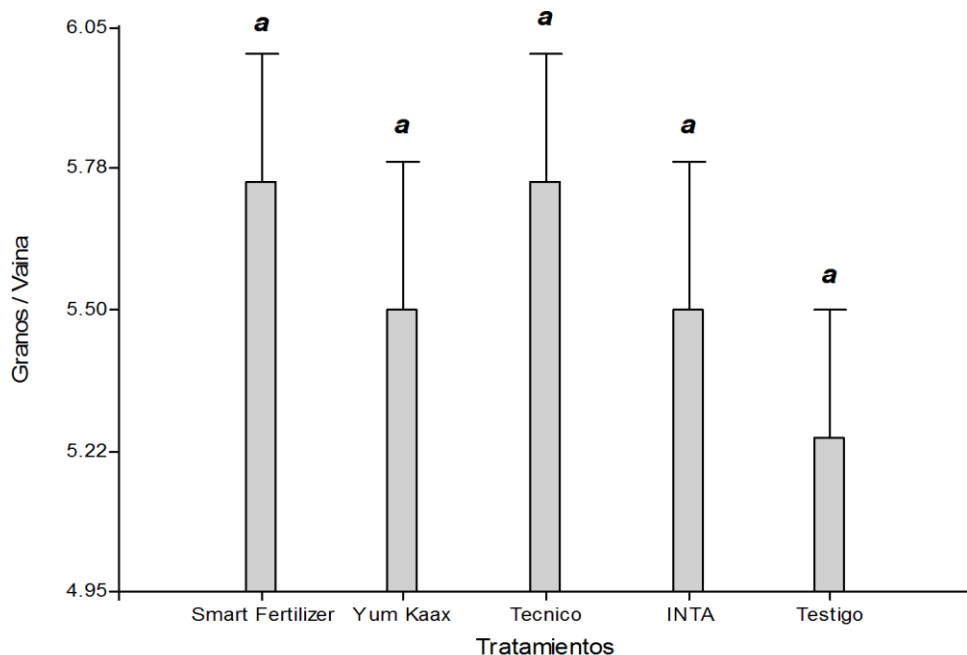


Figura 8. Número de granos por vaina

Estos resultados coinciden con lo dicho por Bonilla (1990) “Los granos por vainas es una variable determinada por su característica genética propia de cada variedad que varía con las condiciones existentes de cada región, dicho componente es heredable y se toma como indicador el que ejerce el medio ambiente”.

Nuestros resultados también concuerdan por lo encontrado por Vera (2004) quien no encontró diferencia significativa en el número de granos por vaina en el cultivo de frijol fertilizado con 4 dosis de fertilización nitrogenada obteniendo un promedio general de 5 semillas por vaina, resultado similar al nuestro, dicha investigación se llevó a cabo en Ecuador con la línea de frijol FIB-C-004.

En 2005 Vallejos & Martínez realizaron una investigación en Carazo, Nicaragua, en donde evaluaron el comportamiento de 7 genotipos de frijol de grano rojo y al realizar el análisis de varianza determinaron que no existió diferencia entre los genotipos estudiados.

5.3.3 Peso de 100 granos

De acuerdo al análisis estadístico al que fueron sometidos los distintos tratamientos con un grado de significancia de cinco por ciento para esta variable, se encontró diferencia significativa entre los tratamientos evaluados (p -valor <0.0001) obteniendo los mejores resultados con el tratamiento Smart Fertilizer con un 14 % más en el peso del grano con relación al Testigo.

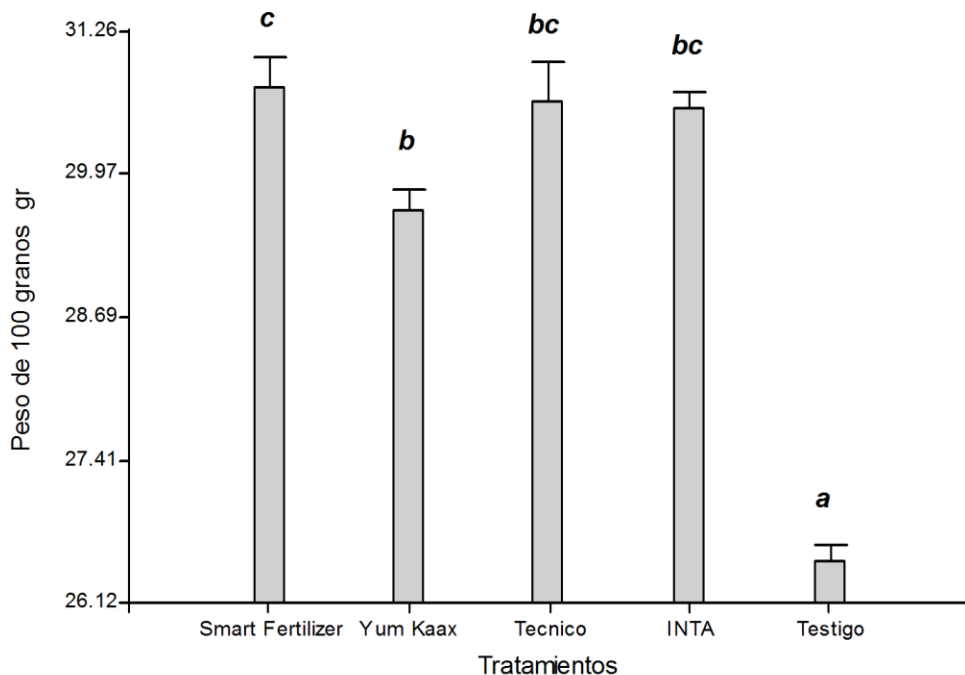


Figura 9. Peso de 100 granos

Según Guerrero & Guerra (1995), el peso del grano es una característica controlada por un gran número de factores genéticos. Por su parte Zapata & Orozco (1991), citados por Espinoza (2002), señalan que este parámetro demuestra la capacidad de trasladar nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo al grano en la etapa reproductiva.

Consideramos que los diferentes niveles de macro y micronutrientes utilizados en el experimento provocaron un efecto en el peso del grano. Estos resultados pueden atribuirse a algunas funciones específicas que desempeñan los nutrientes en las plantas, pero también a la relación e interacción de estos nutrientes en la solución del suelo.

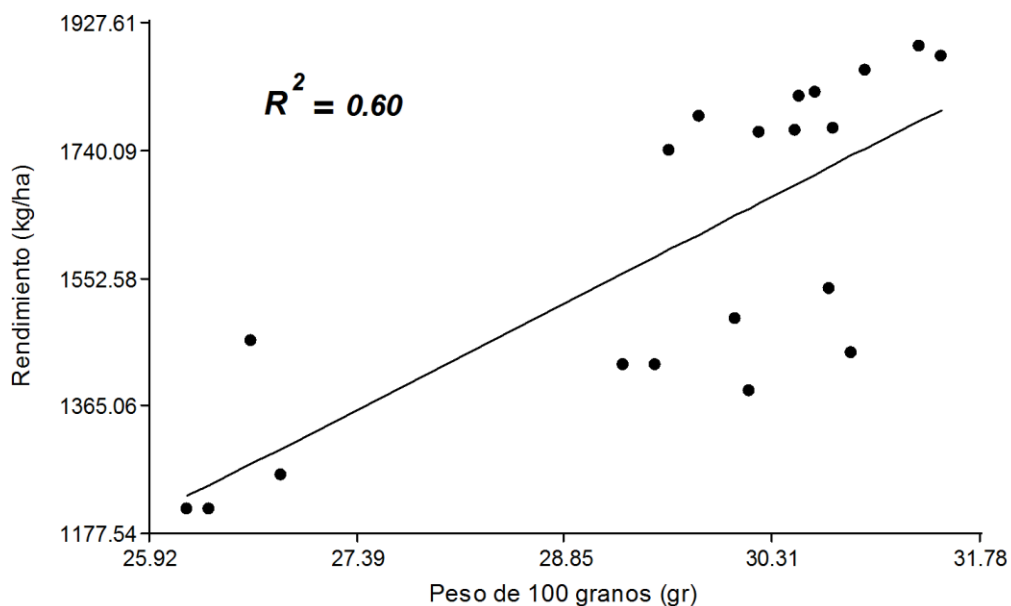


Figura 10. Relación entre el peso del grano y el rendimiento obtenido

En la figura 10 se puede observar que existe una clara relación entre el peso del grano y el rendimiento ($R^2 = 0.60$), es decir que el peso que los granos de frijol incidieron directamente sobre el rendimiento.

5.3.4 Rendimiento Kg/ha

Con base a los resultados obtenidos por medio del análisis de varianza para la variable rendimiento en kilogramos por hectárea se determinó que existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (p-valor: 0.0089), obteniendo los mejores resultados con Smart Fertilizer significando un incremento de 27 % más en los rendimientos en relación al Testigo.

El rendimiento determina la eficiencia con que las plantas hacen uso de los recursos existentes en el medio, unido también al potencial genético que estas tengan, por tanto, el rendimiento es el resultado de la correlación de los factores biológicos y ambientales que luego se expresa en producción (Aguilar & Altamirano, 1999).

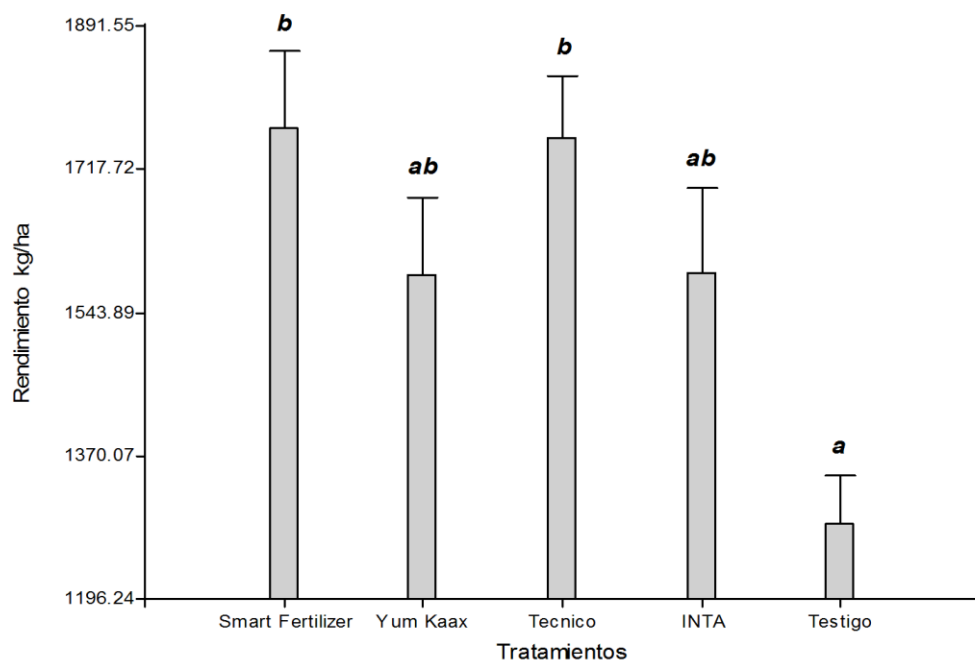


Figura 11. Rendimiento en kg/ha

Estos resultados coinciden con los encontrados por De León (2014), quien evaluaron el efecto de cinco programas de fertilización sobre el rendimiento y calidad de arveja de grano, sus resultados indican que el tratamiento con mayor rendimiento fue aquel en el cual se suministró una mayor variedad de fuentes de nutrientes tanto por la vía granulada (Al suelo) como por la vía foliar. Por lo que el cultivo tuvo una mayor probabilidad de satisfacer sus requerimientos nutricionales.

Consideramos que la fuente y cantidad de fertilizante utilizado por cada método de interpretación influyo sobre los resultados observados y que la variable que incidió más en el rendimiento fue el peso del grano.

5.4 Análisis económico

Tabla 4. Costos e ingresos en la producción de frijol, fertilizado con tres recomendaciones provenientes de tres interpretaciones de un análisis de suelo

Tratamiento	Rendimiento kg/ha	Costo de producción	Ingreso Bruto	Ingreso Neto	Rentabilidad* (%)
Smart Fertilizer	1767.40	18387.3	42776.8	24389.5	132.64
Yum Kaax	1588.63	16266.2	38444.8	22178.6	136.35
Técnico	1755.08	20767.0	42472.9	21705.9	104.52
INTA	1591.59	14599.9	38516.4	23916.5	163.81
Testigo	1286.72	11945.0	31139.3	19194.3	160.69

***Formula de la rentabilidad**

$$\% \text{ Rentabilidad} = \frac{\text{Ingreso neto}}{\text{Costos de producción}} \times 100$$

En la tabla número 4 se puede observar que la mayor rentabilidad económica se obtuvo en los tratamientos INTA y Testigo, seguido por Yum Kaax. Esto se puede explicar con la tabla número 2 en donde se observa que los tratamientos con mayor rentabilidad fueron los que aplicaron menos cantidad y fuentes de fertilizantes.

Esta rentabilidad se pudo haber logrado por los niveles de nutrientes que existía en el suelo antes de la siembra del cultivo (anexo 1). La mejor rentabilidad obtenida no garantiza que sea la mejor recomendación a mediano y largo plazo simplemente porque la producción no se puede sustentar en las reservas de nutrientes que tienen los suelos.

VI. CONCLUSIONES

En el estudio que se realizó se observó que los mejores rendimientos se obtuvieron con el tratamiento 1 el cual corresponde a la fertilización del cultivo de frijol con las recomendaciones de Smart Fertilizer, encontrando que el número de vainas por planta y el peso de 100 granos tuvieron una relación directa con el rendimiento.

También se observó que los tratamientos que obtuvieron mayores rendimientos resultaron ser los menos rentables, esto demuestra que, los rubros más productivos no siempre son los más rentables, en nuestro caso esta discrepancia se debió al tipo y cantidad de fertilizante que cada sistema de interpretación recomendó.

El análisis de suelo representa una herramienta muy importante para el diagnóstico del estado de la fertilidad del suelo y aún más importante es la correcta interpretación de los resultados del análisis, porque el plan de fertilización estará en dependencia de la fuente de interpretación.

Una incorrecta interpretación de los resultados del análisis de suelo puede ocasionar aplicaciones de fertilizantes innecesarias e inadecuadas para el suelo y los cultivos, también puede presentarse mermas en la producción por la falta de algún nutriente en el suelo.

Consideramos que para obtener la mejor interpretación de un análisis de suelo se debe considerar toda la información posible del lote, de los métodos de extracción y del cultivo.

Aunque los mejores rendimientos se obtuvieron con Smart Fertilizer, la mayor rentabilidad con Yum Kaax y buenos resultados con el Técnico, consideramos que para obtener las mejores recomendaciones se deben realizar investigaciones que respalden todas las interpretaciones y asegurarnos de que los cálculos que realizamos de cualquier forma, sean correctos y confiables, basados en datos de nuestros suelos y nuestro clima.

La utilización de los programas para interpretar los análisis de suelo les facilita a los productores calcular la dosis óptima de fertilizantes para aplicar en sus cultivos y evitar gastos innecesarios a los productores.

VII. RECOMENDACIONES

Para interpretar los resultados del análisis de suelo se recomienda contar con la mayor información posible acerca del cultivo, de los métodos de extracción usados por los laboratorios y el historial del suelo.

Garantizar que los datos de las tablas de requerimiento nutricional del cultivo sean de fuentes confiables para evitar errores al momento de calcular la dosis de fertilizante y de ser posible que esos datos sean de zonas con condiciones similares a la que se quiere aplicar.

El gobierno, las universidades y las instituciones dedicadas al estudio del suelo y su fertilidad deben realizar muchas investigaciones encaminadas a determinar las cantidades de nutrientes que extraen los cultivos del suelo. Esto se debe de realizar para cada suelo, para cada cultivo y para cada elemento ya que es la única manera de obtener las mejores recomendaciones de fertilización.

Cuando se interpreten los análisis de suelo por cualquier método se debe tener sumo cuidado en incurrir en el uso excesivo de los fertilizantes porque se puede presentar un desequilibrio nutricional en el suelo y afectar a la planta.

En futuras investigaciones se debería analizar el suelo antes y después del ciclo del cultivo para conocer las condiciones en las que queda y analizar los tejidos de las plantas para estimar las cantidades de cada elemento que extrae el cultivo del suelo.

Cuando se quiera evaluar la efectividad de planes de fertilización basados en un análisis de suelo se deben de tomar en cuenta los factores climáticos ya que estos influyen sobre la productividad de los cultivos.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Abayomi, Y. (2008). Growth and yield responses of cowpea (*Vigna unguiculata L.*) Walp genotypes to nitrogen fertilizer (NPK). 170-176.

Agrolab. (Noviembre de 2005). Guia de referencia para la interpretacion de analisis de suelo. 7-8.

Aguilar, V., & Altamirano, A. (1999). Efecto de fuentes de fertilizantes (Quimico, organico) y control de malezas sobre frijol comun. 16.

Barrientos, L. Julio (1998). Antecedentes de la fijación biologica de nitrógeno en leguminosas. 24-37.

Barrios, P., & Salvador, J. (2011). Efeciencia agronómica de nitrogeno y fosforo en la produccion de frijol chino en espalddera de maiz. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, 287.

Bernier, R. (2016). Analisis de suelo, metodologia e interpretación. Centro Regional de Investigación INIA, 4-5.

Bertsch, F. (1995). La fertilidad de los suelos y su manejo. 157.

Bonilla, J. (1990). Efecto del control de malezas y distancias de siembra sobre la cenosis de las malezas, crecimiento y rendimiento del frijol común. 32-33.

Castellanos, J., & Badillo, V. Septiembre de (1998). Características agronómicas del frijol asociadas a la capacidad de fijación de N₂. 354.

Cempukdee, U., & Fukai, S. (1991). Effects of nitrogen supply on cassava . 178.

CIAT. (2016). Proyecto especial de evaluación, selección y manejo de la simbiosis leguminosa rizobio para aumentar la fijación de nitrógeno. Sección de Microbiología de Suelos, Programa de Frijol, 17.

De León, H. (Mayo de 2014). Efecto de cinco programas de fertilización sobre el rendimiento y calidad de arveja de grano. Facultad de ciencias ambientales y agrícolas, licenciatura en ciencias agrícolas con énfasis en cultivos tropicales , 31-32.

Díaz, M., & Grosso, G. (1999). Efectos de la ubicación de un fertilizante nitrógeno fosfatado sobre la nodulación y la producción de soja en siembra directa. Revista de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo, 63-64.

Dueñas, G., & Muñiz, O. (Enero de 2001). Reciclaje de nitrógeno en una sucesión frijol - maíz en un suelo ferralítico usando en método isotópico. 46-49.

Espinoza, R. (Diciembre de 2002). Evaluación de dos tipos de fertilizantes orgánicos (Gallinaza y estiércol vacuno) y fertilizante mineral sobre el crecimiento y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*). Establecido en postrera. 35-36.

Frank, A. (1953). Mineral Nutrition plans of animals. University of Oklahoma, 4 , 100.

Fukai, S., & Trenbath, B. (1993). Processes determining intercrop productivity and yields of components crops. 178.

German, W. (2009). Buenas practicas agricolas y mejores practicas de manejo de plaguicidas en el cultivo de frijol. Proyecto demostrativo de la cadena productiva del cultivo de frijol en la cuenca del Rio Coco.

Guerrero, L., & Guerra, L. (1995). Efecto de cuatro niveles de fertilizante sobre el crecimiento y rendimiento de cinco variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo el sistema de cero labranza. Trabajo de diploma. UNA, 41.

IICA. (Septiembre de 2009). Guia técnica para el cultivo de frijol.

Instituto Cultural Quetzalcóatl. (Nobiembre de 2016).
http://www.samaelgnosis.net/revista/ser43/yum_kaax.html.

INTA. (Noviembre de 2009). Guía Tecnológica Frijol.

Jimenez, J. (1996). Efecto de labranzas y metodos de control de malezas sobre la dinamica de malezas . Tesis de Ing, Agropecuaria Universidad Nacional Agraria, Escuela de sanidad Vegetal, 46.

Mezquita, B. (1973). Influencia de algunos componentes morfológicos en el rendimiento del frijol comun. Tesis. MSc, Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, 33.

Montenegro, A. (2016). Muestreo de suelos para analisis de fertilidad. Centro regional de investigación INIA, 2-3.


- Múnera, G. (2012). Manual general de analisis de suelo y tejido vegetal. Escuela de tecnología química, 3-4.
- Perdomo, C., & Barbazán, M. (2017). El nitrógeno en la planta. Área de suelos y aguas , 5.
- Pupiales, H., & Pupiales, J. (2008). Respuesta del frijol (*Phaseolus vulgaris L*) a la aplicación de abono organico a base de residuos sólidos de fique. 7.
- Sadzawka, A. (1995). Evaluación analitica de laboratorios de analisis de suelo en Chile. 27.
- Sela, G. (Abril de 2014). Interpretación de análisis de suelos - El Método de Extracción. Curso 'Fertilización y Riego'.
- Smart Fertilizer. (Diciembre de 2016). <http://www.smart-fertilizer.com/es>.
- Téllez, J., & Jarquín, F. (1999). Efecto de tres densidades de siembra de frijol caupí (*Vigna unguiculata*) sobre la producción del grano en la zona seca de Managua.
- Trigoso, R. (Marzo de 1970). Algunos factores que afectan la fijacion simbiotica del nitrógeno. Departamento de fitotecnia y suelos, 16.
- Urzúa, H. (Mayo de 2005). Beneficios de la fijación simbiótica de nitrógeno. 32, 133.
- Vallejos, B., & Martinez, L. (2005). Caracterización y evaluació de 7 genotipos de frijol común grano color rojo (*Phaseolus vulgaris L.*) en la estación experimental La Compañía. Tesis , La Compañía, Carazo.

Vera, A. (2004). Estudio de poblaciones y fertilización nitrogenada en frijol arbustivo. 24.

Zapata, M., & Orozco, P. (1991). Evaluación de diferentes métodos de control de malezas y distancias de siembra sobre la cenosis de las malezas, crecimiento y rendimiento del frijo común (*Phaseolus vulgaris L.*). Tesis de Ing. Arg. Universidad Nacional Agraria. Escuela de sanidad vegetal, 49.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Resultado del análisis de suelo



LABORATORIOS QUIMICOS, S. A.
LAQUISA


Teléfono Oficina
2310-2583/8854-2550

INFORME DE ANÁLISIS


Cliente: Victor Manuel Barahona Sarantes	Lugar muestreo: No Especificado
Dirección: Antena de Movistar 1 c al Norte 75 varas al Oeste/Esteli	Munic./Depto.:
Nombre muestra: Finca: La Bonita	Fecha muestreo: 23/03/2016
Descripción muestra: Suelo	Fecha informe: 08/07/2016
Fecha ingreso: 16/06/2016	Muestreado por: Cliente
Ref. laboratorio: Su-4117-16	
Número de muestreo:	


Análisis	Unidad	Resultado
pH	-	7.1
Materia Orgánica	%	3.51
Nitrógeno	%	0.18
Fósforo	ppm	54.9
Potasio	meq/100g	1.228
Calcio	meq/100g	19.784
Magnesio	meq/100g	8.812
Hierro	ppm	68.8
Cobre	ppm	4.5
Zinc	ppm	1.2
Manganeso	ppm	28.2
Aluminio Intercambiable	meq/100g	<0.1
Conductividad Eléctrica	µS/cm	965.26
Densidad Aparente	g/ml	1.31
Arcilla	%	55.92
Limo	%	19.64
Arena	%	24.44
Textura	-	Arcilloso

*LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida.
Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA*



Lic. Manuel Antonio Solórzano Paredes
Responsable Técnico





Lic. Julio César Barrera Berrios
Responsable de Suelo

Km. 83, Carretera León - Managua
Apartado 154 - E-mail: laquisa@gmail.com
León, Nicaragua

Página 1 de 2

Anexo 2. Hoja de campo

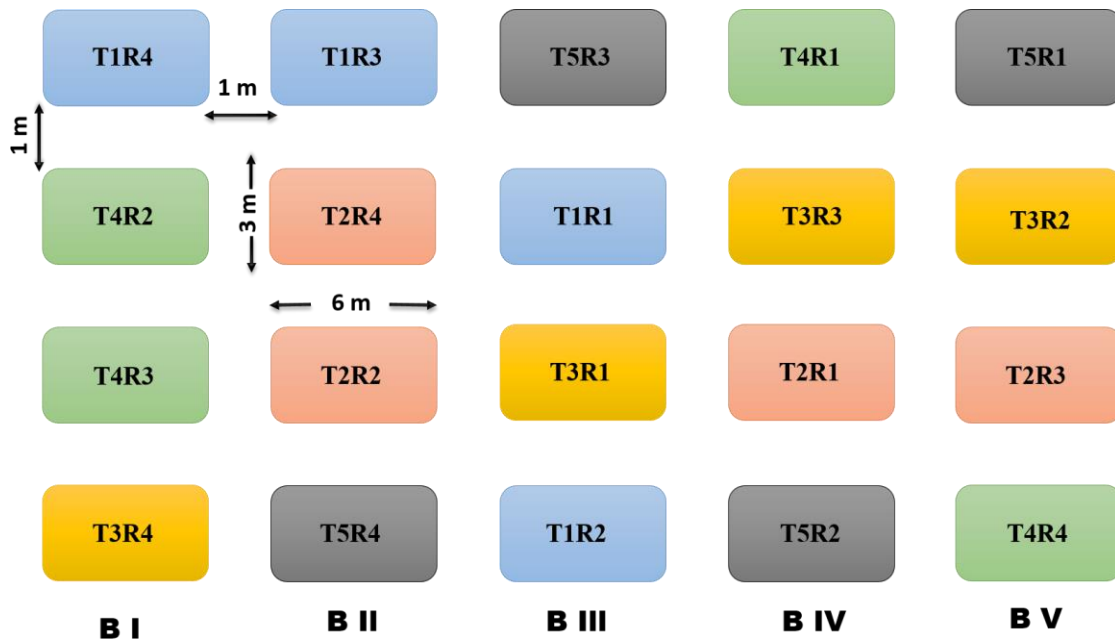
Fecha:

Anotador:

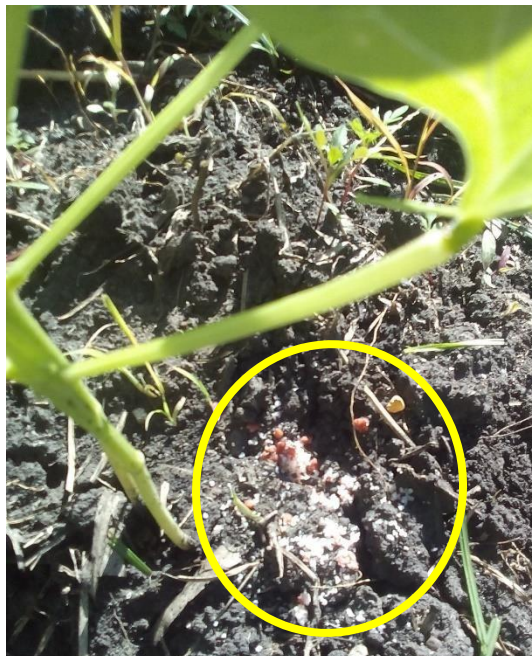
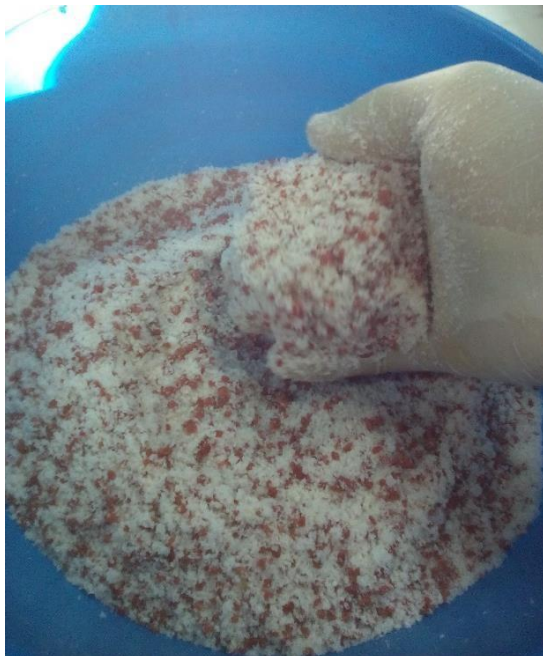
Variable:

	T1R1	T1R2	T1R3	T1R4	T2R1	T2R2	T2R3	T2R4	T3R1	T3R2	T3R3	T3R4	T4R1	T4R2	T4R3	T4R4	T5R1	T5R2	T5R3	T5R4
Planta 1																				
Planta 2																				
Planta 3																				
Planta 4																				
Planta 5																				
Planta 6																				
Planta 7																				
Planta 8																				
Planta 9																				
Planta 10																				
Promedio																				

Anexo 3. Diseño experimental



Anexo 4. Aplicación de los fertilizantes



Anexo 5. Preparación de la mezcla de los fertilizantes aplicados



Anexo 6. Vista aérea del ensayo experimental



Anexo 7. Cosecha del frijol



Anexo 8. Recolección de la muestra de suelo



Anexo 9. Ficha de costos para frijol INTA Norte (1 ha)

Rubro	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario C\$	Total C\$
Preparación del terreno				
Quema de la hierba	D/H	1	120	120
Arado con bueyes	D/H	1.5	800	1, 200
Establecimiento				
Siembra	D/H	3	120	360
Semilla	Kg	36	35	1, 260
Control de malezas	D/H	2	120	240
Herbicidas				
Gramoxone	Litro	2	100	200
Yerbalade	Litro	2	450	900
Fucilade	Litro	2	720	1, 440
Fungicidas				
Antracol	Kg	1	300	300
Manzate	Kg	1	335	335
Mancozeb	Kg	1	320	320
Phyton	Litro	2	210	420
Insecticidas				
Muralla	Litro	0.5	600	300
Rienda	Litro	1	250	250
Tigre	Litro	1	220	220
Mano de obra (actividades varias)				
Fertilización	D/H	2	120	240
Aplicación de fungicidas y otros	D/H	7	120	840
Cosecha				
Arranque	D/H	15	120	1, 800
Aporreo	D/H	10	120	1, 200
Total				11, 945

Costos variables (fertilizantes)

Smart Fertilizer	6, 442.3
Yum Kaax	4, 321.2
Técnico	8, 822.0
INTA	2, 654.9