



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL

Trabajo de Graduación

EFFECTO DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS Y
SINTÉTICOS EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO
DEL CULTIVO DE SOYA (*Glycine max* (L) Merrill), EL
PLANTEL, MASAYA, 2009.

AUTORES

Br. Álvaro Luis Medina Portillo
Br. Leónidas Blandón Sarantes

ASESORES

MSc. Helen Ruth Ramírez Velásquez
MSc. Juan José Avelares Santos

Managua, Nicaragua
Julio, 2010



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL

Trabajo de Graduación

EFFECTO DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS Y
SINTÉTICOS EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO
DEL CULTIVO DE SOYA (*Glycine max* (L) Merrill), EL
PLANTEL, MASAYA, 2009.

AUTORES

Br. Álvaro Luis Medina Portillo

Br. Leónidas Blandón Sarantes

ASESORES

MSc. Helen Ruth Ramírez Velásquez

MSc. Juan José Avelares Santos

Presentando en consideración del Honorable Tribunal
Examinador como requisito para optar el grado de
INGENIERO AGRÓNOMO

Managua, Nicaragua

Julio, 2010

ÍNDICE DE CONTENIDOS

SECCION	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURA	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	3
General	3
Específicos	3
III MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1 Ubicación del ensayo	4
3.2 Condiciones agroecológicas	4
3.3 Diseño metodológico	5
3.3.1 Tratamiento 1. Manejo convencional	5
3.3.2 Tratamiento 2. Manejo orgánico	5
3.3.2.1 Descripción de los Abonos Orgánicos	6
3.4 Material Genético	7
3.5 Manejo agronómico	7
3.5.1 Preparación del suelo	7
3.5.2 Siembra	7
3.5.3 Fertilización	8
3.5.4 Control de plagas	8
3.5.5 Control de malezas	8
3.5.6 Riego	8
3.5.7 Cosecha	8
3.6 Variables evaluadas	8
3.6.1 Emergencia de la planta	8

3.6.2	Altura de la planta (cm)	9
3.6.3	Diámetro del tallo (mm)	9
3.6.4	Altura de inserción de la primera vaina (cm)	9
3.6.5	Número de vainas por plantas	9
3.6.6	Número de granos por vainas	9
3.6.7	Peso de mil granos (g)	9
3.6.8	Rendimiento del grano (kg ha ⁻¹)	9
3.7	Análisis estadístico	10
3.8	Análisis económico	10
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
4.1	Efecto de fertilizantes orgánicos y sintéticos sobre el crecimiento de la soya	11
4.1.1	Emergencia de la planta (%)	11
4.1.2	Altura de la planta (cm)	12
4.1.3	Diámetro del tallo (mm)	12
4.2	Efecto de fertilizantes orgánicos y sintéticos sobre el rendimiento de la soya	13
4.2.1	Altura de inserción de la primera vaina (cm)	13
4.2.2	Número de vainas por planta	14
4.2.3	Número de granos por vaina	15
4.2.4	Peso de 1000 granos (g)	15
4.2.5	Rendimiento del grano (kg ha ⁻¹)	16
4.3	Análisis económico de los tratamientos evaluados	18
4.3.1	Análisis del presupuesto parcial	18
4.3.2	Análisis de dominancia	20
V	CONCLUSIONES	21
VI	RECOMENDACIONES	22
VII	LITERATURA CITADA	23
VIII	ANEXOS	27

Dedicatoria

A **DIOS**, por darme la vida, fuerza de voluntad, inteligencia y dedicación para salir adelante en cada etapa de mi vida, aprendiendo algo nuevo de cada experiencia.

A MIS PADRES, **Danilo Adolfo Medina** y **Nubia Alpina Portillo**, quienes durante toda mi vida se han esforzado para que no me falte lo necesario para vivir, me han guiado por el camino correcto haciendo de mi un hombre de bien y que sin su apoyo no hubiese podido lograr este sueño. Hoy les puedo decir que se sientan orgullosos porque lo he logrado en esta etapa.

A MIS HERMANOS, **Oscar Danilo** y **Daniela** por todo su apoyo y motivación para seguir adelante.

A todos ellos por ser pilares fundamentales en este proyecto de mi vida y compartir el sueño de obtener el título de **Ingeniero Agrónomo**.

Álvaro Luis Medina Portillo

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo representa un triunfo de gran valor en mi vida, por tal motivo lo dedico:

A ti, oh “**DIOS**” todo poderoso, te doy gracias y te alabo por su don inefable, porque me has dado la sabiduría y fuerzas, y ahora me has revelado lo que te pedimos.

A mis padres: **Leónidas Blandón Escoto** y **Prof. María Asunción Sarantes**, por todo su amor, cariño, comprensión, respeto, confianza y mucho apoyo en los momentos difíciles. Quienes han guiado mis pasos correctamente, enseñándome los valores y principios inculcados.

A mis queridos hermanos: **Juan F^{co} Blandón S** e **Ing. Aquiles Antonio Escorcía S**, quienes me motivaron y ayudaron de diferentes formas a continuar mis estudios y por sus consejos que fueron guía para tener más coraje y seguir luchando.

En especial a mi más bella y preciosa hermana: **Ing. Laura Karina Rodríguez S**, quien fue un instrumento de Dios para brindarme todo su apoyo necesario desde el inicio de mi carrera.

A mis abuelitas: **Aida Marín y Juana Mairena**, por sus consejos y que en los momentos de necesidad nunca dudaron al ayudarme.

A mis abuelitos: **Francisco Sarantes** y **Juan Blandón**, que en la gloria de Dios en paz descansen.

A mi tía: **Ing. Alba Nidia Sarantes**, aunque en sus dificultades, me brindó palabras de bondad y gozo que me fortalecieron para seguir adelante. Que en paz descanse y mi señor la tenga en su santo reino.

A toda mi familia **Blandón** y **Sarantes** por ser unida y que fueron motivo de mi educación.

Y en fin a todas las personas que han compartido conmigo, todo mi respeto y amor sea para Dios y ellos.

“Dad gracias en todo, porque ésta es la voluntad de Dios para con vosotros en Cristo Jesús” (1 tesalonicenses 5:18)

Leónidas Blandón Sarantes.

Agradecimiento

Le agradezco a mis asesores **MSc. Helen Ruth Ramírez** y **MSc. Juan José Avelares Santos**, por su apoyo incondicional, orientación, paciencia, dedicación y su amistad para la realización de este trabajo investigativo que me acreditará como Ingeniero Agrónomo.

A **MSc. Isabel Chavarría**, por su disposición de ayudarnos siempre, al **Dr. Oscar Gómez** por su apoyo en el análisis de datos y en el trabajo realizado en campo.

A mis Abuelos, Tíos y Primos que de una u otra manera me han apoyado en estos cinco años de lucha para llegar a este momento tan esperado.

A mi compañero de tesis **Leónidas Blandón Sarantes** por su dedicación y entrega a este trabajo que nos propusimos culminar con éxito.

A mis compañeros de grupo ya que con ellos compartimos buenos y malos momentos en nuestra formación como profesionales.

Muy especial a doña **Teresa Hernández (La Tere)**, por brindarme su amistad, consejos y ayuda en los momentos que lo necesité.

A todas mis amistades que a lo largo de estos años de estudios me brindaron consejos y palabras de motivación.

A los **Fondos PACI**, por su apoyo económico para la realización de este trabajo investigativo, a la Facultad de Agronomía y al Departamento de Producción Vegetal de la UNA.

Al personal del Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria (CENIDA), por su amable servicio.

A **Marilena Gutiérrez** por su amable y desinteresada ayuda en el laboratorio de fisiología vegetal.

Hoy estoy alegre porque estoy culminando mi carrera, pero al ver hacia atrás me doy cuenta que fueron muchas las personas que me ayudaron para alcanzar la meta sin interés alguno.

A todos/as muchísimas gracias.

**“Y la paz de DIOS gobierne en vuestros corazones, a la que asimismo fuisteis llamados en un solo cuerpo y sed agradecidos”
(Colosenses 3:15)**

Álvaro Luis Medina Portillo

Agradecimientos

Muchas fueron las dificultades y conflictos durante este reto de mi vida, pero aun así existieron personas que nos brindaron la mano para poder culminar nuestro trabajo, por lo que deseo exteriorizar mis más sinceros y profundos agradecimientos:

A nuestro “**Dios**” infinitamente con quien su poder hizo posible poder finalizar mi carrera y fortalecerme día a día.

A mis asesores: **Ing. MSc. Helen Ruth Ramírez V.** e **Ing. MSc. Juan José Avalares S.** Quienes dedicaron de su valioso tiempo y profesionalismo para la culminación de esta obra.

Al **Dr. Oscar Gómez**, **Ing. MSc. Isabel Chavarría** y al **Técnico Alex Cerrato** por conversar momentos con nosotros para explicarnos algunas dudas.

Al personal del CENIDA, en especial a: **Lic. Rutbelia Gómez**, **Lic. Guillermo Rodríguez**, **Lic. Francisca Martínez** y al **Ing. Gabriel López** por su valiosa amistad y atención.

Al programa de servicios estudiantiles de la Universidad Nacional Agraria, en especial a la **Lic. Idalia Casco** por haberme permitido optar al programa de becas y poder reforzarse económicamente.

Al proyecto **Fondos PACI**, por el financiamiento en la ejecución de este trabajo.

A doña **Teresita Hernández Castillo**, la que considero como una madre, a quien guardo mucho cariño y respeto, ya que en mis momentos difíciles conté con su ayuda.

A la **Universidad Nacional agraria**, en especial a la Facultad de Agronomía (FAGRO), con respeto a todo el gremio de docentes por su labor en la preparación y formación de profesionales.

Al **Ing. MSc. Víctor Aguilar**, por aprobarnos la ayuda económica y alimenticia en el período de la realización del trabajo de tesis.

A mi amigo y compañero de tesis **Ing. Álvaro Medina Portillo** por su gran responsabilidad y dedicación en este período.

A mis primos, **Víctor Rodríguez** y **Giovanni Rodríguez** por su confianza y compartir conmigo en las dificultades económicas.

A **Marilena Gutiérrez** (Laboratorio de fisiología), quien siempre nos atendió y por su disposición de ayudarnos.

Y a todos mis amigos y personas que sembraron palabras de mucha ayuda y motivación.

Leónidas Blandón Sarantes

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		PÁGINA
1	Análisis de suelo de la finca experimental antes de establecer el ensayo, El Plantel, Masaya, 2009	5
2	Análisis químico de los abonos orgánicos (Compost, Humus de lombriz, biofertilizante), utilizados en el estudio. El Plantel, Masaya, 2009	6
3	Descripción de los tratamientos evaluados en el cultivo de Soya, El Plantel, Masaya, 2009	7
4	Densidad poblacional, distancia de siembra, época de siembra y calidad del material utilizados en los tratamientos con fertilización sintética y orgánica, El Plantel, Masaya, 2009	7
5	Significación estadística de los tratamientos evaluados para la variable, emergencia de la planta (%). El Plantel, Masaya, 2009	11
6	Significación estadística de los tratamientos evaluados para la variable, altura de la planta (cm). El Plantel, Masaya, 2009	12
7	Significación estadística de los tratamientos evaluados para la variable, diámetro del tallo (mm). El Plantel, Masaya, 2009	13
8	Significación estadística de los tratamientos evaluados para las variables, altura de inserción de la primera vaina (cm), número de vainas por planta y número de granos por vaina. El Plantel, Masaya, 2009	15
9	Significación estadística de los tratamientos evaluados para las variables, peso de 1000 granos (g) y rendimiento del grano (kg ha^{-1}). El Plantel, Masaya, 2009	17
10	Correlación fenotípica en las variables de rendimiento en el cultivo de soya. El Plantel. Masaya. 2009	18
11	Presupuesto parcial del tratamiento con fertilización sintética y orgánica. El Plantel, Masaya, 2009	19
12	Análisis de dominancia del tratamiento con fertilización sintética y orgánica. El Plantel, Masaya, 2009	20

ÍNDICE DE FIGURA

FIGURA		PÁGINA
1	Precipitación (Pp), Temperatura (T°) y Humedad Relativa (HR) de la zona en estudio. El Plantel, Masaya. 2009. (INETER, 2009)	4

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1 Diseño de campo del ensayo, establecido en el mes de mayo de 2009. El Plantel, Masaya, 2009	27
2 Bitácora de precios y costos de aplicación de los fertilizantes y plaguicidas en el ensayo. El Plantel, Masaya, 2009	28

Resumen

El ensayo fue establecido en la finca El Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria, kilómetro 42 ½ de la carretera Masaya – Tipitapa. Con el objetivo de evaluar el efecto de los abonos orgánicos y sintéticos sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de soya. El material vegetal utilizado fue la variedad CEA-CH-86. Se utilizó un diseño experimental de parcelas apareadas, el cual consiste en el establecimiento de dos tratamientos con cuatro sub repeticiones por tratamiento, con un área de 84m² por subrepetición. La fertilización orgánica se realizó con compost, humus de lombriz y biofertilizante en dosis de 10,000 kg ha⁻¹, 4,488 kg ha⁻¹ y 4,762 l ha⁻¹, respectivamente, el fertilizante sintético aplicado fue completo (12-30-10) y ureá 46% en dosis de 382 y 119.04 kg ha⁻¹, respectivamente. Las variables de crecimiento evaluadas fueron, días a emergencia (%), altura de la planta (cm) y diámetro del tallo (mm). Al momento de la cosecha; altura de inserción de la primera vaina (cm), número de vainas por planta, número de granos por vainas, peso de mil granos (g), rendimiento del grano en kg ha⁻¹. Las variables evaluadas fueron sometidas a un análisis de varianza (ANDEVA) y análisis de correlación entre el rendimiento y sus componentes a través del programa estadístico JMP 7 y se realizó un análisis económico para evaluar la rentabilidad de los tratamientos y de esta forma ofrecer alternativas económicas a pequeños y medianos productores. En base a los resultados obtenidos, se concluye que no existe diferencia significativa en cuanto a la aplicación de los tratamientos con fertilizantes orgánicos y sintéticos, sobre las variables evaluadas. El mayor rendimiento lo presentó el tratamiento orgánico con 1,816.61 kg ha⁻¹, seguido del tratamiento sintético con 1,318.38kg ha⁻¹ sin ser estadísticamente diferentes. El análisis económico indica que el tratamiento con fertilizantes sintéticos presenta el menor costo variable (C\$ 9,021.8) y el mayor beneficio neto con (C\$ 2,843.6).

Abstract

The trial was carried out on the farm El Plantel, owned by the National Agrarian University, 42 ½ km of the road Masaya - Tipitapa. In order to evaluate the effect of organic and synthetic fertilizers on growth and yield of soybean crop. The plant material used was the variety CEA-CH-86. Experimental design was used for paired plots, which is the establishment of two sub treatments with four replicates per treatment, with an area of 84m² per subrepetición. Organic fertilization was performed with compost, worm compost and biofertilizer in doses of 10,000 kg ha⁻¹, 4,488 kg ha⁻¹ and 4,762 kg ha⁻¹ respectively applied synthetic fertilizer was complete (12-30-10) and urea 46 % at doses of 382 and 119.04 kg ha⁻¹ respectively. The growth variables evaluated were days to emergence (%), plant height (cm) and stem diameter (mm). At the time of harvest, height of insertion of first pod (cm), number of pods per plant, number of grains per pod, thousand kernel weight (g), grain yield in kg ha⁻¹. The evaluated variables were subjected to analysis of variance (ANOVA) and analysis of correlation between yield and its components through the statistical program JMP 7 and performed an economic analysis to evaluate the cost effectiveness of therapies and thereby provide economic alternatives small and medium producers. Based on the results, we conclude that there is no significant difference in the application of the treatments with organic and synthetic fertilizers on the outcome measures. The highest yield was shown by organic treatment with 1,816.61 kg ha⁻¹, followed by treatment with synthetic 1,318.38kg ha⁻¹ was not statistically different. The economic analysis indicates that treatment with synthetic fertilizers has the lowest variable cost (C \$ 9,021.8) and the highest net benefit (C \$ 2,843.6).

I. Introducción

El cultivo de soya (*Glycine max* (L) Merrill) es originaria de Asia Oriental, donde es considerada desde aproximadamente 5000 años como un alimento de gran valor nutritivo para hombres y animales (Rosas & Young, 1996).

La soya es un grano que pertenece a la familia de las leguminosas. Es un portador de energía debido a su contenido de carbohidratos, es fuente de proteínas y es el único alimento de origen vegetal que contiene 9 aminoácidos esenciales para la salud. Además, tiene alta fuente de grasas cuando es procesada para la obtención de aceites -ácidos grasos poli insaturados que son beneficiosos para la salud humana, por ser de origen vegetal no aumentan ni los triglicéridos ni el colesterol (Arasme, 2008).

De las leguminosas de grano, la soya es el cultivo más importante a nivel mundial en términos de producción total y mercado internacional. El suministro mundial de grasa y aceite proveniente de este cultivo supera a cualquier otra fuente vegetal o animal (Sobalvarro, 2000).

La producción mundial de soya sobrepasa los 200 millones de toneladas métricas por año. El principal productor de soya a nivel mundial es Estados Unidos con un 38% de la producción, dentro de los diez principales proveedores globales de soya, cuatro son latinoamericanos (Brasil, Argentina, Paraguay y Bolivia) representando cerca del 45% de toda la soya producida en el mundo (FAO, 2004).

En Centro América este cultivo es muy inestable ya que posee un mercado poco desarrollado, además utilizan bajos niveles de insumos durante todas las fases de desarrollo, se cultivan en terrenos marginales con severos grados de degradación ambiental y utilización de métodos tradicionales de producción que determinan la baja rentabilidad del cultivo, además que el consumo de soya se limita a los agricultores que lo compran para preparar raciones alimenticias destinadas al consumo animal y el consumo de la población es de productos derivados y en bajas cantidades (MAGFOR, IICA y JICA, 2004).

En Nicaragua este cultivo se introdujo por primera vez en el año 1969 (Gutiérrez, 1995), teniendo su mayor auge en la década de los ochenta con la reducción de las áreas de algodón y la creciente demanda de las industrias locales de aceite y harinas de soya para el procesamiento de alimentos balanceados empleados en granjas avícolas y porcinas (Salazar, 2005).

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 14 mil hectáreas y en el año 2002 se cultivaron únicamente 2 mil hectáreas.

En la actualidad se cultivan 3200 ha de soya en la región del pacifico del país con rendimientos promedios de 2045.45 kg ha⁻¹ los cuales son bajos de acuerdo al potencial genético de las variedades existentes (MAGFOR, IICA y JICA, 2004).

Los bajos rendimientos del cultivo están asociados a un mal manejo de los componentes del sistema de producción destacándose, preparación del suelo, control de plagas insectiles y enfermedades, densidades de siembra, control de maleza y fertilización sintética inadecuada, incidiendo negativamente en los rendimientos del grano (Bonilla & Brenes, 2004).

Sin embargo, en los últimos años se ha observado crecimientos considerables en los rendimientos de los cultivos que se explica por el uso amplio e intensivo de fertilizantes químicos sintéticos, ya que estos productos satisfacen los requerimientos de las plantas a corto plazo, mientras que los agricultores no prestan atención a la fertilidad del suelo a largo plazo e ignoran los procesos ecológicos que los mantiene (Gliessman, 2002).

Es por esta razón que surge la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos sintéticos en los cultivos y se está obligando a la búsqueda de alternativas integrales y sostenibles. En la agricultura ecológica se le otorga gran importancia a los abonos orgánicos y cada vez más se están utilizando en los cultivos intensivos, ya que el uso de estos pueden mejorar las características físicas, químicas y aumentar la capacidad del suelo para el establecimiento de los cultivos (Laguna y Cruz, 2006).

Restrepo (2007), describe que los agricultores que han incorporado prácticas de la agricultura orgánica en sus parcelas, no solamente están obteniendo ventajas de los procesos naturales y de las interacciones biológicas entre los microorganismos del suelo, sino que también están reduciendo considerablemente el uso de recursos externos y aumentando la eficiencia de la producción en sus fincas.

Además que el proceso de fabricación de los abonos orgánicos es fácil y de costos bajos e implica actividades sencillas como escoger un buen lugar de fabricación, preparación de materiales que se encuentran en la finca, picada de rastrojos, aplicación de capas de tierra y agua simultáneamente su respectivo volteo (Restrepo, 2002).

Debido a la escasa información sobre investigaciones relacionadas en el uso de abonos orgánicos y su efecto sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de soya en Nicaragua existe la posibilidad mediante la realización de este estudio, generar información que pueda ser útil a los productores de soya en la zona cercana a la finca El Plantel, permitiéndoles tomar mejores decisiones en cuanto al manejo del cultivo en condiciones propias de la zona.

II. Objetivos

General

- Comparar el efecto de la fertilización orgánica y sintética sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de soya (*Glycine max* (L) Merrill), El Plantel, Masaya, 2009.

Específicos

1. Evaluar el crecimiento del cultivo de la soya bajo fertilización orgánica y sintética.
2. Comparar el rendimiento y sus componentes en el cultivo de la soya fertilizada de manera orgánica y sintética.
3. Determinar la rentabilidad del cultivo de la soya fertilizada de manera orgánica y sintética.

III. Materiales y métodos

3.1 Ubicación del ensayo

El ensayo se estableció en la unidad de producción e investigación “El Plantel”, propiedad de la Universidad Nacional Agraria (UNA), ubicada en el km 42 ½ carretera Tipitapa-Masaya departamento de Masaya, el 7 de mayo del 2009. Las coordenadas correspondientes son 12°06´24” latitud norte y 86° 04´06” de longitud oeste, a una altura de 96 metros sobre el nivel del mar (msnm).

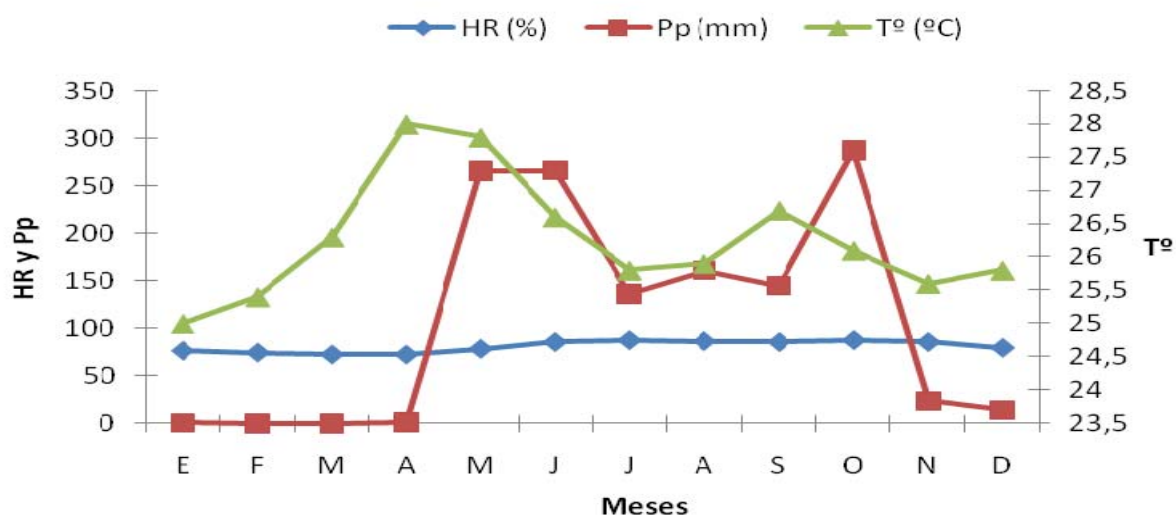


Figura 1. Precipitación (Pp), Temperatura (T°) y Humedad Relativa (HR) de la zona en estudio. El Plantel, Masaya. 2009, (INETER, 2009)

3.2 Condiciones agroecológicas

El área del ensayo se caracteriza por tener temperaturas cálidas promedio de 26-28°C, humedad relativa del 75% y la velocidad media del viento oscila entre 2.1 m/s. y 7.5 m/s (INETER, 2009). Los suelos se clasifican dentro del orden de los molisoles, de la serie Zambrano; franco arcilloso, ligeramente ácido, precipitación de 800 a 1000 mm anuales.

La estación lluviosa en la zona del pacífico inicia en mayo y concluye en el mes de noviembre; cayendo entre un 85% a 97% de la precipitación anual presentándose un período donde llueve muy poco entre los meses de julio y agosto (canícula). Los períodos de máximo pluviosidad se presentan en junio y octubre.

Tabla 1. Análisis de suelo de la finca experimental antes de establecer el ensayo, El Plantel, Masaya, 2009

Nutrientes	Unidad de medidas	Convencional	Orgánico
pH	-	6.92	7.14
MO	%	2.7	3.13
Nitrógeno (N)	%	0.13	0.15
Fosforo (P)	ppm	56.96	90.73
Potasio (K)	meq/100 gramos de suelo	3.8	3.8
Textura del suelo	-	Franco arcilloso	Franco arcilloso

Fuente. Laboratorio de suelo y agua UNA (2009)

3.3 Diseño metodológico

El diseño consistió en el establecimiento del cultivo bajo dos formas de fertilización; orgánico y convencional (dos tratamientos) y cuatro subrepeticiones. El área de cada subrepeticion fue de 84 m² (12m x 7m), el tamaño de la parcela útil fue de 36 m² (6m x 6m) en ambos sistemas. Cada submuestra estaba formada por 20 surcos o hileras de 7m de largo.

3.3.1 Tratamiento 1. Manejo convencional

Consistió en aplicaciones de fertilizante sintético, completo 12-30-10 y urea 46% N (Tabla 3).

Con respecto a la fertilización química ésta ha sido reconocida como uno de los componentes del sistema que más contribuye a elevar la producción en los cultivos, aunque un mal manejo de los mismos origina una disminución drástica en el crecimiento y desarrollo del cultivo, conllevando con ésto a una reducción significativa en el rendimiento. Una de las formas de poder elevar los rendimientos del cultivo de la soya es a través de una buena fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio, ya que la planta los requiere para su crecimiento, para realizar la fotosíntesis, almacenamiento de energía, síntesis de proteínas y fijación del nitrógeno atmosférico (Salazar, 2005).

3.3.2 Tratamiento 2. Manejo orgánico

La fertilización se realizó con abonos de origen orgánicos: Compost, humus de lombriz y biofertilizante líquido (Tabla 3).

En el caso del compost y humus de lombriz fueron aplicados al momento de la siembra del cultivo y el biofertilizante a los 45 dds.

Tabla 2. Análisis químico de los abonos orgánicos (Compost, Humus de lombriz, biofertilizante), utilizados en el estudio. El Plantel, Masaya, 2009

Abonos orgánicos	Nitrógeno (%)	Fósforo (ppm)	Potasio (meq/100 gramos de suelo)
Compost	0.91	0.21	0.54
Humus de lombriz	2.03	1.09	1.06
Biofertilizante	0.40	0.13	0.03

Fuente. Laboratorio de suelos y agua UNA (2009)

3.3.2.1 Descripción de los abonos orgánicos

El compost es obtenido de manera natural y por descomposición aeróbica (con oxígeno), de residuos orgánicos como restos vegetales, excrementos de animales y purinas por medio de la reproducción masiva de bacterias termófilas y hongos; el cual se utiliza como enmienda para el suelo, aunque también se usa para paisaje, control de la erosión, recubrimiento y recuperación del suelo (WIKIPEDIA, 2010).

El humus de lombriz es la deyección de la lombriz, calificado como un abono completo y eficaz para mejorar los suelos ya que aporta todos los nutrientes para la dieta de la planta de los cuales carecen con frecuencia los fertilizantes sintéticos.

Además que aumentan la calidad y presencia de ácidos húmicos y fúlvicos mejorando las condiciones del suelo, esto hace que el suelo retenga humedad y estabiliza el pH del suelo (Ochoa, 2008).

Los biofertilizantes son abono líquido preparado a base de estiércol vacuno disuelto en agua y enriquecido con leche y melaza que se colocan a fermentar en tanques plásticos bajo un sistema anaeróbico, y sirve para nutrir, recuperar y reactivar la vida del suelo, fortalecer la fertilidad del suelo y estimular la protección del cultivo contra el ataque de insectos y enfermedades (Restrepo, 2007).

Las dosis aplicadas en los tratamientos fueron determinadas de acuerdo a las necesidades del cultivo, de acuerdo a la siguiente fórmula según (García, 1994).

Donde:

D: Dosis

d: Demanda del cultivo

S: Suministro

E: Eficiencia del fertilizante

$$D = (d - S/E) * 100$$

Tabla 3. Descripción de los tratamientos evaluados en el cultivo de soya. El Plantel, Masaya, 2009

Tratamiento	Fertilizantes	Dosis por parcela (kg)	Dosis por ha ⁻¹ (kg)
Convencional	Completo 12-30-10	3.21	382
	Urea 46 %	1	119.04
Orgánico	Humus de lombriz	31.7	4,480
	Compost	84	10,000
	Biofertilizante	40 l	4,762 l

3.4 Material Genético

La variedad de soya utilizada fue CEA -CH -86 de origen local, validada en el Centro Experimental del Algodón, actualmente CEO (Centro Experimental de Occidente) ubicada en el municipio de Posoltega, departamento de Chinandega. Esta variedad alcanza su madurez de cosecha a los 150 días después de la siembra.

Tabla 4. Densidad poblacional, distancia de siembra, época de siembra y calidad material utilizado en los tratamientos con fertilización sintética y orgánica, en el cultivo de soya. El Plantel, Masaya, 2009

Densidad poblacional	180,000 plantas/ha
Distancia de siembra	0.6m entre surco, a chorrillo
Época de siembra	Inicio del período lluvioso(primera)
Calidad del material	Semilla certificada

3.5 Manejo agronómico

3.5.1 Preparación del suelo

Se realizó de forma mecanizada utilizando labranza convencional. En ambos tratamientos se hizo la limpieza del terreno una semana antes del pase de arado, el que se efectuó un mes antes de la siembra, se realizaron dos pases de gradas 15 y 7 días antes de la siembra respectivamente, la nivelación y el rayado se hizo al momento de la siembra.

3.5.2 Siembra

La siembra se realizó el 7 de mayo de 2009, de forma manual, depositando la semilla a chorrillo en cada surco (140 semillas por surco de 7m lineales), a una distancia entre surco de 0.6 m. El raleo se hizo diez días después de la siembra para una densidad de 50 plantas por cada metro cuadrado (m²).

3.5.3 Fertilización

La fertilización en el sistema convencional se realizó al momento de la siembra, utilizando completo fórmula 12-30-10 y completándose la demanda de nitrógeno con urea 46 % de forma directa al suelo 30 días después de la siembra.

La fertilización orgánica fue mediante aplicaciones de compost y humus de lombriz los cuales se aplicaron antes de la siembra y el biofertilizante líquido se aplicó a la base del suelo a los 45 días después de la siembra.

3.5.4 Control de plagas

El control de plagas en la parcela orgánica se realizó mediante aplicaciones de ajo con chile (12.5 ml/l de agua), aceite de neem (2.5cc/l de agua), jabón líquido (1cc/l de agua) y humo líquido (2 ml/l de agua). En la parcela convencional se realizaron aplicaciones de productos químicos, Actara (Thiamethoxan) en dosis de 1 g/l de agua y Relevo 350 SC (Imidacloprid) en dosis de 1.5cc/l de agua.

3.5.5 Control de malezas

Se realizó de manera manual en ambos tratamientos utilizando azadones y machetes, garantizando que el cultivo se mantuviera libre de arvenses antes de que el cultivo cierre calle.

3.5.6 Riego

El sistema de riego utilizado fue por aspersion durante las primeras etapas de crecimiento del cultivo.

3.5.7 Cosecha

La cosecha se efectuó de forma manual a los 150 días después de la siembra al completar el ciclo del cultivo, tomando como indicadores de cosecha, el secado y caída del follaje y coloración amarillenta de las vainas.

3.6 Variables evaluadas

Para evaluar las diferentes variables se tomaron 10 plantas al azar dentro de la parcela útil con un área de 36 m².

Durante el crecimiento del cultivo

3.6.1 Emergencia de la planta (%): Se contó el número de plantas emergidas una semana después de la siembra, de los surcos que conformaban la parcela útil (36 m²), determinando posteriormente el porcentaje de emergencia de cada subrepeticion.

3.6.2 Altura de la planta (cm): Se midió utilizando una cinta métrica, desde la superficie del suelo hasta la yema terminal, realizando cinco muestreos a los 15, 29, 43, 57 dds y a la cosecha(150 dds), seleccionando diez plantas de la parcela útil.

3.6.3 Diámetro del tallo (mm): El diámetro del tallo se midió a una altura de 5cm de la superficie del suelo, utilizando un vernier o pie de rey en diez plantas al azar, al momento de la cosecha (150 dds).

Durante la cosecha

3.6.4 Altura de inserción de la primera vaina (cm): Se midió la altura de inserción de la primera vaina que esta más próxima a la superficie del suelo, a los 130 dds, utilizando una cinta métrica.

3.6.5 Número de vainas por plantas: Se contó el total de vainas presentes en cada planta, seleccionando un total de diez plantas de la parcela útil, al momento de la cosecha (150 dds).

3.6.6 Número de granos por vaina: Se determinó seleccionando una vaina por planta de un total de diez plantas de la parcela útil, se contó el total de granos por vaina a la cosecha (150 dds).

3.6.7 Peso de mil granos (g): Se seleccionaron mil granos de cada parcela útil y se determinó el peso total ajustándolo al 13% de humedad. La humedad inicial se midió con el probador de humedad marca Dole.

3.6.8 Rendimiento del grano (kg ha⁻¹): Se determinó el peso en gramos de los granos cosechados por cada parcela útil y se ajustó al 13% de humedad, utilizando la siguiente expresión.

$$PF=PI (100-HI) / (100-HF)$$

Donde:

PF: Peso final (kg ha⁻¹) a 13% de humedad

PI: Peso inicial (kg ha⁻¹)

HI: Porcentaje de humedad inicial en el grano

HF: Porcentaje de humedad a la que se ajustó el rendimiento (13%)

3.7 Análisis estadístico

Para determinar las diferencias estadísticas del efecto de los dos tratamientos, se realizó análisis de varianza (ANDEVA) y análisis de correlación entre el rendimiento y sus componentes, a través del software estadístico JMP 7, extensión del programa SAS (statistical analysis system).

3.8 Análisis económico

Los resultados agronómicos se sometieron a un análisis económico para evaluar la rentabilidad de los dos tratamientos, con el fin de brindar información acerca de cual de las alternativas es más adecuada desde el punto de vista económico.

La metodología empleada para la realización de este análisis fue la recomendada por el Centro de Mejoramiento de Maiz y Trigo (CIMMYT, 1988), haciendo el análisis de presupuesto parcial y análisis de dominancia.

IV. Resultados y discusión

4.1 Efecto de fertilizantes orgánicos y sintéticos sobre el crecimiento de la soya.

4.1.1 Emergencia de la planta (%)

La soya necesita para su germinación que la semilla absorba al menos 50 % de su peso seco en agua, tanto el exceso como la escasez de humedad durante el período germinativo puede causar disminuciones en la producción (Casini, 1993).

Una buena preparación del suelo garantiza que la semilla tenga un buen contacto con el suelo, proporcionándole humedad, lo que asegura su germinación y posterior emergencia, además contribuirá a que las plántulas mantengan su altura uniforme respecto a la superficie del suelo y con ello facilitar la cosecha mecanizada con menos pérdidas (Pérez, 1984).

El análisis estadístico no reveló diferencias significativas de los dos tratamientos evaluados sobre la variable emergencia de la planta tomada a los 7 dds (Tabla 5).

Durante este período de germinación del cultivo se aplicó el riego, manteniendo una buena humedad del suelo y el control de la temperatura. Un exceso de agua en el suelo y la presencia de altas temperaturas en la mayoría de las especies produce una disminución de la emergencia de las plántulas (Villalobos, 2006).

La no significancia entre los dos tratamientos evaluados, posiblemente es a que las plántulas germinan y se desarrollan uniformemente, en buenas condiciones de humedad, temperatura, oxígeno y estado físico de la semilla.

Tabla 5. Significación estadística de los tratamientos evaluados para la variable, emergencia de la planta (%). El Plantel, Masaya, 2009

Tratamientos	Emergencia (%)
Convencional	40.89 a
Orgánico	57.56 a
Prob>F	NS
R ²	0.83
CV (%)	17.8

NS: No Significativo, R²: Coeficiente de determinación, C.V (%): Coeficiente de variación.

4.1.2 Altura de la planta (cm)

La altura de la planta es una característica genética de la variedad y está influenciada por varios factores, entre los que se distinguen: clima, suelo, manejo del cultivo y malezas (Jiménez, 1996).

En este estudio los dos tratamientos evaluados no ejercieron efecto sobre la altura de planta, al no encontrarse diferencias significativas en los muestreos realizados a lo largo del ciclo del cultivo (Tabla 6).

La no significancia estadística encontrada en los dos muestreos iniciales, pudiera deberse a que la soya tiene un crecimiento lento en este período. Esto puede ser debido a que es el momento que comienza el desarrollo vegetativo de la planta durante el cual se forman las hojas trifoliadas y la planta utiliza las reservas de sustancias que se encuentran en los tejidos de los cotiledones y por lo tanto el cultivo todavía no exige al suelo tantos nutrientes, por lo que es una etapa muy temprana para mostrar el efecto de los fertilizantes aplicados. Esto es confirmado por Espinoza & Vanegas (1994) quienes describen que la soya tiene un crecimiento lento durante los primeros 30 días, pero después el crecimiento se acelera.

En los siguientes muestreos tomados a los 43 dds, 57 dds y 150 dds la variable altura mostró un comportamiento similar en ambos tratamientos, reflejando la no significancia estadística. Este comportamiento puede explicarse debido a que la disponibilidad de nutrientes para las plantas en los tratamientos fue similar en estos períodos de desarrollo, por lo que su crecimiento fue igual.

Tabla 6. Significación estadística de los tratamientos evaluados para la variable, altura de la planta (cm). El Plantel, Masaya, 2009

Tratamientos	15 dds	29 dds	43 dds	57 dds	150 dds
Convencional	10.98 a	17.25 a	45.60 a	65.09 a	119.43 a
Orgánico	11.09 a	20.95 a	38.96 a	86.05 a	124.41 a
Prob>F	NS	NS	NS	NS	NS
R ²	0.17	0.67	0.66	0.67	0.73
CV (%)	13.1	16.27	17.77	20.83	5.14

NS: No Significativo, R²: Coeficiente de determinación, C.V (%): Coeficiente de variación.

4.1.3 Diámetro del tallo (mm)

La resistencia del tallo está en dependencia del diámetro, es por eso que ésta es una variable importante ya que tiene influencia sobre el rendimiento del cultivo (Solórzano & Robleto, 1994).

El efecto que tienen los fertilizantes orgánicos y sintéticos sobre esta variable se presenta en la tabla 7, esta variable fue tomada al momento de la cosecha (150 dds), en el que no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos evaluados.

Este comportamiento se puede explicar a que los niveles de fertilización orgánica y sintética fueron suficientes para el desarrollo de un diámetro del tallo resistente a las condiciones adversas del medio, satisfaciendo las necesidades nutricionales que la planta requiere. Esto es confirmado por Avellaneda (1999) quien afirma que la soya se caracteriza por presentar niveles críticos de fósforo (P) y potasio (K), por debajo de los cuales se afecta el diámetro del tallo.

Así también se puede atribuir que la presencia de nitrógeno pudo favorecer un desarrollo más vigoroso del diámetro. Investigaciones revelan que la aplicación de nitrógeno es uno de los factores que influye en el diámetro de la planta (INTA, 2009).

Tabla 7. Significación estadística de los tratamientos evaluados para la variable, diámetro del tallo (mm). El Plantel, Masaya, 2009

Tratamientos	Diámetro del tallo (mm)
Convencional	14.70 a
Orgánico	14.08 a
Prob>F	NS
R ²	0.40
CV (%)	16.46

NS: No Significativo, R²: Coeficiente de determinación, C.V (%): Coeficiente de variación.

4.2 Efecto de fertilizantes orgánicos y sintéticos sobre el rendimiento de la soya.

4.2.1 Altura de inserción de la primera vaina (cm)

Esta variable es de gran importancia en los sistemas de producción mecanizada en soya, ya que la cosecha se localiza en un solo estrato con posición de vainas bien arriba de la superficie del suelo, hay uniformidad en la madurez y secado de las vainas. Por otro lado incide en mayor o menor pudrición de vainas, ya que cuando éstas entran en contacto con el suelo facilitan la pudrición por exceso de humedad y que se propague rápidamente a las vainas superiores (Tapia, 1987).

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 sintéticos y orgánicos, esto se puede atribuir a que ésta variable está relacionada con la altura de la planta en la cual no hubo diferencias entre los tratamientos (Tabla 8).

Hay que resaltar que los valores encontrados en esta variable para ambos tratamientos son superiores a los recomendados por Gómez (1990), quien sugiere que la altura de inserción de la primera vaina sea de 10 cm o más para evitar pérdidas durante la cosecha mecanizada.

4.2.2 Número de vainas por planta

El número de vainas por planta es resultado de los fenómenos de generación y mortalidad de flores y frutos (Díaz, 2004). Está determinada por factores ambientales en la época de floración (temperatura, viento y agua), y por el estado nutricional en la formación de vainas y granos (Aguilar y Altamirano, 2001).

Tapia (1987), menciona que el número de vainas por planta es uno de los parámetros que mayor relación tiene con el rendimiento y está en dependencia al número de flores que tiene la planta.

Jiménez (1996), afirma que un óptimo contenido de nutrientes y de abonos en la solución del suelo permite que la planta tenga mayor disponibilidad de otros elementos que facilitan que ésta pueda tener una mejor fructificación que en el caso de la soya significará un buen rendimiento.

El análisis estadístico realizado no encontró diferencias significativas en cuanto al número de vainas por planta para ambos tratamientos (Tabla 8).

Según la Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras (1998), el fósforo es un nutriente importante en los cultivos de granos básicos ya que ayuda al desarrollo radical de las plantas y a la madurez rápida del fruto, produciendo un buen llenado de mazorcas, vainas y bellotas.

Corea & López (2001), evaluando el efecto de dos sistemas de fertilización sintética y orgánica en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris L*), no encontraron diferencias significativas en el número de vainas por plantas, obteniendo numéricamente un mayor número de vainas el tratamiento con fertilizante sintético.

Esto posiblemente se deba a que los fertilizantes sintéticos usados en la agricultura convencional satisfacen los requerimientos nutricionales de las plantas a corto plazo (Gliessman, 2002), mientras que los abonos orgánicos no liberan grandes cantidades de nutrientes para el cultivo de una sola vez, sino que al incrementar la materia orgánica del suelo le sirve de alimentos a los microorganismos, responsables de convertir los nutrientes en forma asimilables para las plantas (Altieri, 1995).

4.2.3 Número de granos por vaina

El número de granos por vainas tiene alto grado de control genético (Díaz, 2004). Puede ser influenciada por factores ambientales y manejo que se le dé al cultivo (Rosas & Young, 1996).

El análisis estadístico realizado para esta variable demuestra que no se encontró diferencias significativas en los tratamientos evaluados (Tabla 8). Estos resultados coinciden con los encontrados por Corea & López (2001), al evaluar el efecto de fertilización sintética y orgánica en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L) para esta variable no encontraron diferencias en los tratamientos evaluados, con esto se puede afirmar que la expresión de esta variable puede ser regulada más por la constitución genética de la variedad.

Jhonston (2003), afirma que al agregar fósforo (P) y potasio (K) se establecen plantas fuertes y saludables, factores determinantes para mejorar la habilidad de los cultivos para hacerle frente al ataque de plagas y enfermedades y otros efectos adversos del ambiente, lo cual impactará negativamente en el número de granos por vainas.

Estudios de la FAO (1995), afirman que durante el final del desarrollo de la semilla el fósforo es traslocado desde las partes vegetativas de las plantas hacia la semilla, hasta encontrarse entre un 60 y 90 % del fósforo absorbido por la planta en el cultivo de soya.

Tabla 8. Significación estadística de los tratamientos evaluados para las variables, altura de inserción de la primera vaina (cm), número de vainas por planta y número de granos por vaina. El Plantel, Masaya, 2009

Tratamientos	Altura de inserción de la primera vaina (cm)	Número de vainas por planta	Número de granos por vaina
Convencional	14.7 a	87.43 a	2.7 a
Orgánico	13.21 a	83.40 a	2.7 a
Prob>F	NS	NS	NS
R ²	0.79	0.79	0
CV (%)	9.38	14.2	1.4

NS: No Significativo, R²: Coeficiente de determinación, C.V (%): Coeficiente de variación.

4.2.4 Peso de 1000 granos (g)

El peso del grano es una función de su ritmo de crecimiento y de la duración del período de llenado. Ambos atributos están gobernados genéticamente (depende de la variedad) y varían de acuerdo a las condiciones ambientales (Díaz, 2004).

Esta variable demuestra la capacidad que tienen las plantas de traslocar los nutrientes acumulados en el tallo (durante el desarrollo vegetativo) al grano en la etapa reproductiva (Cajina, 2001).

Un déficit de agua durante el crecimiento del fruto provoca una reducción de su tamaño y del rendimiento total, quizás por el efecto de la tasa de fotosíntesis y también por el aceleramiento de la senectud de la hoja (Milthorpe, 1982).

El ANDEVA realizado muestra que no existe diferencias significativas en cuanto a la aplicación de fertilizantes sintéticos y orgánicos para esta variable (Tabla 9). Esto coincide con lo planteado por Corea & López (2001), al no encontrar diferencias en el peso de los granos evaluando el efecto de la fertilización sintética y orgánica en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris L.*). Sin embargo Espinoza (2002), evaluando dos tipos de fertilizantes orgánicos (gallinaza y estiércol vacuno) y fertilización sintética en el cultivo del frijol obtuvo efectos significativos al evaluar esta variable, donde el mayor promedio de peso lo obtuvo el tratamiento con fertilizante sintético.

Tapia (1987), afirma que un mayor número de vainas por planta puede provocar reducción en el peso de los granos y por lo tanto reducir el rendimiento en el cultivo de frijol. Esto coincide con los resultados obtenidos en este estudio en el que se pudo apreciar que el tratamiento convencional presentó el mayor número de vainas (87.43), disminuyendo el peso de los granos (89.51 g) y presentando el menor rendimiento (1,318.38 kg ha⁻¹) con respecto al tratamiento orgánico.

Cuando hay deficiencias de potasio la maduración de la soya se retarda, la calidad de los granos se reduce y la incidencia de enfermedades en los granos aumenta afectando su peso y por lo tanto el rendimiento (FAO, 1995).

4.2.5 Rendimiento del grano (kg ha⁻¹)

El rendimiento del grano es la variable principal de cualquier cultivo y determina la eficiencia con que la planta hace uso de los recursos existentes en el medio, unido al potencial genético de la variedad. Está determinado por el genotipo del cultivo, ecología y manejo que se le de al cultivo tomando muy en cuenta una buena fertilización (Alvarado, 2000).

Díaz (2004), afirma que el rendimiento de la soya depende de diversos componentes que ayudarán a comprender más fácilmente los bajos y altos rendimientos los cuales son vainas por planta, número de granos por vaina y peso de los granos.

La aplicación de fertilizantes orgánicos y sintéticos no presentó diferencias estadísticas significativas sobre el rendimiento (Tabla 9). Estos resultados coinciden con lo planteado por Corea & López (2001), los cuales no encontrarán efectos significativos sobre el rendimiento, realizando aplicaciones de fertilizantes sintéticos y orgánicos en el cultivo del frijol.

Sin embargo, Aguilar & Altamirano (2001), evaluando el efecto de fertilizantes sintéticos y orgánicos en el cultivo del frijol encontraron diferencias significativas para esta variable, siendo el tratamiento sintético el que obtuvo el mayor rendimiento.

Hay que mencionar que a pesar que el tratamiento con fertilizante sintético presentó el mayor número de vainas por plantas, el peso del grano fue menor por lo tanto no logró superar el rendimiento obtenido por el tratamiento orgánico sin diferir estadísticamente.

Probablemente esto se debe a que cuando un componente se ve afectado en forma negativa, otro actúa en forma contraria compensándola, por lo que se hace difícil predecir que la reducción de un componente afectará en esa misma vía el rendimiento final (Avelares, 1992).

La Secretaria de Agricultura y Ganadería de Honduras (1998), afirma que el nitrógeno es uno de los nutrientes, más importantes en el desarrollo de las hojas y en la formación de los frutos. Wild (1992), dice que el contenido de nitrógeno en la materia orgánica va mineralizándose lentamente en el suelo y estará a disposición de los cultivos en años posteriores.

Es de interés saber que el período crítico de necesidades de nitrógeno de la soya es de dos semanas que preceden a la floración, por lo que se debe aportar con anterioridad a este período para lograr obtener mayores rendimientos (Guerrero, 2000).

Tabla 9. Significación estadística de los tratamientos evaluados para las variables, peso de 1000 granos (g) y rendimiento del grano (kg ha⁻¹). El Plantel, Masaya, 2009

Tratamientos	Peso de 1000 granos (g)	Rendimiento del grano (kg ha⁻¹)
Convencional	89.51 a	1318.38 a
Orgánico	105.43 a	1816.61 a
Prob>F	NS	NS
R²	0.78	0.44
CV (%)	9.1	53.1

NS: No Significativo, R²: Coeficiente de determinación, C.V (%): Coeficiente de variación.

Tabla 10. Correlación fenotípica en las variables de rendimiento en el cultivo de soya. El Plantel, Masaya, 2009

Variables	Altura/ inserción	Vainas/ plantas	Granos/ Vaina	Peso/1000 granos	Rendimiento /granos
Altura/inserción	1.000	-0.3577 _{NS}	0.0447 _{NS}	-0.5432 _*	-0.2621 _{NS}
Vainas/plantas		1.000	0.0526 _{NS}	0.4782 _*	0.7286 _{**}
Granos/vaina			1.000	-0.0797 _{NS}	0.0987 _{NS}
Peso/1000 granos				1.000	0.8686 _{**}
Rendimiento/granos					1.000

NS: No significativo al 95%

*: Significativo al 95%

**: Altamente Significativo

El análisis de correlación es el conjunto de técnicas estadísticas para medir la intensidad de la asociación entre dos variables. El principal objetivo del análisis de correlación consiste en determinar que tan intensa es la relación entre dos variables.

La correlación se mide mediante el coeficiente de correlación “r”, su valor numéricamente va desde -1 hasta +1 pasando por cero.

El análisis de correlación realizado al rendimiento y sus componentes se presentan en la tabla 10, la cual pone de manifiesto que el rendimiento presentó una correlación positiva y significativa con el número de vainas por plantas (0.7286) y con el peso de 1000 granos (0.8686), debido a que el valor de la correlación es próximo a uno, más fuerte es la asociación entre las variables. El valor de la correlación del número de granos por vainas con el rendimiento indica una asociación positiva entre ambas variables, sin embargo se considera débil, debido a que su valor está más próximo al cero (0.0987). La variable altura de inserción de la primera vaina presenta una perfecta asociación negativa con el rendimiento (-0.2621), es decir aumentando el valor de una variable, al disminuir el valor de la otra o viceversa.

4.3 Análisis económico de los tratamientos evaluados

4.3.1 Análisis del presupuesto parcial

Según el CIMMYT (1988), el paso inicial al efectuar un análisis económico de los ensayos en el campo es calcular los costos que varían entre tratamiento, en otras palabras los costos relacionados a los insumos, los costos de aplicación, costo de plaguicida, transporte que varían de un tratamiento a otro. A este análisis económico se le llama análisis de presupuesto parcial (Tabla 11).

Tabla 11. Presupuesto parcial del tratamiento con fertilización sintética y orgánica. El Plantel, Masaya, 2009

Componentes del presupuesto parcial	Tratamientos	
	Convencional	Orgánico
Rendimiento kg ha⁻¹	1,318.38	1,816.61
Ajuste del rendimiento (10%)	131.84	181.66
Rendimiento ajustado	1,186.54	1,634.95
Beneficio bruto de campo C\$/ha	11,865.4	25,178.23
Costo fertilizantes C\$/ha	7,683	21,120.6
Costo aplicaciones C\$/ha	180	3,580
Costo plaguicidas C\$/ha	838.8	235
Costo de aplicación C\$/ha	120	180
Costo de transporte C\$/ha	200	0
Total de costos variables	9,021.8	25,115
Beneficio neto	2,843.6	63.23

En la primera línea del presupuesto parcial se puede observar los rendimientos obtenidos en este ensayo para cada tratamiento, seguido el ajuste al que fue sometido los rendimientos, en este caso fue de 10 % y el rendimiento ajustado.

La siguiente línea se presenta el beneficio bruto de campo, que valora el rendimiento ajustado para cada tratamiento, donde fue necesario conocer el precio de campo del producto (valor de un kilogramo).

En este caso el precio de campo fue diferenciado:

Soya convencional 10 córdobas el kg

Soya orgánica 15.4 córdobas el kg.

Las siguientes líneas muestran los costos que varían en los tratamientos, como son el costo de fertilizantes, costo de plaguicidas, costo de aplicaciones y costos de transporte, los cuales fueron sumados para representar el total de costos variables.

Al final del presupuesto parcial enumera los beneficios netos el cual se obtuvo restando el total de los costos que varían de los beneficios brutos de campo.

Donde fue el tratamiento convencional el que presenta los mayores beneficios netos con C\$ 2,843.6 (Tabla 11).

4.3.2 Análisis de dominancia

El siguiente paso en el análisis económico es determinar cual de los tratamientos ha sido dominado. Un tratamiento es dominado por otro tratamiento cuando tiene mayores costos variables y beneficios menores o iguales al tratamiento en comparación (CIMMYT, 1988).

Tabla 12. Análisis de dominancia del tratamiento con fertilización sintética y orgánica. El Plantel, Masaya, 2009

Tratamiento	Total de costos que varían	Beneficios netos	Dominancia
Convencional	9,021.8	2843.6	
Orgánico	25,115	63.23	D

D: Dominado

Se puede observar que en el tratamiento orgánico el rendimiento es mayor que el tratamiento convencional, pero el análisis de dominancia muestra que el valor del aumento del rendimiento no es suficiente para compensar el incremento de los costos. Es decir que aunque el rendimiento del tratamiento convencional es menor le resulta más rentable al productor. Por lo tanto el análisis de dominancia ha eliminado al tratamiento orgánico debido a sus bajos beneficios netos (Tabla 12).

El análisis económico muestra que el tratamiento más rentable para el productor es el convencional ya que obtiene los mayores beneficios netos, sin embargo desde el punto de vista productivo, es evidente que las condiciones necesarias para sostener la productividad se están erosionando provocando la degradación del suelo, lo que involucra la salinización, extracción excesiva de agua, la compactación, contaminación por plaguicidas, pérdida de fertilidad y reducción en la calidad estructural del suelo, perturbando el balance de los agroecosistemas. En cambio para preservar la productividad a largo plazo, se requieren de sistemas sostenibles de producción que se puedan alcanzar mediante prácticas de cultivo basado en el conocimiento adecuado y profundo de los procesos ecológicos, como la agricultura orgánica que sostiene la producción agrícola eliminando o excluyendo en gran medida los fertilizantes y pesticidas sintéticos, haciendo uso de los recursos que se encuentran en o cerca de la finca. Sin embargo es importante resaltar que el proceso de conversión de producción convencional a orgánica puede tomar de 1 a 5 años o más, dependiendo del nivel de degradación del sistema original (Altieri, 1995).

V. Conclusiones

Con los resultados obtenidos en el ensayo y en base a nuestros objetivos se llegó a las siguientes conclusiones:

Al evaluar el crecimiento de la soya bajo fertilización orgánica y sintética se concluyó que no presentaron diferencias estadísticas significativas en cuanto a la aplicación de los fertilizantes orgánicos y sintéticos en estudio.

La aplicación de fertilizantes orgánicos y sintéticos no presentó diferencias significativas sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo de la soya.

El análisis económico basado en el presupuesto parcial y análisis de dominancia, muestra que el tratamiento convencional, obtuvo el mayor beneficio neto (C\$ 2,843.6).

VI. Recomendaciones

Continuar los estudios referentes a esta temática en el cultivo de la soya, que permitan observar si la fertilización orgánica logra superar a la fertilización sintética a largo plazo.

Tomar en cuenta este cultivo en futuras investigaciones dirigidas a proyectos de seguridad alimentaria.

VII. Literatura citada

Aguilar, V & Altamirano, A. 2001. Efecto de fuentes de fertilizantes (Químico, Orgánico) y control de malezas sobre frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de laderas. Ticuantepe, postrera, 1999. Tesis Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 49p.

Altieri, M. 1995. Agroecológica: Creando Sinergias para una Agricultura Sostenible. Grupo interamericano para el Desarrollo Sostenible de la Agricultura y los Recursos Naturales. University of California at Berkeley, USA. 63p.

Arasme, B. 2008. Se impulsa el cultivo socialista de soya en la región oriental. (En línea). Disponible en <http://alopresidente.gob.ve/reportajes/se-impulsa-el-cultivo-socialista-de-la-soya-en-region-oriental.html>. Consultado 18 de junio 2009.

Alvarado, N. 2000. Transformación de tres componentes del sistema tradicional de producción del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.), Hacia una producción sostenible. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Barcelona. España. 80p.

Avelares, J. 1992. Evaluación comparativa de ocho variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) recolectadas en Nicaragua. Germoplasma. Revista informativa anual del REGEN.FAGRO-UNA.

Avellaneda, J. 1999. Ensayo de fertilización en soya. Establecimiento “San Marcelo”, Teolina “Santa Fé”, campaña 1998/99. Jornada de actualización técnica para profesionales “Fertilización de soya”. IMPOFOS cono Sur. Acassuso, Buenos Aires. Argentina. 39p.

Bonilla, E & Brenes, A. 2004. Evaluación de dosis de fosfato y potasio en el cultivo de la soya (*Glycine max* L. Merrill.) variedad CEA - CH - 86. Su efecto sobre el crecimiento y rendimiento y su análisis económico. Tesis, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 26p.

Cajina, M. 2001. Arreglos de siembra en el cultivo de la soya (*Glycine max* (L)) variedad CEA - CH - 86. Su efecto sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo. Tesis, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 30p.

Casini, C. 1993. Soja. Siembra, Cosecha, Secado y almacenaje. INTA, Estación experimental agropecuaria Manfredi. Córdoba, Argentina.

CIMMYT. 1988. Centro de Mejoramiento de Maiz y Trigo. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México DF. México: CIMMYT. 78p.

Corea, M & López, D. 2001. Efectos de fertilización mineral y orgánica y control de malezas en el cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo sistemas de callejón con madero

negro (*Gliricidia sepium*) y convencional. Sabana Grande, Managua. Tesis Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 64p.

Díaz, M. 2004. Manual práctico para la producción de soja. Primera edición. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 259p.

Espinoza, R. 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, 2001. Tesis Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 52p.

Espinoza, G & Vanegas, M. 1994. Efecto de rotación de cultivo y métodos de control de malezas sobre la cenosis de las malezas y el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de soya (*Glycine max* L. Merrill) y algodón (*Gossypium hirsitium* L.). Tesis Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 47p.

FAO. 1995. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. El cultivo de la soya en los trópicos, mejoramiento y producción. EMBRAPA- CNPSO. Londrina, Brasil. 254p.

FAO, 2004. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estudio del impacto de la soya para la erradicación del hambre. Programa de estudio. México. 45p.

García, L. 1994. Fertilidad y fertilización de suelos. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 141p.

Gliesman, S. 2002. Agroecológica Procesos ecológicos en agricultura sostenible. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 4p.

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. 35 p.

Guerrero, G. 2000. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Segunda edición. Mundi prensa. Madrid, España. 206p.

Gutiérrez, M. 1995. Cultivo II. La soya. Primera edición. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 31p.

INETER. 2009. Instituto de Estudios Territoriales de Nicaragua. Departamento de agro meteorología. Managua, Nicaragua.

INTA. 2001. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Programa nacional de soya (*Glycine max* L. Merrill.). Proyecto de investigación y desarrollo.

Jiménez, J. 1996. Efecto de labranza y métodos de control de malezas sobre la dinámica de las malezas. Tesis Universidad Nacional Agraria. Escuela de sanidad vegetal. 46p.

Johnston, A. 2003. Maximizando ganancias con una nutrición balanceada. Informaciones agronómicas. Instituto del fosforo y la potasa, Canada. Volumen V. Edición para México y Norte de Centro América.

Laboratorio de suelo y agua (LABSA). 2009. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.

MAGFOR, IICA y JICA. 2004. Cadena agroindustrial de soya. (En línea). Disponible en <http://www.magfor.gob.ni>. Consultado el 10 de mayo de 2009.

Milthorpe, F. 1982. Introducción a la fisiología de los cultivos. Primera edición. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 259p.

Ochoa, J. 2008. Beneficios que ofrece el humus de lombriz a los cultivos. (En línea), consultado el tres de febrero del 2010. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos12/mncuarto/mncuarto.shtml>.

Pérez, C. 1984. Boletín de reseñas (pastos y forrajes). Departamento de servicios informativos (CIDA), Ministerio de la Agricultura. Ciudad de la Habana, Cuba. 52 p.

Restrepo, J. 2002. El suelo, la vida y los abonos orgánicos. Primera edición. Managua, Nicaragua. 84 p.

Restrepo, J. 2007. El ABC de la agricultura orgánica y harinas de rocas. Primera edición. Printex. San José, Costa Rica. 256p.

Rosas, J & Young, R. 1996. El cultivo de la soya. Quinta edición. Zamorano, Academic Press. Zamorano, Honduras. 68p.

Salazar, J. 2005. Manual técnico cultivo de soya. Volumen 1. Managua, Nicaragua. 9p.

Secretaria de Agricultura y Ganadería de Honduras. 1998. Abonos orgánicos y químicos. USAID. Honduras. 26p.

Sobalvarro, A. 2000. Estudio de periodos de enmalezamiento y control de malezas sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de la soya (*Glycine max* (L)) variedad CEA - CH - 86. Tesis, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 35p.

Solórzano, P & Robletto, A. 1994. Efecto de sistemas de labranza, rotación de cultivo y métodos de control de malezas sobre la dinámica de las malezas, crecimiento, desarrollo y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y soya (*Glycine max* L. Merrill). Tesis Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 80p.

Tapia, H. 1987. Variedad mejorada de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con grano rojo para Nicaragua, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Dirección de Investigación y postgrado (DIP). 26p.

Villalobos, R. 2006. Fisiología de la producción de los cultivos tropicales. Germinación y crecimiento de las plantas. Primera edición. Editorial Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 108p.

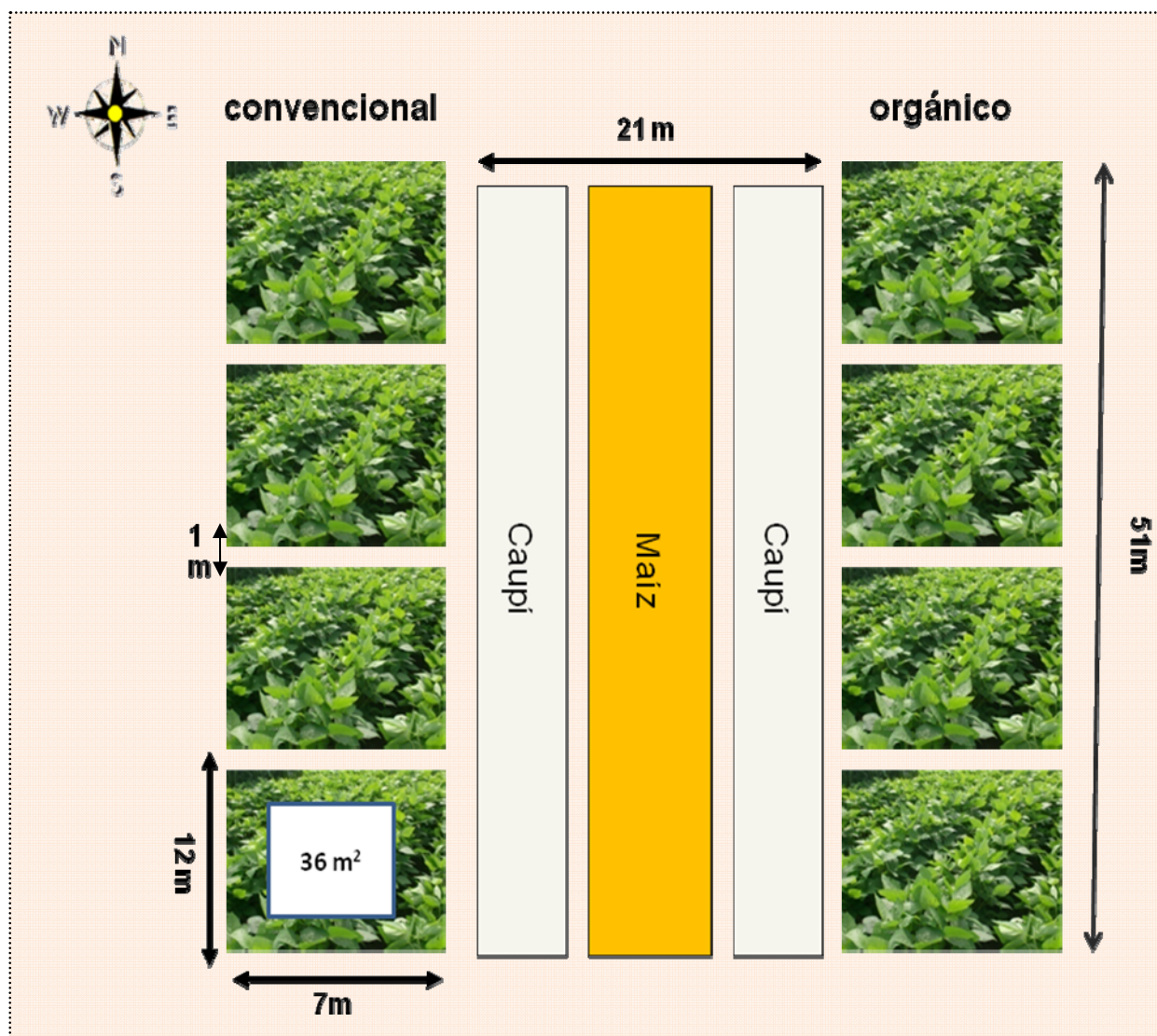
Wild, 1992. Condiciones de suelo y desarrollo de las plantas. Según Rusell. Primera edición. Mundi prensa. España. 1,025p.

WIKIPEDIA. 2010. Compost. (En línea). Consultado el tres de febrero 2010. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/compost>.

VIII. Anexos

Anexo 1. Diseño de campo del ensayo, establecido en el mes de mayo de 2009. El Plantel, Masaya, 2009

Cultivo: Soya en dos sistemas de producción, convencional y orgánico.



Anexo 2. Bitácora de precios y costos de aplicación de los fertilizantes y plaguicidas en el ensayo. El Plantel, Masaya, 2009

Concepto	U/M	C/ha	P/U	C/T	CA	D/H
			C\$	C\$	C\$	
Compost	qq	220	42	9,240	2,220	37
Humus de lombriz	qq	98.7	48	4,737.6	960	16
Biofertilizante	l	4,762	1.5	7,143	420	7
Ajo	lb	1	20	20	60	1
Chile	lb	1	15	15	60	1
Neem	l	1	200	200	60	1
Completo (12-30-10)	qq	8.4	750	6,300	120	2
Urea 46%	qq	2.61	530	1,383	60	1
Actara 25 WG	kg	1.5	476	714	60	1
Confidor 350 SC	kg	1.5	83.2	124.8	60	1

U/M: Unidad de medida
C/ha: Cantidad por hectárea
P/U: Precio unitario
C/T: Costo totales
CA: Costo de aplicación
D/H: Días hombres