



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

TRABAJO DE DIPLOMA

Evaluación del rendimiento del cultivo de soya (*Glycine max.* (L) Merr), bajo la fertilización orgánica, sintética y combinada, en la Finca el Plantel (Masaya) postrera 2009.

Autores

Br. Franklyn Aliett Zapata Quiñonez
Br. Nelson Genaro Mejía Mendoza

Asesores

Ing. Agr. Miguel Gerónimo Ríos
Dr. Francisco Salmerón

Presentado en consideración del Honorable Tribunal Examinador
como requisito para optar al grado de INGENIERO AGRICOLA
PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Managua, Nicaragua.
Agosto, 2011

ÍNDICE DE CONTENIDOS

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. MATERIALES Y MÉTODO	
3.1 Descripción del lugar.....	4
3.1.1 Zonificación ecológica.....	4
3.1.2 Suelo.....	5
3.2 Descripción del experimento	
3.2.1 Diseño metodológico.....	7
3.2.2 Manejo agronómico.....	7
3.3 Variables evaluadas.....	9
3.3.1 Altura de plantas (cm).....	9
3.3.2 Altura de inserción de la primer vaina (cm).....	9
3.3.3 Número de vainas por planta.....	9
3.3.4 Número de granos por vaina.....	10
3.3.5 Peso de 100 granos (g).....	10
3.3.6 Materia seca (kg ha ⁻¹).....	10
3.3.7 Relación carbono nitrógeno de la planta de soya.....	10
3.3.8 Concentración y extracción de nutrientes en la planta de soya.....	11
3.3.9 Rendimiento del grano (kg ha ⁻¹).....	11
3.4 Análisis estadístico.....	11

IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1	Altura de planta.....	12
4.2	Altura de inserción de la primera vaina.....	13
4.3	Número de vainas por planta.....	14
4.4	Número de granos por vaina.....	15
4.5	Peso de 100 granos (g).....	16
4.6	Materia seca del cultivo de soya (kg ha ⁻¹).....	17
4.7	Relación C/N de la planta de soya.....	18
4.8	Concentración de macro nutrientes en la planta de soya.....	19
4.8.1	Concentración de nitrógeno en la planta de soya.....	20
4.8.2	Concentración de fósforo en la planta de soya.....	22
4.8.3	Concentración de potasio en la planta de soya.....	23
4.9	Extracción de macro nutrientes primario por la planta de soya en la fase reproductiva R ₅	24
4.9.1	Extracción de nitrógeno por la planta de soya.....	25
4.9.2	Extracción de fósforo por la planta de soya.....	26
4.9.3	Extracción de potasio por la planta de soya.....	26
4.10	Rendimiento de grano (kg ha ⁻¹).....	27
V.	CONCLUSIONES	29
VI.	LITERATURA CITADA	30
VII.	ANEXOS	33

DEDICATORA

Dedico este trabajo de graduación a la sabiduría que Dios me ha dado, al esfuerzo de mi madre y al mío propio.

Franklyn Aliett Zapata Quiñonez

DEDICATORIA

A *Dios* primeramente por darme la vida, salud, sabiduría y por haberme ayudado en los momentos más difíciles de mi vida que afronté durante mi vida estudiantil.

A mi papá *César J. Mejía M.* quien con su esfuerzo, amor, apoyo moral y económico me impulso a seguir en este arduo camino para culminar mis estudios, gracias por confiar en mí, ha sido un orgullo e inspiración y nada hubiese sido posible sin usted.

A mi esposa *Rosa Yajaira Bravo* porque vive conmigo mis triunfos y mis fracasos, que me ha comprendido y apoyado durante mi carrera profesional.

Sabiendo que no existirá forma alguna de agradecer su ayuda, confianza y hospitalidad que me brindo en la culminación de mi carrera profesional. *Rosa Amelia Bravo Gutiérrez.*

A mi familia y amistades que de una u otra manera contribuyeron para el logro de mi carrera. Gracias.

Nelson G. Mejía M.

Al término de esta etapa de mi vida, quiero expresar un profundo agradecimiento a quienes con su ayuda, apoyo y comprensión me alentaron a lograr esta hermosa realidad.

AGREDECIMIENTOS

Agradecemos primeramente a *Dios* por darnos la sabiduría necesaria, fortaleza y comprensión durante nuestra vida estudiantil y por estar con nosotros a cada momento.

A nuestros padres por la ayuda que nos brindaron durante el transcurso de nuestras vidas y nuestra carrera, hoy nos sentimos orgullosos de formar parte de esa familia tan maravillosa, pues la semilla que sembraron nació, creció y hoy está dando sus frutos. Bendiciones para ellos.

A nuestros asesores *Dr. Francisco Salmerón* y al *Ing. Miguel Ríos* por su apoyo incondicional, orientación, paciencia, dedicación y su amistad para la realización de este trabajo investigativo. A ellos mil gracias.

A todas nuestras amistades que a lo largo de estos años de estudios estuvieron presente brindándonos consejos y palabras de motivación.

A todo el personal de la Universidad Nacional Agraria que de una u otra forma estuvieron relacionados con nuestra educación.

A *Guillermo* y *Francis*, trabajadores de la HEMEROTECA por su atención y paciencia en la búsqueda de información.

A todos/as muchísimas gracias que *Dios* todo poderoso derrame bendiciones y los acompañe siempre.

Franklyn Aliett Zapata Quiñonez
Nelson Genaro Mejía Mendoza

ÍNDICE DE CUADROS

CUADROS	PÁGINAS
1 Línea base de las propiedades químicas del suelo, en el tratamiento bio-green	5
2 Línea base de las propiedades químicas del suelo, en el tratamiento combinado	6
3 Línea base de las propiedades químicas del suelo, en el tratamiento sintético	6
4 Línea base de las propiedades químicas del suelo, en el tratamiento testigo	6
5 Metodología usada para los análisis químicos de los macro nutrientes primarios	7
6 Descripción de los tratamientos y dosis de aplicación. Finca El Plantel, Masaya, postrera, 2009	8
7 Significancia estadística de los tratamientos evaluados para la variable Alturas de las plantas. Finca El plantel, Masaya, postrera, 2009	13
8 Significancia estadística de los tratamientos evaluados para la variable, Inserción de la primera vaina. Finca El plantel-Masaya, postrera, 2009	14
9 Significancia estadística de los tratamientos evaluados para la variable, Número de Vainas por Planta. Finca El plantel, Masaya, postrera, 2009	15
10 Significancia estadística de los tratamientos evaluados para la variable, Número de granos por vaina. Finca El plantel, Masaya, postrera, 2009	16
11 Significancia estadística de los tratamientos evaluados para la variable, Peso de 100 granos de soya. Finca El plantel, Masaya, postrera, 2009	17
12 Relación carbono nitrógeno de la planta de soya en tallo-hoja	19
13 Relación carbono nitrógeno de la planta de soya en la raíz	19
14 Extracción de macro nutrientes por el cultivo de soya	25
15 Significancia estadística de los tratamientos evaluados para la variable, Rendimiento del grano. Finca El plantel, Masaya, postrera, 2009	28

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS	PÁGINAS
1 Precipitación (Pp) y Temperaturas (T^0) de la zona en estudio El Plantel-Masaya. Postrera, 2009	4
2 Materia seca del cultivo de soya	18
3 Concentración de nitrógeno en la planta de soya (Tallo, Hojas y Raíz)	21
4 Concentración de fósforo en la planta de soya (Tallo, Hojas y Raíz)	22
5 Concentración de potasio en la planta de soya (Tallo, Hojas y Raíz)	24
6 Extracción (kg ha^{-1}) de nitrógeno por la planta de soya	25
7 Extracción (kg ha^{-1}) de fósforo por la planta de soya	26
8 Extracción (kg ha^{-1}) de potasio por la planta de soya	27

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINAS
1	Ubicación Geográfica donde se desarrollo el experimento. Finca El Plantel-Masaya	34
2	Composición Química del Bio-Green	34
3	Fases Fenológicas de la soya con respecto a las precipitaciones y temperaturas ocurridas durante el ciclo del cultivo	35
4	Análisis de la biomasa del cultivo de soya del peso húmedo y peso seco	35
5	Esquema del experimento establecido en la Finca El Plantel-Masaya Postrera, 2009	36
6	Clasificación de concentraciones de macro nutrientes en la planta de Soya	36
7	Descripción de los diferentes métodos de laboratorio	37
8	Características del cultivo de soya, variedad CEA-CH-86	39
9	Descripción de la finca el plantel	40
10	Significancia estadística de la materia seca del cultivo de soya	41
11	Materiales y Equipos utilizados	42
12	Significancia estadística de las concentraciones de nitrógeno en la plantas de soya	43
13	Significancia estadística de las concentraciones de fósforo en la plantas de soya	43
14	Significancia estadística de las concentraciones de potasio en la plantas de soya	44
15	Significancia estadística de extracción de nitrógeno por la planta de soya	44

16	Significancia estadística de extracción de fósforo por la planta de soya	45
17	Significancia estadística de extracción de potasio por la planta de soya	45
18	Rangos de clasificación aproximada de nutrientes en suelos de Nicaragua	46

RESUMEN

El experimento fue establecido en la finca El Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el kilómetro 42½ de la carretera Masaya – Tipitapa, con el objetivo de evaluar el efecto de la fertilización orgánica y sintética sobre el crecimiento, rendimiento y aportaciones de biomasa al suelo. El material vegetal utilizado fue la variedad CEA-CH-86. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA) en arreglo unifactorial con cuatro réplicas por tratamiento, con un área de 84m² por tratamiento, así mismo se utilizó separación de medias de rangos múltiples de Tukey con un porcentaje de confianza del 95%. La fertilización consistió en una sola aplicación al momento de la siembra a razón de 3.5 t ha⁻¹ de Bio-Green (Orgánico), el fertilizante sintético aplicado fue completo (12-30-10) en dosis de 134 kg ha⁻¹ y una combinación de ambos fertilizantes a razón del 50% de cada fuente de fertilización. La variable de crecimiento evaluada fue, altura de plantas (cm). Al momento de la cosecha, altura de inserción de la primera vaina (cm), número de vainas por plantas, número de granos por vainas, peso de 100 granos (g), rendimiento del grano en kg ha⁻¹ y las aportaciones de biomasa de soya al suelo. Las variables evaluadas fueron sometidas a un análisis de varianza (ANDEVA) utilizando el programa estadístico Minitab versión 2008. Se concluye que no existe diferencia significativa en cuanto a la aplicación de los tratamientos sobre las variables evaluadas. El mayor rendimiento lo presentó el tratamiento sintético con 1 923 kg ha⁻¹, seguido del tratamiento combinado (Bio-Green + Sintético) con 1 774.54 kg ha⁻¹ sin ser estadísticamente diferentes. La mayor producción de materia seca se obtuvo el tratamiento sintético y la menor cantidad de materia con tratamiento Bio-Green 1 514.72 kg ha⁻¹. El tratamiento combinado presentó mayor concentración de nitrógeno 1.77% y potasio con 1.69 % en tallo y hoja, el fósforo presentó una concentración de 0.29 % en el tratamiento sintético. Las mayores concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio, en la raíz de la planta de soya, la presenta en tratamiento Bio-Green con 0.65% de nitrógeno, el tratamiento combinado y testigo con 0.12% de fósforo, y el tratamiento combinado con 0.79 % de potasio. Las mayores extracciones por la planta de soya (tallo-Hoja y raíz) de nitrógeno, fósforo y potasio, se obtuvieron en los tratamientos combinado con 50.43 kg ha⁻¹ de nitrógeno y 52.54 kg ha⁻¹ de potasio seguido por el tratamiento sintético con 6.55 kg ha⁻¹ de fósforo. La relación C/N en tallo y hoja son menores de 20:1, mientras que la raíz presentó una relación C/N mayor de 30:1.

ABSTRAC

The experiment was established on the farm campus, owned by the National Agrarian University, located at Km 42 ½ Carretera Masaya - Tipitapa, in order to evaluate the effect of organic fertilization and concise data on growth, yield and input biomass to the soil. The plant material used was the variety CEA-CH-86. The experimental design of randomized complete block (RCB) in under-factor with four replicates per treatment, with an area of 84m² per treatment, and it was used means separation multiple range Tukey at a rate of 95%. Fertilization consisted of a single application at planting at a rate of 3.5 t ha⁻¹ Bio-Green (Organic), synthetic fertilizer applied was complete (12-30-10) at doses of 134 kg ha⁻¹ and a combination of both fertilizer at a rate of 50% of each source of fertilizer. The growth variable was assessed, plant height (cm). At harvest time, insertion height of the first pod (cm), number of pods per plant, number of grains per pod, weight of 100 grains (g), grain yield in kg ha⁻¹ and contributions of biomass soy the ground. The evaluated variables were subjected to analysis of variance (ANOVA) using Minitab statistical software version 2008. We conclude that there is no significant difference in the application of the treatments on the variables evaluated. The highest yield was presented by synthetic treatment with 1 923 kg ha⁻¹, followed by combination therapy (Bio-Green + Synthetic) with a 774.54 kg ha⁻¹ was not statistically different. The greater dry matter production was obtained synthetic treatment and fewer treatment material Bio-Green 1 514.72 kg ha⁻¹. Combined treatment with higher concentrations of nitrogen and potassium 1.77% to 1.69% in stem and leaf phosphorus concentration showed a 0.29% in the synthetic treatment. The highest concentrations of nitrogen, phosphorus and potassium in the root of the soybean plant, the treatment presented in Bio-Green with 0.65% nitrogen, combined treatment and control with 0.12% phosphorus, and combined treatment with 0.79% potassium. The biggest draws for the soybean plant (stem, leaf and stem) of nitrogen, phosphorus and potassium were obtained in treatments combined with 50.43 kg ha⁻¹ of nitrogen and 52.54 kg ha⁻¹ of potassium followed by the synthetic treatment with 6.55 kg ha⁻¹ phosphorus. The C / N in stem and leaf are less than 20:1, while the root is C / N ratio greater than 30:1.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de la soya (*Glycine max* (L.) Merr) es originaria de Asia. Es considerada la más importante leguminosa de grano por su alto contenido de proteínas (40%) y aceite (20%), utilizándose para el consumo humano, animal y como abono verde (CEA, 1986). El suministro mundial de grasa y aceite provienen de la soya y supera a cualquier otra fuente vegetal o animal (García, 1997).

La soya es considerada en la agricultura del mundo moderno como uno de los cultivos más rentables debido a la importancia estratégica que tiene para los esquemas tecnológicos de producción de alimentos concentrados para la alimentación de aves y cerdos, dado su alto contenido proteico. Es también el único cultivo en la agricultura totalmente mecanizado que ofrece una alternativa viable para una producción racional y sostenible, basada en la rotación de cultivos, garantizando al productor un alto nivel de rentabilidad y la conservación y mejoramiento de un recurso natural renovable como es el suelo (CATIE, 2004).

En Nicaragua, el cultivo de la soya se inicia en la década de los ochentas con la reducción de las áreas de algodón y la creciente demanda de las industrias locales de aceite y de harina de soya para el procesamiento de alimentos balanceados, empleados en granjas avícolas y porcinas (CATIE, 2004).

MAGFOR, IICA y JICA (2004), afirman que este cultivo ha tenido baja rentabilidad en los últimos años, debido principalmente, al poco desarrollo del mercado. En 1997 la producción de soya en Nicaragua fue de 29 mil toneladas métricas y en el año 2002 llegó a 4 mil toneladas. Esta caída en la producción es el resultado de una disminución continua en el área cultivada. En el año 1997 se establecieron catorce mil hectáreas y en el 2002 se cultivaron únicamente dos mil hectáreas.

En el 2004 se cultivaron 3 200 ha de soya en la región del pacífico del país con rendimientos promedios de 2 045.45 kg ha⁻¹, los cuales son bajos de acuerdo al potencial genético de la variedad (MAGFOR, IICA Y JICA, 2004).

Dentro de los problemas que limitan la baja del rendimiento del cultivo de soya, se pueden mencionar entre otros: La variedad utilizada, el control de plagas y enfermedades, condiciones ambientales, suelo, manejo del cultivo, densidad de siembra no óptima, nutrición mineral y el control de malezas. Estos mismos, si carecen de una tecnología no adecuada, son una limitante en la producción del rendimiento de grano (Alvarado, 2001).

Otro de los factores que inciden para que haya una baja producción, según el estudio, es que los agricultores siguen utilizando métodos tradicionales, los que tienden a acelerar el proceso de pérdida de fertilidad de los suelos. Lo que sugiere claramente la necesidad de tener un mejor acceso a tecnologías apropiadas.

Considerando la importancia que tiene el cultivo de soya en Nicaragua y los bajos rendimientos que se han venido obteniendo en los últimos años a causa de las degradaciones de los suelos agrícolas, será necesario utilizar los residuos de cosecha e incorporarlos al suelo como abono orgánico, permitiendo así la reducción y uso de fertilizantes sintéticos y de esta forma disminuir la contaminación del medio ambiente y minimizar los costos de producción.

La materia orgánica y la aplicación de diferentes abonos orgánicos se han relacionado tradicionalmente con los niveles de fertilidad de los suelos y que son generalmente productivos. Por otro lado desde la antigüedad y hasta que surgieron los fertilizantes minerales, los abonos orgánicos fueron la única forma de aumentar la fertilidad.

A través de este estudio se pretende generar información que pueda ser útil a los productores bajo las condiciones agroecológicas de la finca El Plantel.

II. OBJETIVOS

General

- Evaluar el rendimiento y crecimiento en el cultivo de soya por efecto de tres tipos de fertilización.

Específicos

- Evaluar el comportamiento del cultivo de soya en sus diferentes etapas de crecimiento.
- Cuantificar la producción de materia seca del cultivo durante la fase fenológica R₅.
- Determinar las concentraciones y extracciones de nitrógeno, fósforo y potasio en hoja-tallo y raíz.

III. MATERIALES Y MÉTODO

3.1 Descripción del lugar

El experimento se estableció en la época de postrera (Agosto, 2009) en la finca El plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el kilómetro 42 ½ carretera Masaya – Tipitapa, en el municipio de Zambrano, departamento de Masaya.

3.1.1 Zonificación ecológica

El área donde se estableció el experimento se localiza entre las coordenadas 12° 06' 24'' – 12° 06' 30'' de latitud norte y entre los 86° 04' 46'' – 86° 05' 27'' de longitud oeste, (Ver anexo 1). La zona se caracteriza por poseer suelos francos arcillosos, muy ligeramente ácidos (pH 6.79). La altitud es de 96 a 120 msnm, con precipitación de 800 a 1000 mm anuales y temperatura promedio anual de 26°C. La humedad relativa es de 75% y la velocidad del viento de 3.5m/s.

En la figura 1 se observa las precipitaciones y las temperaturas medias registradas durante el periodo del ensayo, que corresponde de agosto del 2009 a enero del 2010, registrándose una precipitación de 632.7 mm. (INETER, 2010).

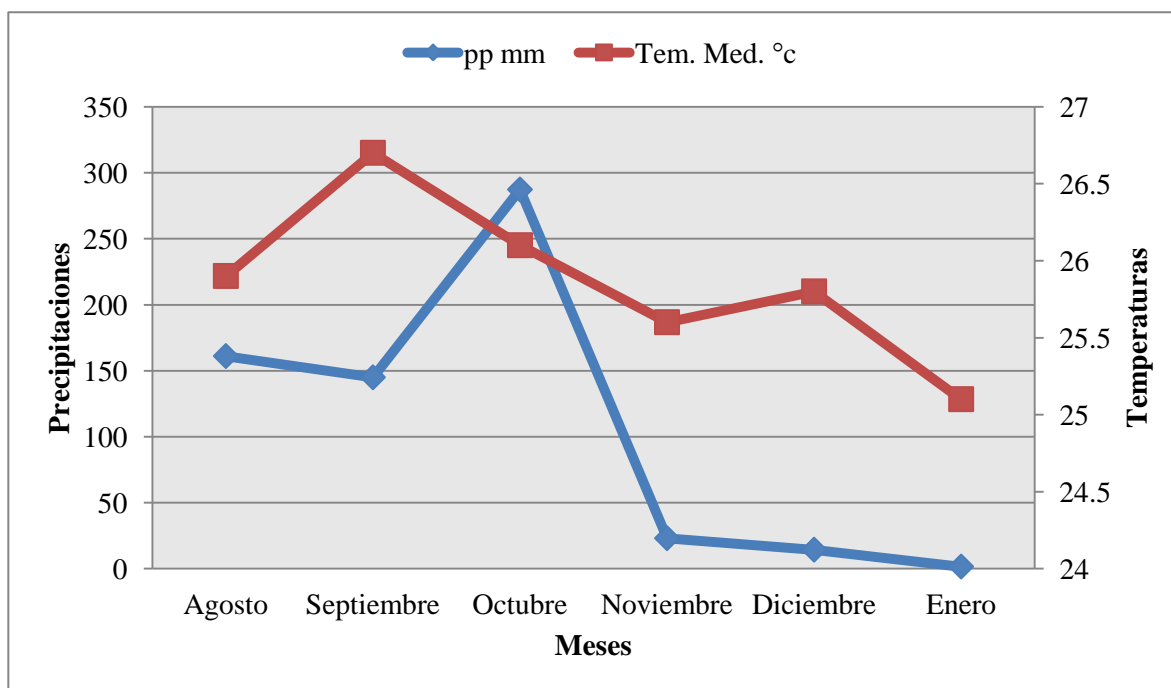


Figura 1. Precipitación (pp) y temperatura (T°) durante el periodo del estudio, El plantel, Masaya, postrera 2009

3.1.2 Suelo

El suelo de la finca El Plantel pertenece a la serie Zambrano y se caracteriza por ser profundo a moderado superficial (40 a >90 cm), bien drenados, con un subsuelo arcilloso de color pardo rojizo oscuro y que está sobre un estrato endurecido continuo pero fragmentado. Los suelos se han desarrollado de ceniza volcánica que descansa sobre arcilla, toba parcialmente meteorizada o arena y escoria cementada. Se encuentran en las planicies ligeramente onduladas a fuertemente onduladas (INETER 1995)

El escurrimiento superficial de este suelo es lento y las prácticas simples son generalmente adecuadas para conservar el suelo, cuando se siembran cultivos anuales en surco. Estas prácticas incluyen el cultivo en contorno, mínimas labores de labranza, fertilización y la incorporación de residuos vegetales al suelo. Otras prácticas deseables son, arada revertida, el uso de cultivos de cobertura y abono verde y la rotación de cultivos. En pendientes largas que exceden al uno por ciento, se necesitan terrazas para cultivos anuales de surco (INETER, 1995).

En este estudio se partió de un análisis de suelo realizado a cada una de las parcelas donde se estableció cada tratamiento, permitiéndonos conocer la cantidad de nutrientes existentes en el suelo y con qué cantidad de elementos nutricionales contaba el cultivo al momento del ensayo. Las propiedades químicas del suelo según sus tratamientos se presentan en los cuadros 1, 2, 3 y 4, para los análisis químicos de suelo se utilizaron las metodologías descritas en el Cuadro 5.

Tratamiento Bio-Green (Orgánico)

Cuadro 1. Línea base de las propiedades químicas del suelo, en el tratamiento bio-green

Propiedades Químicas					
pH	MO (%)	N total (%)	P (ppm)	K (meq/100g)	Densidad aparente
6.79	2.52	0.12	5.36	1.5	1g/cm ³

Tratamiento Combinado (Bio-Green + Sintético)

Cuadro 2. Línea base de las propiedades químicas del suelo, en el tratamiento combinado

Propiedades Químicas					
pH	MO (%)	N total (%)	P (ppm)	K (meq/100g)	Densidad aparente
6.79	2.51	0.12	3.77	1.21	1g/cm ³

Tratamiento Sintético (Completo 12-30-10)

Cuadro 3. Línea base de las propiedades químicas del suelo, en el tratamiento sintético

Propiedades Químicas					
pH	MO (%)	N total (%)	P (ppm)	K (meq/100g)	Densidad aparente
6.79	2.17	0.13	9.08	1.47	1g/cm ³

Tratamiento Testigo (Cero aplicación)

Cuadro 4. Línea base de las propiedades químicas del suelo, en el tratamiento testigo

Propiedades Químicas					
pH	MO (%)	N total (%)	P (ppm)	K (meq/100g)	Densidad aparente
6.79	2.22	0.12	8.01	1.52	1g/cm ³

Los resultados obtenidos y comparados con los rangos de clasificaciones de nutrientes de Quintana (1983), demuestran que la cantidad de nutrientes existente en el suelo, tales como materia orgánica y nitrógeno, se encuentran entre los rangos medios el fósforo se clasifica con un nivel pobre y el potasio es clasificado como alto.

Cuadro 5. Metodología usada para los análisis químicos de los macro nutrientes primarios

Elementos Analizados	Método	Código del Método	Resultados	Unidad de Medición
% de Carbón orgánico	Método Walkeley-Black	LABSA-QS-P-02	1.37	%
Nitrógeno total	Método digestión Kjeldahl	LABSA-QS-P-05	0.12	%
Fósforo disponible	Método de Olsen modificado	LABSA-QS-P-09	7.15	ppm
Potasio disponible	Método de Olsen modificado	LABSA-QS-P-10	1.43	meq/100g
Porcentaje de humedad	Suelo secado al aire	LABSA-FS-P-07	35.36	%

Nota: Ver anexos 7 principios de los métodos

3.2 Descripción del experimento

3.2.1 Diseño metodológico

El experimento se estableció en un diseño en Bloques Completamente al Azar (BCA) en arreglo unifactorial, con cuatro repeticiones, siendo el único factor en estudio la fertilización. Las Parcelas tienen una dimensión de 12 m x 7 m y adicionalmente 1 m de separación entre parcelas dentro de un mismo bloque. El área de cada parcela experimental fue de 84 m² y el área de la parcela útil cosechada de 6 m² (3 m x 2 m) la separación entre bloques fue de 2.5 m.

3.2.2 Manejo Agronómico

La preparación del suelo se realizó el 29 de Julio del 2009; que consistió en una chapoda (limpieza del terreno), un pase de arado de disco a 20 cm de profundidad y dos pases de gradas, finalizando con el surcado del terreno.

La siembra se realizó de forma manual el 7 de Agosto del 2009, depositando la semilla a chorrillo en cada surco asegurando 15 semillas por metro lineal con una distancia entre surco de 0.8m, con un promedio de 12.52 plantas por metro lineal, obteniendo una población total de 156 500 plantas por hectárea. No se suministró riego superficial contándose solamente con las precipitaciones caídas en el tiempo que duró el ensayo. No se realizó raleo debido a que no hubo sobre población.

La fertilización consistió con una sola aplicación, al momento de la siembra incorporando al suelo fertilizantes Bio-Green (Orgánico), sintético (Completo 12-30-10) y combinados (Bio-Green + Sintético) cuyas dosis se describen en el (Cuadro 6). La semilla no se inoculó para ver la repuesta que tiene el cultivo de soya con respecto a las condiciones actuales y existentes del suelo, en la finca El Plantel.

Cuadro 6. Descripción de los tratamientos y dosis de aplicación, el Plantel, Masaya. Postrera 2009.

Tratamientos	Dosificación
T ₁ . Bio-Green (Orgánico)	3.5 t ha ⁻¹
T ₂ . Combinado (Bio-Green + Sintético)	1.75 t ha ⁻¹ + 67 kg ha ⁻¹
T ₃ . Sintético (Completo 12-30-10)	134 kg ha ⁻¹
T ₄ . Testigo (Sin aplicación)	cero aplicación

La distribución de los diferentes fertilizantes en el experimento estuvo determinada por el proceso de azarización de los tratamientos cuyos resultados se muestran en el plano de campo (Anexo 5). Para definir la fertilización sintética, se tomo como referencia las recomendaciones hechas por el INTA quienes recomiendan dos quintales de completo por manzana, en cuanto a las aplicaciones de Bio-Green también se tomo en cuenta los resultados de investigaciones hechas por docentes de la Universidad Nacional Agraria con dosis de 3, 3.5 y 5 t de gallinaza que pueden ser manejadas por los productores en el campo agrícola.

El control de malezas se realizó de forma manual, utilizando azadones y machetes, realizándose tres limpiezas con el fin de mantener libre de malezas el ensayo hasta que el cultivo cerrara calle.

En el control de plagas se realizaron aplicaciones necesarias para que estos no sobrepasaran el umbral de daño económico. Utilizando Extracto de Neen (Neen E.) 2.5 cc / l de agua y Cypermetrina (Dismetrina^R 25 EC) a razón de 1.5 l/ha.

La cosecha se realizó el 11 de Enero del 2010 y de forma manual. Los indicadores de cosecha fueron aspecto del tallo, caída del follaje y cuando el 95 por ciento de vainas alcanzaron su madurez.

3.3 Variables Evaluadas

Para las variables altura de planta y altura de inserción de la primera vaina se tomaron 20 plantas al azar en cada parcela útil. Las variables de rendimiento se registraron al momento de la cosecha.

3.3.1 Altura de plantas (cm). Para la medición de esta variable se utilizó una cinta métrica considerando la parte de la planta comprendida entre su base y el ápice principal. Se realizaron 6 muestras, una vez por semana en sus diferentes etapas fenológicas (34, 41, 48, 55, 62 y 69 días después de siembra), con tres repeticiones por parcela.

3.3.2 Altura de inserción de la primera vaina (cm). Se determinó midiendo con una cinta métrica desde la superficie del suelo hasta la primera vaina, a los 135 días después de siembra (fase reproductiva R₅, formación de vainas). Se promedió 20 plantas escogidas al azar en la parcela útil.

3.3.3 Número de vainas por planta. Se contabilizó el total de vainas por plantas, determinando el promedio en 10 plantas escogidas al azar en la parcela útil al momento de la cosecha.

3.3.4 Numero de granos por vaina. Se determinó seleccionando 10 vainas por planta de un total de 10 plantas por tratamiento de la parcela útil al momento de la cosecha.

3.3.5 Peso de 100 granos (g). Se registró el peso de cien granos (8% de humedad) por cada tratamiento mediante el uso de una balanza analítica.

3.3.6 Materia seca (kg ha^{-1})

Se tomó un metro lineal al azar, realizando tres muestras en cada una de las parcela, procediendo a arrancar las plantas para luego pesarlas y así conocer su peso fresco. Después se trasladaron al Laboratorio de Suelo y Agua, donde se realizó el secado, introduciendo las muestras al horno a una temperatura de 75°C por 24 horas, para luego obtener su peso seco, se procedió a moler las muestras (tallo-hojas y raíz), para realizarles el análisis químico y conocer la cantidad de nutrientes contenido en ellas. Este análisis se realizó durante la fase reproductiva R_5 (formación de vainas) tomando en cuenta recomendaciones hechas por Jones citado por Howeler en 1983, quien describe que en esta etapa es donde se debe realizar el análisis químico a la planta de soya.

3.3.7 Relación carbono nitrógeno de la planta de soya

La relación C/N es un parámetro que evalúa la calidad de los restos orgánicos de los suelos, es decir, determina el grado de mineralización de la materia orgánica que existe en el suelo, así como el tipo de humus que se encuentra en él, (Kass, 1996).

Cuanto menor sea el valor de esta relación, mayor será el grado de mineralización de la materia orgánica y, por tanto, la calidad edáfica será superior.

Los residuos de maíz y trigo, pobres en N y con alta relación C:N se descomponen y liberan los nutrientes lentamente, por lo que pocos nutrientes estarán disponibles para el cultivo siguiente aunque permanecerán en el suelo. Por el contrario, los residuos de soja y girasol, ricos en N y con baja relación C:N se descomponen rápidamente y suministran gran cantidad de nutrientes durante los primeros estadios del cultivo siguiente, (Ríos, 1998).

3.3.8 Concentración y extracción de nutrientes en la planta de soya

A partir de las concentraciones provenientes de los resultados de los análisis de los tejidos vegetativos de cada una de las partes de la planta se calcularon las extracciones de nutrientes en la planta a través de la fórmula:

$$\frac{\text{Peso seco (kg ha}^{-1}\text{) * concentración (\%)}}{100}$$

El peso seco es el valor obtenido de la muestra fresca una vez secada al horno del campo realizada a cada una de las parcelas. Cabe señalar, que las concentraciones vienen en porcentaje para los macro nutrientes es por esta razón que se divide entre cien.

Esta fórmula nos permite conocer la cantidad de nutrientes que extrae el cultivo.

3.3.9 Rendimiento del grano (kg ha⁻¹)

Se cosecharon las plantas de la parcela útil. El rendimiento fue expresado en kg ha⁻¹ de grano con un 8 % de humedad.

3.4 Análisis estadístico

Los datos recopilados fueron procesados en la base de datos de Excel, posteriormente se sometieron a un ANDEVA en el cual se utilizó el programa Minitab versión 2008. Este análisis se realizó siguiendo la prueba de rangos múltiples de Tukey ($\alpha=0.05$), con el objetivo de determinar diferentes estadísticas entre los tratamientos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El desarrollo de la planta de soya es un proceso que se inicia con la germinación de la semilla y concluye cuando ésta alcanza su madurez fisiológica y se encuentra lista para la cosecha. Su crecimiento dependerá de la etapa de desarrollo en que se encuentre (Rosas & Young, 1986).

4.1 Altura de planta

La soya es una planta herbácea, erecta, anual y ramificada, cuya altura puede variar entre 0.30m y 2.0 m y su ciclo de vida puede ir desde 80 hasta 200 días aproximadamente, según sea la variedad y la condiciones ambientales (Rosas & Young 1996).

Carter y Hartwig citado por Neumaier (1975), señalan que la altura y el vigor de la planta son de gran importancia en la soya debido a su influencia en el rendimiento, desarrollo, acame y cosecha ya que cultivares que presentan alturas medias son preferidas porque no presentan problemas en las cosechas, como las muy altas y las muy bajas, además de que un cultivar puede variar considerablemente en altura debido a la época de siembra, espaciamiento entre las plantas, fertilidad del suelo y otros factores ambientales.

Altamirano y Velázquez (1987). Señalan que la obtención de una buena cobertura depende de la altura de planta y juega un papel importante en la competencia con las malezas. Cuando más rápido crece la planta del cultivo, más rápido se proporciona una buena cobertura limitando el crecimiento y desarrollo de las malezas.

En el (cuadro 7) se presentan los resultados del estudio del cultivo de soya para la variable altura de planta. Las mayores alturas a los 69 DDS se reportan con los tratamientos combinados y sintéticos (64.28 y 56.59 cm) y las menores alturas con los tratamientos testigo y Bio-Green (50.73 y 44.89 cm), sin diferencias estadísticas entre ellos. A los 41 DDS si presentó diferencia estadística entre los tratamientos presentando mayor altura el tratamiento sintético esto se debió a la repuesta inmediata de la disponibilidad de nutrientes mientras que el bio-green es más lento.

Cuadro 7. Significancia estadística de los tratamientos evaluados para la variable alturas de las plantas. Finca El Plantel, Masaya, postrera 2009.

Tratamientos	Altura de plantas (cm)					
	DDS					
	34	41	48	55	62	69
Bio-Green	16.47	19.75	26.34	31.68	36.53	44.89
Combinado	17.18	23.07	29.40	35.50	41.62	64.28
Sintético	18.38	23.79	36.00	34.62	45.62	56.59
Testigo	16.86	21.63	28.65	32.90	41.22	50.73
CV (%)	6.67	6.62	14.16	7.73	11.64	20.33
ANDEVA	0.18	0.16*	0.05	0.23	0.14	0.15

DDS: Días Después de siembra, **CV:** Coeficiente de variación, **NS:** No significativa

4.2 Altura de inserción de la primera vaina

La altura de inserción de la primera vaina está asociada con la altura de planta y es de primordial importancia para la mecanización de la cosecha, ya que si la inserción de la primera vaina es muy baja la cosechadora no la recolecta y se pierde gran cantidad de grano (Blandón, 1988).

El análisis estadístico realizado a la variable altura de inserción de la primera vaina no presentó diferencias significativas en cuanto a la aplicación de fertilizantes Bio-Green y sintéticos, en el cual no hubo diferencias entre los tratamientos estudiados (cuadro 8). Se observa que el tratamiento que obtuvo mayor altura en la inserción de la primer vaina fue el combinado con 16.01cm seguido de los tratamientos testigo, sintético y Bio-Green, cabe señalar que los valores encontrados en esta variable coinciden con los reportados por Gómez (1990) quien recomienda que la altura de inserción a la primera vaina sea de 10 cm o más para evitar pérdidas durante la cosecha mecanizada.

Cuadro 8. Significancia estadística de los tratamientos evaluados para la variable, inserción de la primera vaina. Finca El Plantel, Masaya, postrera 2009

Tratamiento	Inserción de la primera vaina (cm)
Bio-Green	14.19
Combinado	16.01
Sintético	14.45
Testigo	14.79
CV	11.07
ANDEVA	0.45

CV: Coeficiente de variación, NS: No significativa

4.3 Número de vainas por plantas

Queiroz (1975), destaca que el número de vainas por plantas es uno de los componentes más importante en el rendimiento de grano y que existe una correlación inversamente proporcional entre las malezas y el rendimiento de grano. Por lo tanto, recomienda adecuados controles de las mismas para que no incidan negativamente en el número de vainas por plantas.

El número de vainas por planta disminuye con el aumento de la población, (Hernández y Velázquez, 1987) ocurriendo los mayores incrementos cuando existen poblaciones de 10 a 30 plantas por metro cuadrado. De esta manera se puede considerar que es uno de los componentes de rendimiento más frecuentemente influenciado por la competencia.

En el cultivo de soya las primeras vainas aparecen de los 10 días a las dos semanas después de haber aparecido las flores, (Scout y Aldrich, 1975).

El análisis de varianza para la variable vaina por planta revela que no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, obteniendo el mayor número de vainas por planta con el tratamiento combinado, seguido por el Bio-Green, sintético y testigo. Este efecto puede deberse los previos controles de malezas que se realizaron durante los periodos críticos de las plantas, permitiendo que ésta se desarrollara y evitara la competencia con las malezas encontradas en el área del experimento. Los resultados estadísticos para esta variable se presentan en el cuadro 9.

Cuadro 9. Significancia estadística de los tratamientos evaluados para la variable, número de vainas por planta. Finca El Plantel, Masaya. Postrera 2009

Tratamientos	Número de Vainas por Plantas
Bio-Green	76.90
Combinado	84.63
Sintético	68.10
Testigo	64.10
CV (%)	24.08
ANDEVA	0.30

CV: Coeficiente de variación, NS: No significativa

4.4 Número de granos por vaina

El número de granos por vaina en la planta de soya es una característica propia de cada variedad, aunque puede variar de un lugar a otro por las diferentes condiciones ambientales (Urbina, 1990).

Rosas & Young (1996), afirman que en el cultivo de soya el número de semillas por vaina varía de 1 a 4, siendo más común 2 o 3 semillas por vainas, según sea la variedad que se cultive.

El análisis estadístico realizado para esta variable demuestra que no se encontró diferencia significativa en los tratamientos evaluados (Cuadro 10). Estos resultados coinciden con los encontrados por Medina & Blandón (2010), al evaluar el efecto de fertilizantes orgánicos y sintéticos en el crecimiento y rendimiento de soya. Con esto se puede afirmar que el número de semillas por vaina en la planta de soya (*Glycine max L*) es una característica propia de cada variedad (Urbina, 1990).

Cuadro 10. Significancia estadística de los tratamientos evaluados para la variable, número de granos por vaina. Finca El Plantel, Masaya. Postrera, 2009

Tratamientos	Número de granos por vaina
Bio-Green	2
Combinado	3
Sintético	3
Testigo	2
CV (%)	12
ANDEVA	0.65

CV: Coeficiente de variación, NS: No significativo

4.5 Peso de 100 granos

El tamaño y peso del grano depende de la variedad de la soya, (Pankey, 1989). Es un carácter determinado por factores genéticos (Verneti, 1993). Las condiciones ambientales influyen en la modificación del grano de soya y una siembra tardía afecta el peso del grano si la formación del mismo coinciden con periodos secos (Souza, 1973).

El ANDEVA realizado muestra que no existe diferencia significativa en cuanto a la aplicación de fertilizantes para esta variable (cuadro 11). Esto coincide con lo planteado por Medina & Blandón (2010), al evaluar el efecto de fertilizantes orgánicos y sintéticos en el crecimiento y rendimiento de soya al no encontrar diferencias significativas en el peso de los granos, al analizar dicha variable el valor medio de su peso osciló entre 5 y 5.59 gramos por cien granos, obteniéndose el mayor peso en el tratamiento sin ninguna aplicación de

fertilizante (testigo). La no significancia entre los tratamientos pudo haber ocurrido debido al hecho de que esta variable está condicionada a las características de la variedad.

Cuadro 11. Significancia estadística de los tratamientos evaluados para la variable, peso de 100 granos de soya. Finca El Plantel, Masaya. Postrera, 2009

Tratamiento	Peso de 100 granos (g)
Bio-Green	5.14
Combinado	5.00
Sintético	5.45
Testigo	5.59
CV (%)	18.75
ANDEVA	0.83

CV: Coeficiente de variación. NS: No significativa

4.6 Materia seca del cultivo de soya (kg ha⁻¹)

La importancia que reviste la materia seca de soya radica en la cantidad de materia orgánica que proporciona al suelo, mejorando sus propiedades físicas y químicas, (Bernal, 1972).

Esta variable se registro en la fase de reproducción R₅ (formación de vainas) tomando en cuenta que es la etapa donde la soya alcanza su máxima producción de material vegetal. En la figura 2, se aprecia el comportamiento de la materia seca del cultivo de soya, siendo el tratamiento sintético el que presentó una mayor cantidad de materia seca, seguido de los tratamientos testigo, combinado y Bio-Green. El análisis estadístico realizado demuestra que no existe diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 10).

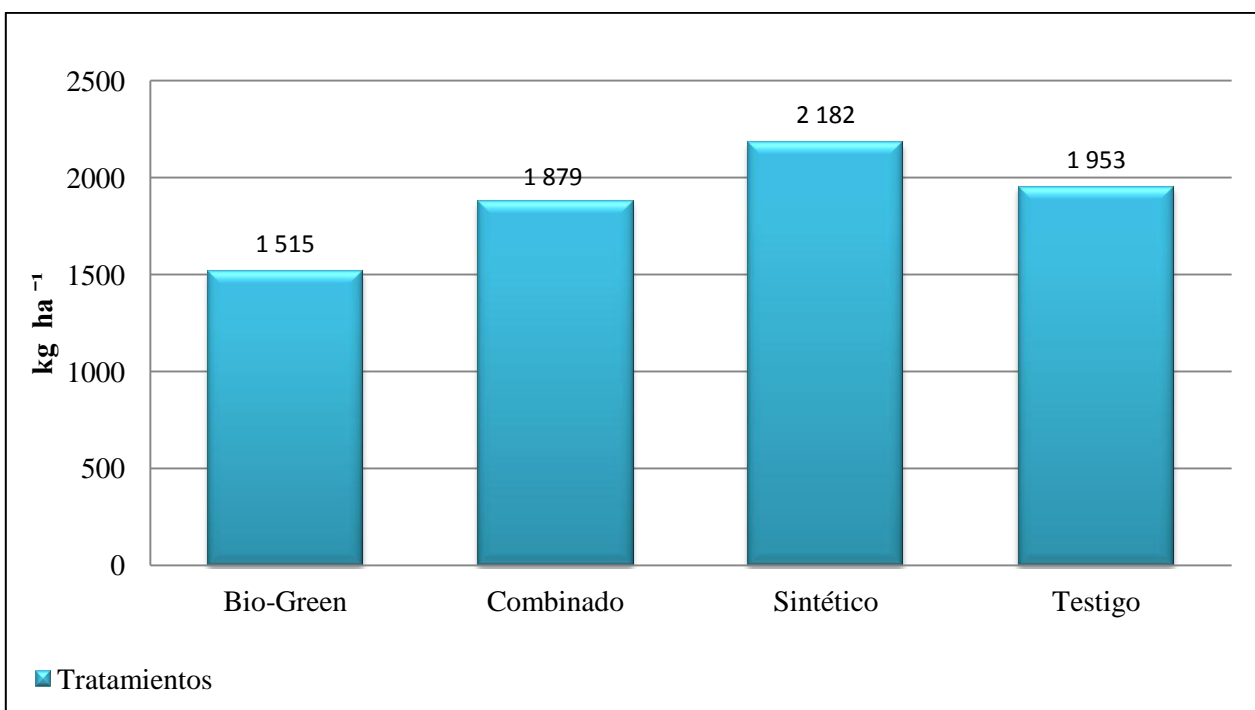


Figura 2. Materia seca del cultivo de soya

4.7 Relación carbono/ nitrógeno de la planta de soya

El nitrógeno puede ser mineralizado o inmovilizado en el suelo, sobre la base en la proporción o relación entre el carbono y nitrógeno (C/N), que exista en los residuos orgánicos o en las sustancias húmicas, (Bernal, 1972).

La relación C/N, que se obtuvo en tallos-hojas, indican valores que nos permiten estimar preliminarmente los procesos que regulan la rapidez de la mineralización de la materia orgánica y la disponibilidad de nitrógeno en el suelo. En el cuadro 12 se presentan los resultados de la relación C/N, los valores que se sitúan 20:1 permitiendo según Kass (1996) una liberación y disponibilidad del nitrógeno desde el inicio del proceso de descomposición. Esto es posible siempre que la soya se incorpore cuando alcance la etapa R₅, ya que al completar su maduración fisiológica la relación C/N aumenta, disminuyendo los contenidos de humedad y los tejidos se tornan leñosos y fibrosos.

Cuadro 12. Relación carbono nitrógeno de la planta de soya en tallo-hoja

Tratamientos	C/N
Bio-Green	15.82
Combinado	14.82
Sintético	18.33
Testigo	17.10

La relación C/N, de la raíz (cuadro 13) presenta relaciones mayores de 30:1, según lo propuesto por Kass (1996) hay una inmovilización de nitrógeno por parte de los microorganismos quienes aprovechan el nitrógeno para su alimentación. Este proceso de descomposición con estos valores ocurre muy lentamente aunque el cultivo posterior no lo aproveche servirá este material de reserva en el suelo.

Cuadro 13. Relación carbono nitrógeno de la planta de soya en la raíz

Tratamientos	C/N
Bio-Green	40.83
Combinado	43.28
Sintético	42.54
Testigo	44.13

4.8 Concentración de macro nutrientes en la planta de soya

La escasez de nutrientes minerales limita la producción vegetal en la mayoría de los ambientes. En condiciones naturales la cantidad de nutrientes disponible es siempre limitada por lo que las plantas necesitan reciclar, reducir las pérdidas y maximizar la eficiencia en el uso de los nutrientes para conseguir una máxima producción de materia seca, (Howeler, 1983).

La concentración de nutrientes en la raíz y tejidos vegetales de la soya es producto principalmente de la disponibilidad de los nutrientes en el suelo, traduciéndose en una mayor concentración de estos en la planta, sin embargo, existen otros factores que afectan la disponibilidad de nutrientes para las plantas tales como la temperatura, la humedad del suelo, enfermedades de las plantas, etc., que afectan considerablemente la absorción de nutrientes en las plantas, (Neumaier, 1975).

La concentración de nutrientes en la planta no es fija sino que cambia constantemente, incluso difiere entre las diversas partes de la misma planta.

El nitrógeno así como el fósforo y potasio, son alimentos principales de las plantas, estos son necesarios para el desarrollo de la misma. Se encuentra en los tejidos meristemáticos o de crecimiento, raíces finas, botones de yema, hojas, flores y frutos, sin que sea posible una evolución normal de los vegetales en ausencia del nitrógeno (Cooke, 1981).

La concentración de macro nutrientes en los tejidos de la soya nos permite saber cuál y cuánto es la cantidad de nutrientes que ésta aportará al suelo una vez terminada la cosecha e incorporado los residuos vegetales al suelo para esto es necesario un análisis previo de laboratorio.

4.8.1 Concentración de nitrógeno en la planta de soya

La gran reserva de nitrógeno del suelo está constituido por la materia orgánica, que se descompone lentamente en amonio y nitrato, los cuales son inmediatamente utilizables para las plantas (Fassbender, 1986).

La reserva natural de nitrógeno de los suelos es lo que se denomina fertilidad potencial. Sin embargo, solo se encuentra disponible para las plantas, la fracción del mismo que se halla en forma de nitratos, lo que se denomina fertilidad actual (Cooke, 1981).

El análisis estadístico realizado al contenido de nitrógeno entre tallo-hoja (anexo 12) demuestra que no existe diferencia significativa en los tratamientos mostrando mayor concentración el tratamiento combinado con 1.77 % de nitrógeno seguido por el tratamiento Bio-Green, testigo, presentando menor concentración el tratamiento sintético con 1.39%. Igualmente en el caso de las concentraciones de nitrógeno en la raíz no existe diferencia estadísticas, presentándose el mayor valor bajo el tratamiento Bio-Green con 0.65 % seguido del sintético con 0.64 %. Los tratamientos combinados y testigo presentan una concentración igual a 0.62 % (figura 3). Las concentraciones en las diferentes partes de la planta se consideran en un rango deficiente basado en los niveles críticos de nutrimentos en la planta, según lo establecido por Jones (1976) citado por Howeler (1983) quien establece que valores menores de 2.7 % en nitrógeno se consideran deficientes en la planta.

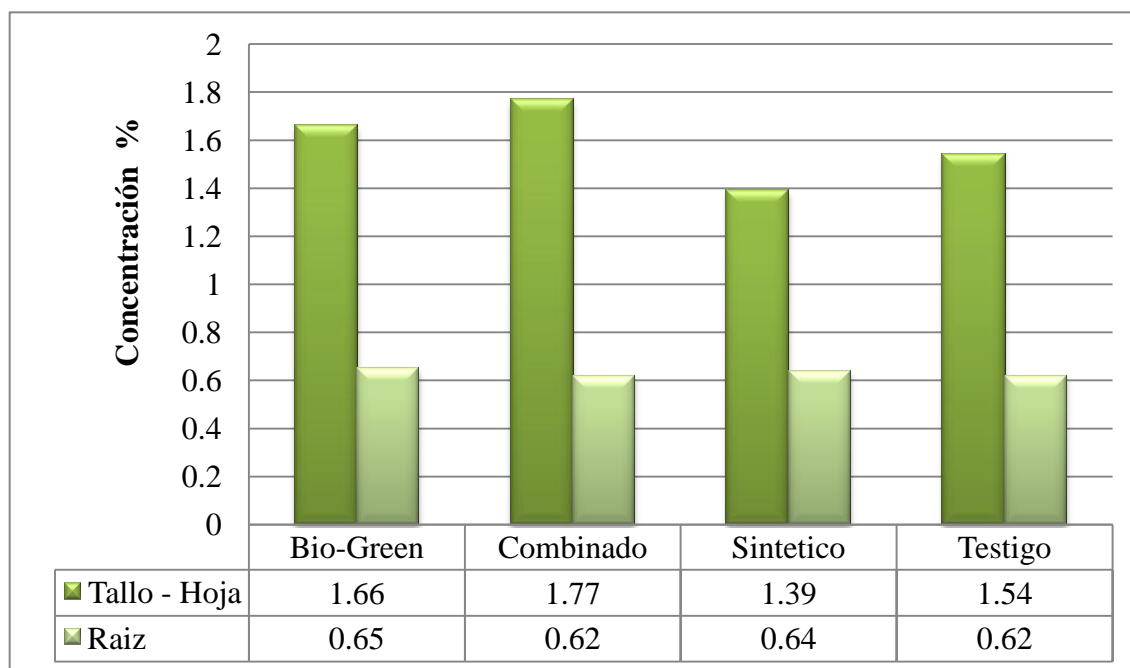


Figura 3. Concentración de nitrógeno en la planta de soya (Tallo-Hojas y Raíz)

4.8.2 Concentración de fósforo en la planta de soya

Las plantas absorben la mayor parte del fósforo que necesitan como ion ortofosfato primario (H_2PO_4)⁻¹. También absorben cantidades menores del ion ortofosfato secundario (HPO_4)⁻² (Halley, 1992)

El análisis estadístico realizado al contenido de fósforo en tallo y hoja, demuestra que no se encontró diferencia significativa en los tratamientos evaluados (anexo 13). Presentando mayor concentración de fósforo el tratamiento sintético con 0.29 % seguido por los tratamientos testigo, combinado y Bio-Green. En la raíz presentaron mayores concentraciones los tratamientos combinado y testigo con 0.12 % de fósforo seguido del tratamiento sintético y Bio-Green (figura 4). Estos resultados se consideran normales (tallo y hoja), y las concentraciones en la raíz se consideran en un rango deficiente basado en los niveles críticos propuesto por Jones (1976) citado por Howeler (1983) quien establece que valores menores de 0.2% de fósforo se consideran deficientes en la planta.

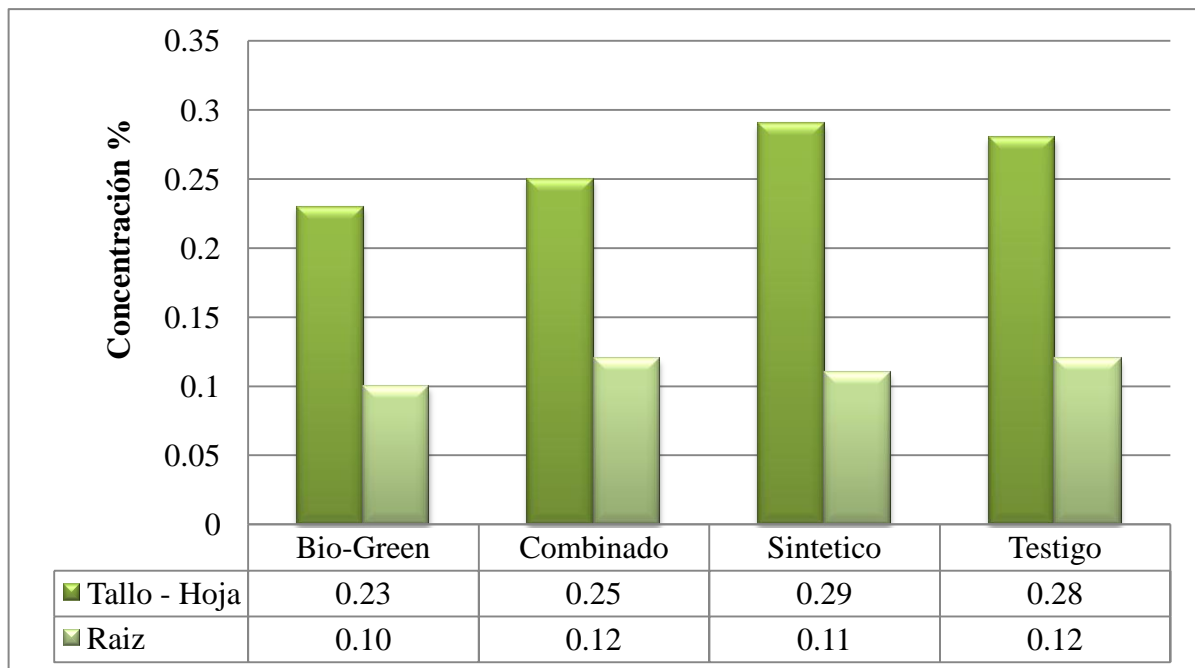


Figura 4. Concentración de fósforo en la planta de soya (Tallo-Hoja y Raíz)

4.8.3 Concentración de potasio en la planta de soya

No se conoce su función exacta pero actúa en la fotosíntesis y síntesis del protoplasma parte viva esencial de todas las células vegetales y animales; este ejerce influencia ante todo sobre la intensificación de la hidratación de los coloides del citoplasma elevando el grado de dispersión, lo que ayuda a la planta a retener mejor el agua y resistir las sequías temporales (Domínguez, 1997).

El potasio es absorbido (desde el suelo) por las plantas en su forma iónica (K^+); es esencial para el crecimiento, pero sus funciones exactas en la planta no son totalmente conocidas. A diferencia del nitrógeno y el fósforo; no forma compuestos orgánicos en la planta, su función primaria parece estar ligada al metabolismo de la planta (Kass 1996).

El análisis estadístico realizado a la concentración de potasio en la planta (tallos-hojas, raíz), demuestra que no se existe diferencia significativa entre los tratamientos (anexo 14). La mayor concentración la presenta el tratamiento combinado con 1.69 %, seguido del tratamiento sintético, presentando iguales concentraciones los tratamientos testigo y Bio-Green. En la raíz se presentó la mayor concentración de potasio (0.79 %) bajo el tratamiento combinado seguido por el testigo y Bio-Green. El tratamiento sintético presentó la menor concentración (0.71%) (figura 5). Según lo establecido por Jones (1976) citado por Howeler (1983) valores menores de 2.0 % en potasio se consideran deficientes en la planta.

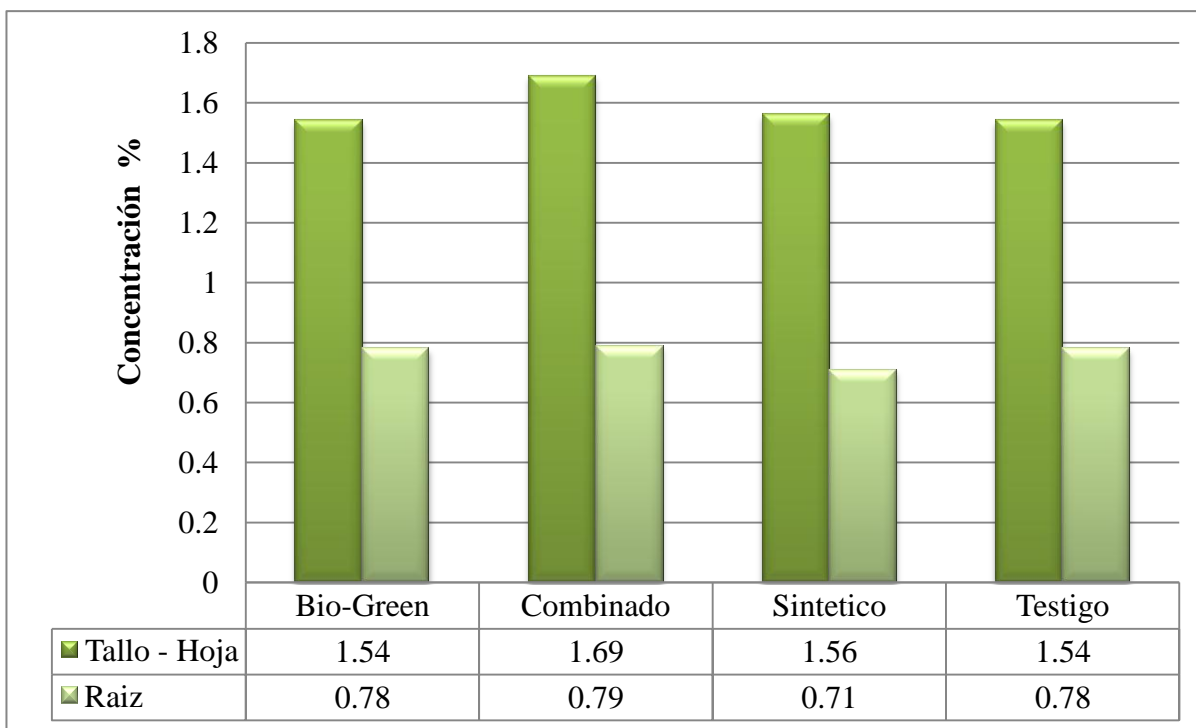


Figura 5. Concentración de potasio en la planta de soya (Tallo-Hojas y Raíz)

4.9 Extracción de macro nutrientes primario por la planta de soya en la fase reproductiva R₅.

La extracción de nutrientes que realiza la soya (cuadro 14) por cada hectárea sembrada es relativamente similar a la verificada en otros cultivos extensivos como girasol, maíz y trigo. Esa extracción debe ser compensada por la aplicación de fertilizantes, los cuales constituyen una parte relevante de los costos de la agricultura. En el caso del nitrógeno, que es el nutriente que los cultivos necesitan en mayor cantidad, la soya tiene una ventaja con respecto a los otros cultivos, ya que puede establecer asociaciones con bacterias y aprovechar el nitrógeno de la atmósfera reduciendo la necesidad de la provisión externa de este nutriente. Considerando la demanda de nutrientes por parte del cultivo de soya y las aplicaciones de nutrientes agregadas al suelo por medio de la fertilización, estas se encuentran entre los rangos óptimos necesarios para una buena producción.

Cuadro 14. Extracción de macro nutrientes por el cultivo de soya

Elemento macro nutrientes	Absorción por la semilla kg/1000 (kg semilla)	Absorción total de la planta (raíces, parte aérea, semilla)
N	55 - 67	63 - 100
P	4 - 9	7 - 13
K	15 -19	30 - 42

4.9.1 Extracción de nitrógeno por la planta de soya

El análisis estadístico realizado a las extracciones de nitrógeno por las plantas de soya demuestra que no existe diferencia significativa (anexo 15) mostrando así que el tratamiento combinado presentó mayor extracción de nitrógeno, seguido del tratamiento sintético, testigo y Bio-Green respectivamente (figura 6).

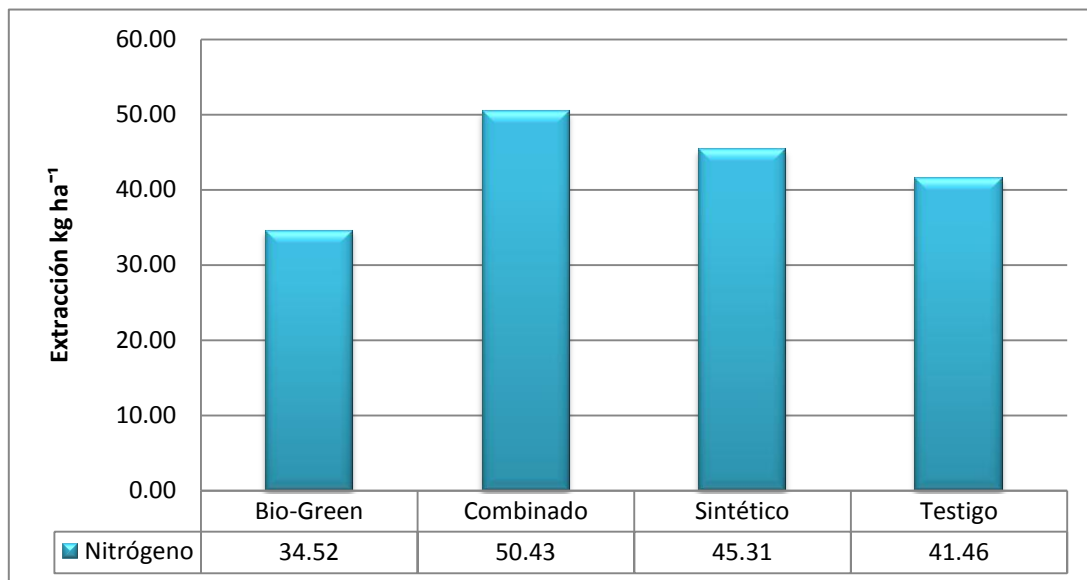


Figura 6. Extracción (kg ha⁻¹) de nitrógeno por la planta de soya

4.9.2 Extracción de fósforo por la planta de soya

La extracción de fósforo más alta se registró en el tratamiento sintético y la más baja en el tratamiento Bio-Green (figura 7). Según el análisis estadístico no existe diferencia significativa en la extracción de fósforo por la planta (Tallo-Hojas y Raíces) (anexo 16).

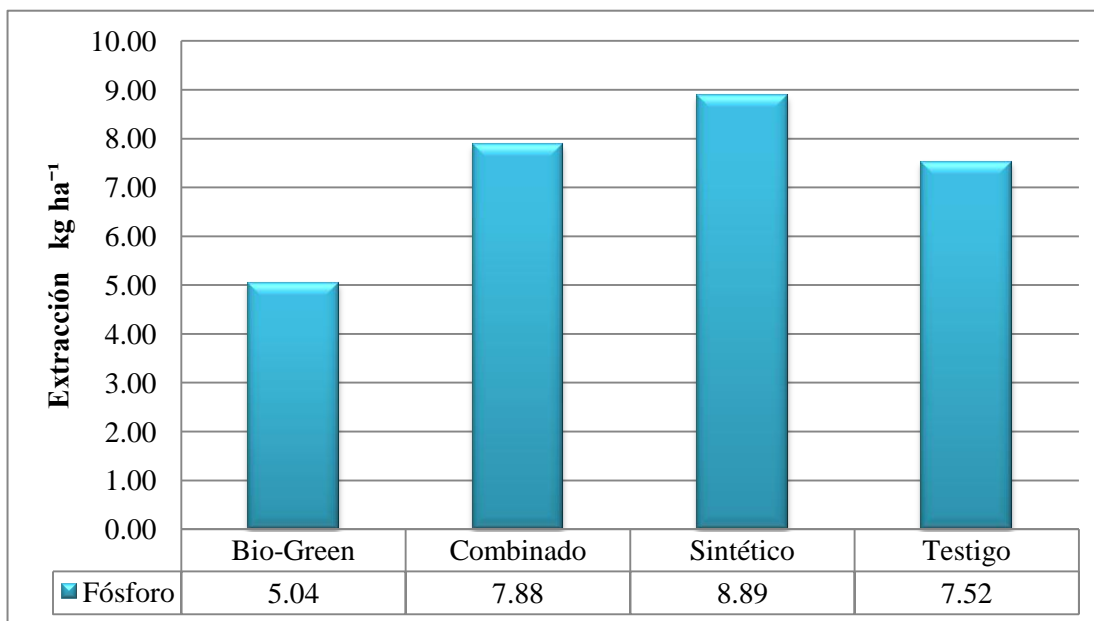


Figura 7. Extracción (kg ha⁻¹) de fósforo por la planta de soya

4.9.3 Extracción de potasio por la planta de soya

Los mayores valores de extracción de potasio se encontraron en los tratamientos combinados y sintéticos seguidos de los tratamientos testigo y Bio-Green (figura 8). El ANDEVA demuestra que no existe diferencia significativa en las extracciones de potasio por la planta de soya, como se indica en la (anexo 17).

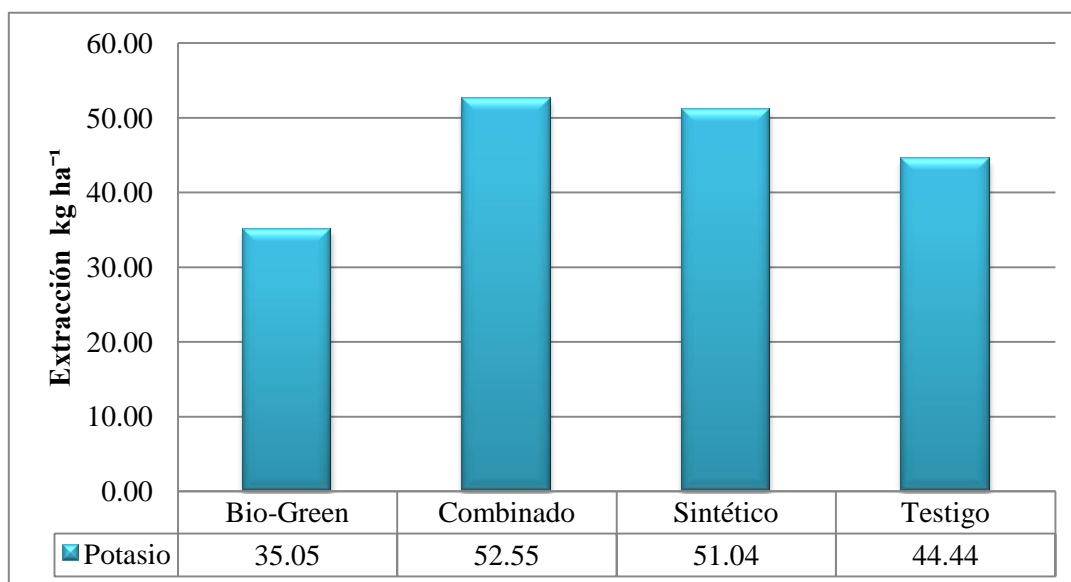


Figura 8. Extracción (kg ha^{-1}) de potasio por la planta de soya

4.10 Rendimiento de grano (kg ha^{-1})

El rendimiento de grano es la variable principal de cualquier cultivo y determina la eficiencia con que las plantas hacen uso de los recursos existentes en el medio, unido al potencial genético de la variedad. Por lo tanto, el rendimiento es el resultado de un sin número de factores biológicos, ambientales y de manejo los cuales al relacionarse positivamente entre sí dan como resultado una mayor producción de granos por hectárea (Alvarado, 1999).

Para el estudio sobre el rendimiento del grano, el análisis de varianza demostró (cuadro 15) que no existe diferencia significativa entre los diferentes tratamientos evaluados, mostrando que el tratamiento sintético presentó un mayor rendimiento ($1\ 923.00 \text{ kg ha}^{-1}$) seguido de los tratamientos combinados, Bio-Green y el testigo.

Hay que mencionar que a pesar que el tratamiento con Bio-Green presentó el mayor número de vainas por plantas, el peso del grano fue menor por lo tanto no logra superar el rendimiento obtenido por el tratamiento sintético.

Cuadro 15. Significancia estadística de los tratamientos evaluados para la variable, rendimiento del grano. Finca El Plantel, Masaya, Postrera, 2009

Tratamiento	Rendimientos (kg ha⁻¹)
Bio-Green	1 348.00
Combinado	1 775.00
Sintético	1 923.00
Testigo	1 262.00
CV (%)	26
ANDEVA	0.53

CV: Coeficiente de variación. **NS:** No significativo.

V. CONCLUSIONES

Los suelos en términos generales presentan valores medios de materia orgánica y nitrógeno, son clasificados como bajos en fósforo y altos en potasio.

No se establecen diferencias estadísticas en las variables de crecimiento y rendimiento por efecto de los tratamientos.

La mayor producción de biomasa ($2\ 182\ \text{kg ha}^{-1}$) se obtiene con la aplicación de fertilizante sintético, sin embargo, no se establecen diferencias significativas.

Las mayores concentraciones en hoja-tallo de nitrógeno (1.77%) y potasio (1.69%) se obtuvieron con la aplicación de la combinación de Bio-Green más fertilizante sintético, al igual que las concentraciones de fósforo (0.12 %) y potasio (0.79%) en la raíz. En cambio, las mayores concentraciones de fósforo en hoja-tallo y nitrógeno en raíz se obtienen con las aplicaciones de fertilizantes sintéticos y Bio-Green respectivamente.

Las mayores extracciones de nitrógeno ($50.43\ \text{kg ha}^{-1}$) y potasio ($52.55\ \text{kg ha}^{-1}$) se presentan con la mezcla del fertilizante sintético y Bio-Green, en cambio la mayores extracciones de fósforo ($8.89\ \text{kg ha}^{-1}$) se presentan en la aplicación de fertilizante sintético.

No se establecen diferencias estadísticas en cuanto al rendimiento de soya, sin embargo, los valores más altos se producen con el uso de fertilizante sintético con un rendimiento de $1\ 923\ \text{kg ha}^{-1}$.

VI. LITERATURA CITADA

- Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo, 2008. Cuál es el impacto de la soya sobre el suelo. (En línea), consultado el 14 de diciembre del 2009. Disponible en <http://www.elsitioagricola.com/articulos/aacs/Impacto%20de%20la%20Soja%20sobre%20el%20Suelo.asp>
- Altamirano, S; Velázquez, J. M 1987. Prueba de tres herbicidas post-emergentes para el control de hojas anchas en el cultivo de soya (*Glycine max* L.). Centro Experimental de Algodón. Nicaragua. 152 p.
- Alvarado, D. N. 1999. Mejoramiento de densidades de siembra y control de malezas en el sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) Trabajo presentado en la jornada Científica de Desarrollo Universitario de la Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 62 p.
- Alvarado, D. N. 2001. Transformación de tres del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en la variedad Mejicana, hacia una producción sostenible. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Barcelona, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 62 p.
- Bernal, J. 1972. Las leguminosas como fuente de nitrógeno en pastos y rotaciones. Suelos ecuatoriales. 175 p.
- Blandón, V. 1988. Influencia de diferentes métodos de control de malezas en soya (*Glycine max* L.) variedad cristalina. Tesis de ingeniero Agrónomo. ISCA, Managua, Nicaragua. 55 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). Cadena agroindustrial de la soya. 2004. (En línea). Consultado el 28 de septiembre del 2010. Disponible en: orton.catie.ac.cr/repdoc/A4962E/A4962E.PDF
- CEA (Centro Experimental del Algodón) 1988. La soya Guía Técnica para su cultivo en Nicaragua, Dirección de Algodón y Oleaginosas. Nicaragua. (En línea). Consultado el 25 febrero 2010. Disponible en: http://www.funica.org.ni/docs/product_arte_sem_07.pdf
- CEA (Centro Experimental del Algodón) 1986. La Soya guía técnica para su cultivo en Nicaragua. Dirección del Algodón y Oleaginosa. Nicaragua
- CECO (Centro Experimental de cultivos Oleaginosos) 2003. El cultivo de la soya (*Glycine max* L.). Posoltega, Chinandega. Manual Técnico, 79 p.
- Cooke, C. W. 1981. Fertilizantes y sus usos. Editorial C.E.C.S.A. México, 86 p.
- Domínguez, V. A. 1997. Tratado de fertilización. Madrid, España. Editorial Mundi Prensa. 586 p.

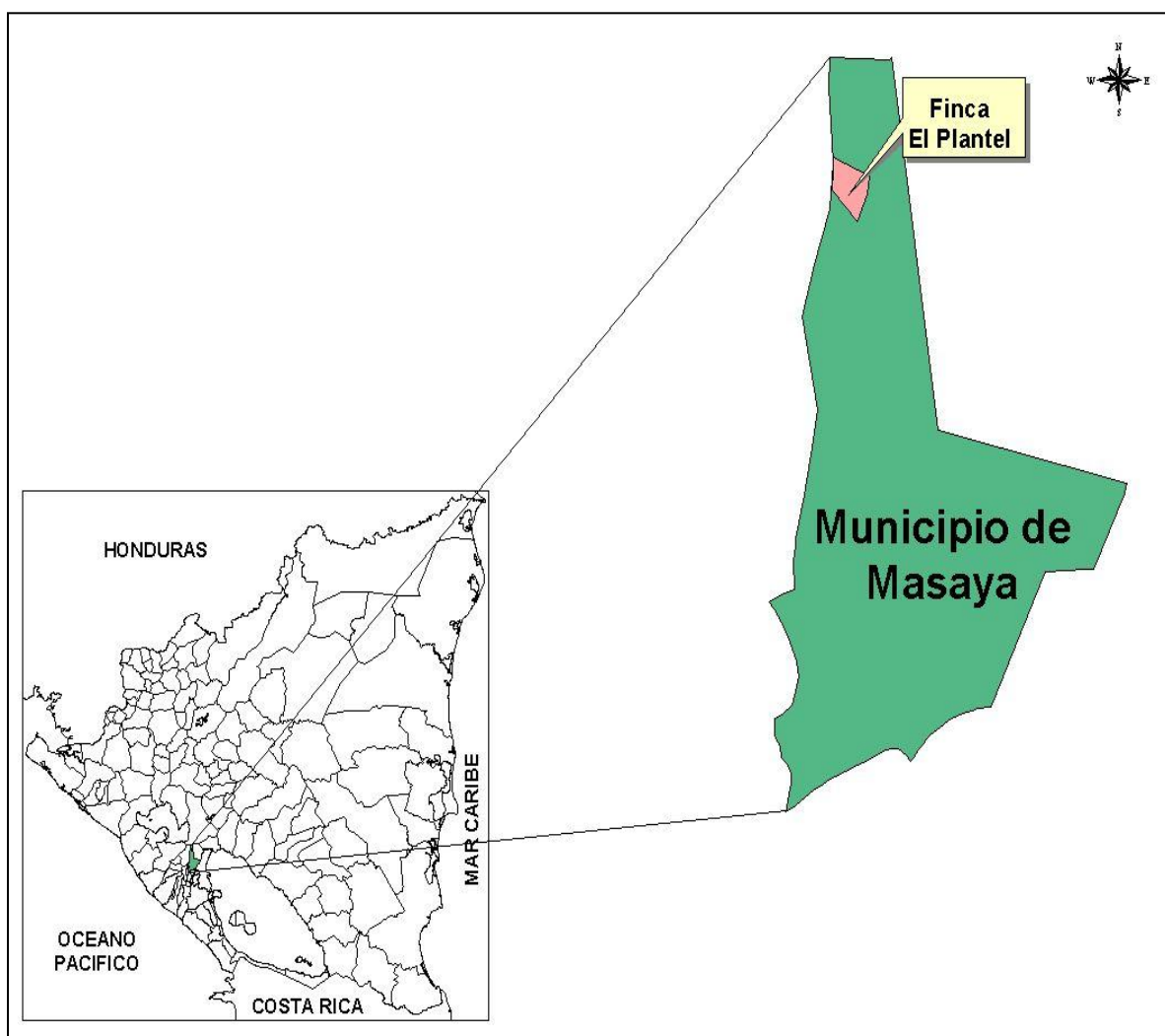
- FAO, (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1984. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Manual metodológico de evaluación económica, México D. F.
- Fassbender, H. W. 1986. Química de suelos, con énfasis en suelo de América Latina. IICA San José, Costa Rica. 230 p.
- García, S. H. 1997. Evaluación de diferentes prácticas culturales sostenibles y su impacto sobre la cenosis de las malezas, granos básicos y leguminosas. Trabajo de Diploma, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nic. 58 p.
- Gómez, L. 1990. Evaluación de seis variedades de soya en tres fechas de siembra en el centro experimental del algodón (CEA). Posoltega, Chinandega. Tesis, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nic. 31 p.
- Halley, R. J. 1992. Enciclopedia de agricultura y ganadería. Tomo I 1ª ed. Mx. 240 p
- Hernández, D; Velázquez, J. M. 1987. Evaluación de densidad poblacional en soya, (*Glycine max. L*). C.V. Cristalina. Informe de las labores de la sección de agronomía. CEA, Posoltega- Chinandega, Nicaragua.
- Howeler, R. H. 1983. Análisis del tejido vegetal en el diagnóstico de problemas nutricionales algunos cultivos tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. 28p.
- INETER, (Instituto de Estudios Territoriales de Nicaragua). 1995. Departamento de Agrometeorología. Managua, Nic.
- INETER, (Instituto de Estudios Territoriales de Nicaragua) 2010. Departamento de Agrometeorología. Managua, Nic.
- Kass, DC. 1996. Fertilidad de suelos. 1. Ed. San José CR. EUNED, 1996. 272 p.
- La prensa 2008. (En línea). Consultado el 28 de septiembre del 2010. Disponible en <http://archivo.laprensa.com.ni/archivo/2008/febrero/27/suplemento/negocio/245684.shtml>.
- MAGFOR, IICA y JICA, 2004. Cadena agroindustrial de soya. (En línea). Consultado el 25 de febrero del 2010. Disponible en <http://www.magfor.gob.ni>
- Medina, A. L; Blandón, L. 2010. Efecto de los fertilizantes orgánicos y sintéticos en el crecimiento y rendimiento del cultivo de soya (*Glycine max L*). Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria. Managua, Ni. 28 p.
- Neumaier, N. 1975. Efeito da fertilidade do solo de plantio e populacao sobre o comportamento de duas cultivares de soja, *Glycine max*. Porto alegre trase prentada de mestre om fitotecnia do curso de posgraduacao, facultade de aronomia universidade federal do rio grande de sul, 127 p.

- Pankey, R. K. 1989. Guía del agricultor para el cultivo de soya en arrozales. Editorial Limusa. Mx. 216 p.
- Queiroz, E. F. 1975. Efeito da época do plantio e populacas sobre o rendimento e outras características agronómicas de quatro cultivares de soya (*Glycine max* L.) porto Alegre. EMMA. Facultad de Agronomía. Universidad Federal do Río Grande do Sur. Br. 180 p.
- Quintana, 1983. Rangos de Clasificación Aproximada de Nutrientes en Suelos de Nicaragua.
- Rios, M. J, 1998. Evaluación de la Concentración y Extracción de Nutrientes por el Cultivo de Maíz (*Zea Mays* L.) y las Malezas bajo diferentes sistemas de labranza. Tesis, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 123 p
- Rosas J. C & Young. R, 1986. El cultivo de la soya. Zamorano, HN. 68 p.
- Rosas J. C & Young. R, 1996. El cultivo de la soya, 5ª ed. Zamorano Academic Press. Zamorano, HN. 68 p.
- Salmerón, F. & García L. 1994. Fertilidad y Fertilización de suelos. Managua, Ni. 141 p.
- Scout. W; Aldrich, S. 1975. Producción moderna de la soya. Editorial hemisferio sur. Buenos Aires. 192 p.
- Souza, P. I. 1973. Efeito de tres épocas de remadura no rendimento de graos e característica Agronomicas de duas Cultivares da soja (*Glycine max*. L) Porto Alegre Brasil, P 4-32.
- Urbina, L. M. 1990. Influencia de rotación de cultivos y métodos de control sobre las malezas y el crecimiento y rendimiento de la soya (*Glycine max* L.). Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 50 p.
- Verneti, 1993. Soya, planta, clima, plagas y malezas invasoras. Volumen 1. Campinas Fundação, Cargill. 180 p.

VII. ANEXOS

Anexo 1: Ubicación geográfica donde se desarrollo el experimento.

Finca El Plantel, Masaya.



Anexo 2: Composición química del Bio-Green

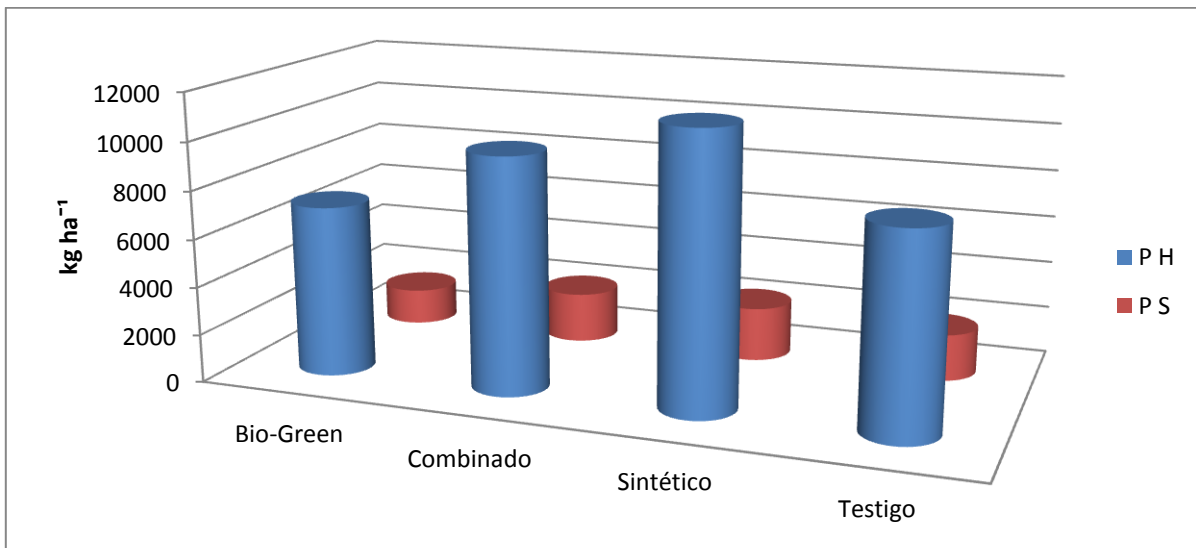
COMPOSICIÓN								
Nt	P	K	CO	Fe	Cu	Mn	Zn	Hidrógeno
%				ppm				%
1.51	2.68	3.01	8.98	1,150	70	1215	585	13.9

Fuente: Laboratorio de Suelo y Agua (LABSA), UNA, 2009

Anexo 3. Fases fenológicas de la soya con respecto a las precipitaciones y temperaturas ocurridas durante el ciclo del cultivo

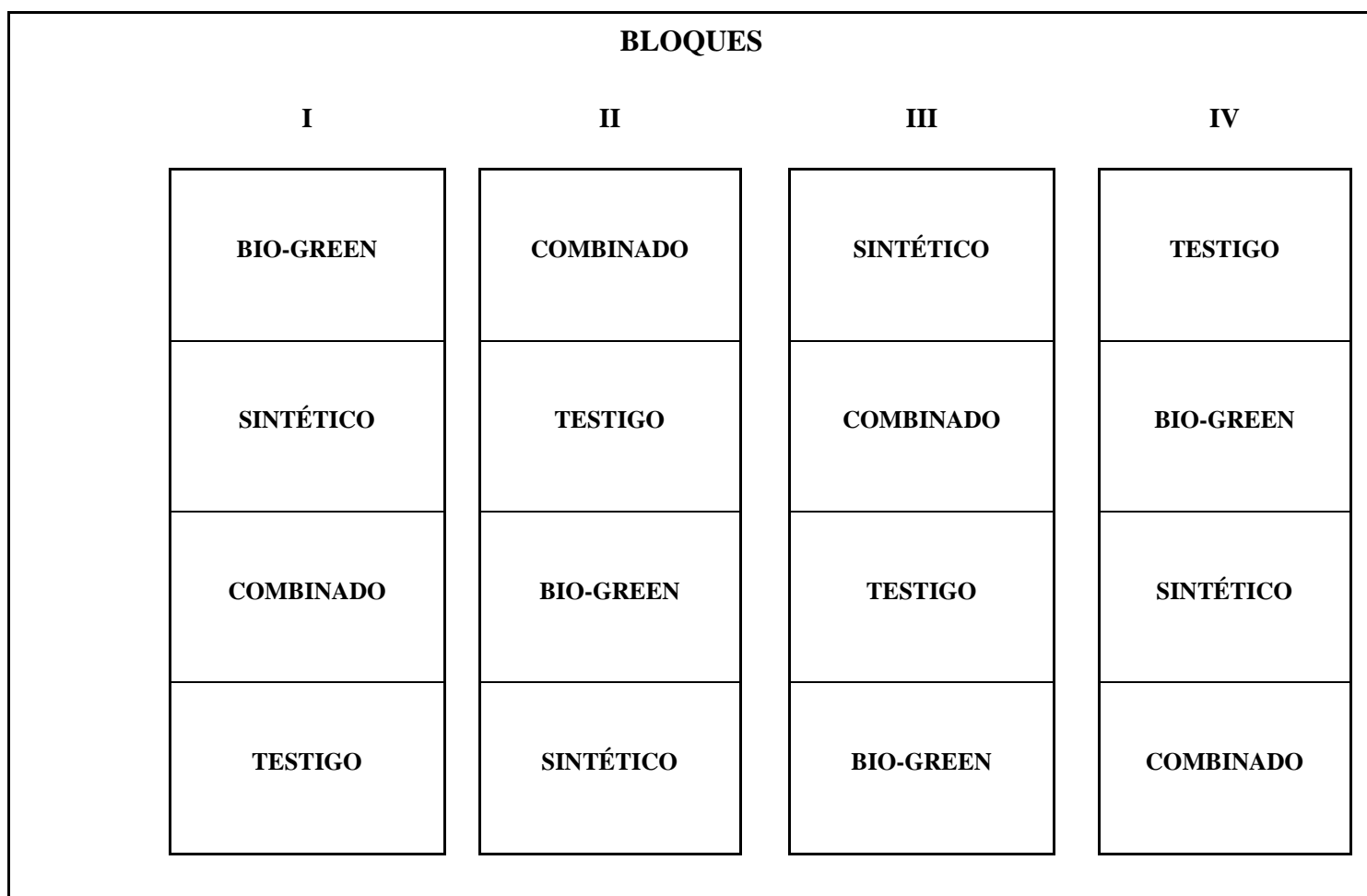
DDS	Fases del Cultivo	Precipitaciones (mm)	Temperaturas (°C)
6	Ve	33	25.3
10	Vc	90.2	26.2
11	V1	38.4	26.1
8	V2	42.1	26.8
9	V3	26.8	26.9
8	Vn	75.3	26.1
10	R1	62	26.9
14	R2	116.9	25.9
18	R3	131.4	25.2
20	R4	0.8	26
16	R5	4.1	26.2
6	R6	7.7	25.3
12	R7	4	25.6
7	R8	0	25

Anexo 4: Análisis de la biomasa del cultivo de soya del peso fresco y peso seco



Anexo 5: Esquema del experimento establecido en la finca El plantel, Masaya.

Postrera, 2009



Anexo 6. Clasificación de concentraciones de macro nutrientes en la planta de soya

(Jones, 1972 citado por Howeler 1980)

ELEMENTO			
(%)	DEFICIENTE	NORMAL	TOXICO
Nitrógeno	-	2.7-3.5	-
Fosforo	< 0.2	0.3-0.46	-
Potasio	< 0.2	2.5-2.75	-

∴ no se obtuvieron datos.

Anexo 7. Descripción de los diferentes métodos de laboratorio

1. Carbono orgánico

Resumen del método

Una muestra de suelo se oxida con dicromato de potasio 1 *N* y ácido sulfúrico concentrado (razón de volumen 1:2). Después de treinta minutos, la reacción se detiene por dilución con agua. El exceso de dicromato se valora o titula por retroceso con sulfato ferroso. Un blanco se lleva a cabo a través del procedimiento para estandarizar el sulfato ferroso. El porcentaje de carbono orgánico se reporta en base a suelo secado al horno.

2. Nitrógeno total

Resumen del método

Los procedimientos Kjeldahl generalmente empleados para la determinación de N total toma dos pasos: (i) digestión de la muestra para convertir el N orgánico a N-NH_4^+ y (ii) determinación del N-NH_4^+ en el digesto. La digestión es usualmente realizada calentando la muestra con H_2SO_4 conteniendo sustancias que promueven la oxidación de la materia orgánica y conversión del N orgánico a N-NH_4^+ , las sustancias generalmente pueden ser sales como K_2SO_4 o Na_2SO_4 , la cual incrementa la temperatura de digestión, y catalizadores tales como Cu o Se, el cual incrementa la tasa de oxidación de la materia orgánica por el H_2SO_4 . El N-NH_4^+ en el digesto es usualmente determinado por recolección del NH_3 liberado por la destilación del digesto con álcali y análisis del destilado para el N-NH_4^+ . El amonio desarrollado es atrapado con ácido bórico y titulado con un ácido estándar. El procedimiento incluye todo el N del suelo (incluyendo el NH_4^+ absorbido) excepto los nitratos. El N total se calcula contra un blanco.

3. Fósforo disponible

Resumen del método

La muestra es extraída con una solución de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) de pH 8.5. El fosfato en el extracto es determinado colorimétricamente con el método del color azul de molibdato de amonio con ácido ascórbico como agente reductor. Con la solución ácida de molibdato, el fosfato forma ácido fosfomolibdénico el cual es reducido a fosfomolibdénico-azul con el ácido ascórbico. El antimonio acelera el desarrollo del color azul y lo estabiliza por 24 horas. El pH alto de la solución extractora hace que el método sea conveniente para suelos calcáreos, alcalinos neutros conteniendo fosfatos de calcio porque la concentración de calcio es suprimida por precipitación de CaCO_3 . Como resultado, la concentración de fosfato en la solución puede incrementar.

El procedimiento puede, en principio, también ser aplicado a suelos ácidos cuando el pH relativamente alto del buffer carbonatado suprime la solubilidad de Al y Fe y así permite que la concentración de fosfato incremente.

4. Potasio disponible

Resumen del método

Es una determinación por espectrofotometría de absorción atómica o por emisión del potasio extraído mediante solución de acetato de amonio 1 M a pH 7.

Anexo 8. Características del cultivo de soya, variedad CEA-CH-86. CECO, 2003

Cultivo Variedad	Soya CEA-CH-86
Características	Descripción
Color de la vainas	Crema
Color de la flor	Purpura
Color de la pubescencia	Gris
Color de hilo	Marrón claro
Días a floración	50 días
Ciclo vegetativo	155 días
Ciclo	Tardío
Habito de crecimiento	Determinado
Altura de Planta	60-100 cm
Inserción de la primera vaina (promedio)	18 cm
Vainas por planta (promedio)	80
Potencial genético	3 220 kg ha ⁻¹

Anexo 9. Descripción de la finca El plantel

Descripción del sitio de estudio		
Ubicación geográfica	Longitud oeste	86° 04' 46'' – 86° 05' 27''
	Latitud norte	12° 06' 24'' – 12° 06' 30''
Localización del sitio	Kilometro 42½ Carretera Masaya-Tipitapa	
Propietarios	Universidad Nacional Agraria	
Información del suelo		
Serie del suelo	Zambrano	
Pendiente (%)	1 al 15 % aproximadamente	
Erosión	38 t ha ⁻¹ año ⁻¹	
Temperatura media anual	26.6 °C	
Precipitación media anual	1 100 a 1 200 mm bien distribuido durante todo el año	
Manejo actual		
Sistema de cultivo (rotaciones, cultivos de cobertura, etc.).	Se cultiva maíz, sorgo, cucurbitáceas, musáceas, frutales (aguacate, cítricos, papaya, piña, mango, marañón, jocote) y pastos.	
Fertilizantes / pesticidas	Se han realizado fertilizaciones a base de fuentes químicas, principalmente completo y urea. El control de plagas y enfermedades se han realizado con productos químicos como Cypermetrina, Metamidofos y otros insecticidas fosforados.	
Labranzas /cubiertas de residuos	La preparación de suelo siempre ha sido mecanizada: Chapoda, Arado y dos pases de gradas. Siembra manual sin incorporación de residuos.	

Historia de manejo en el pasado	
Sistema de cultivos (rotaciones, de cobertura, etc.).	Cultivos puros: sorgo y maíz.
Fertilizantes / pesticidas (insumos de N, uso de pesticidas, etc.).	Completo: 12-30-10. Urea al 46%, insecticida fosforado
Labranzas/cubiertas de residuos (labranzas pasadas, frecuencias y tipo)	Labranza convencional sin incorporación de rastrojos
Riego (anteriores, ¿Durante que lapso?)	Hace 4 años se aplicó riego a través de sistema de riego por aspersión.
Eventos inusuales	
Inundaciones	No
Fuego	Hace 9 años de forma accidental
Nivelaciones de terrenos	No
Otros	Pastoreos

Anexo 10. Significancia estadística de la materia seca del cultivo de soya

Tratamientos	Materia seca (kg ha⁻¹)
Bio-Green	1 514.72
Combinado	1 878.72
Sintético	1 953.44
Testigo	2 182.10
CV (%)	27.85
ANDEVA	0.39

Anexo 11. Materiales y equipos utilizados

HERRAMIENTAS	USOS
Azadones	Limpieza
Cinta métrica	Para realizar las medidas de alturas de planta.
Balanza digital	Pesar muestras Húmedas, Secas y Rendimiento del grano
Machetes	Limpieza
Valdés	Distribución de semillas y fertilizantes
Libreta de campo	Anotaciones de datos en el campo
Barreno	Utilizado para realizar el muestreo en cada unas de las parcelas
Horno	Para secar las muestras de Biomasa
Molino	Se utilizo para moler las muestras de biomasa
Probador de humedad de grano	Para probar la humedad del grano
MATERIALES	
Bio-Green (fertilizante orgánico)	Suministrar nutriente a la planta
12-30-10 (fertilizante sintético)	Suministrar nutriente a la planta
Bolsas plásticas	Para empacar los rendimientos de las parcelas
Bolsas de papel kraft sacos	Para el traslados de las muestras de biomasa al laboratorio

Anexo 12. Significancia estadística de las concentraciones de nitrógeno en la planta de soya

Tratamientos	Concentración de Nitrógeno (%)	
	Tallo y Hoja	Raíz
Bio-Green	1.66	0.65
Combinado	1.77	0.62
Sintético	1.39	0.64
Testigo	1.54	0.62
CV (%)	23.18	21.09
ANDEVA	0.54	0.97

Anexo 13. Significancia estadística de las concentraciones de fósforo en la planta de soya

Tratamientos	Concentración de fosforo (%)	
	Tallo y hoja	Raíz
Bio-Green	0.23	0.10
Combinado	0.25	0.12
Sintético	0.29	0.11
Testigo	0.28	0.12
CV (%)	17.71	34.63
ANDEVA	0.36	0.88

Anexo 14. Significancia estadística de las concentraciones de potasio en la planta de soya

Tratamientos	Concentración de potasio (%)	
	Tallo y hoja	Raíz
Bio-Green	1.54	0.78
Combinado	1.69	0.79
Sintético	1.56	0.71
Testigo	1.54	0.78
CV (%)	14.43	22.56
ANDEVA	0.74	0.90

Anexo 15. Significancia estadística de extracción de nitrógeno por la planta de soya

Tratamientos	Extracción de nitrógeno (kg ha⁻¹)
Bio-Green	34.52
Combinado	50.43
Sintético	45.31
Testigo	41.46
CV (%)	30.19
ANDEVA	0.41

Anexo 16. Significancia estadística de extracción de fosforo por la planta de soya

Tratamientos	Extracción de fosforo (kg ha⁻¹)
Bio-Green	5.04
Combinado	7.88
Sintético	8.89
Testigo	7.52
CV (%)	26.38
ANDEVA	0.10

Anexo 17. Significancia estadística de extracción de potasio por la planta de soya

Tratamientos	Extracción de potasio (kg ha⁻¹)
Bio-Green	35.05
Combinado	52.55
Sintético	51.04
Testigo	44.44
CV (%)	29.73
ANDEVA	0.31

Anexo 18. Rangos de clasificación aproximada de nutrientes en
suelos de Nicaragua (Quintana *et al.*, 1983)

Rangos de contenidos de macro nutrientes				
Nutrientes	Unidades	Pobre	Medio	Alto
Nitrógeno				
(N)	%	< 0.07	0.07 - 0.15	> 0.15
Fosforo (P)	ppm	< 10	10 - 20	> 20
Potasio (K)	meq/100 g	< 0.2	0.2 - 0.3	> 0.3
Materia Orgánica				
(MO)	%	< 2	2 - 4	> 4
pH	6.6-6.8	Muy ligeramente ácido		