



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Unidad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

“CAREN”

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“EVALUACIÓN DE TRES ABONOS ORGÁNICOS (ESTIÉRCOL DE BOVINO, GALLINAZA Y HUMUS) CON DOS DOSIS DE APLICACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE PIMIENTO (*Capsicum annum* L.) EN EL RECINTO SAN PABLO DE MALDONADO, CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DE COTOPAXI. AÑO 2011”.

POSTULANTES:

Castillo Marcillo Magaly Maribel

Chiluisa Puente Mónica Elizabeth

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. M.Sc. Wilson Miguel Ruales

La Maná, mayo, 2011

Declaramos que lo expuesto en esta tesis corresponde estrictamente a lo obtenido en los resultados de la presente investigación llevada a cabo por las autoras.

Magaly Castillo

Mónica Chiluisa

AVAL

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el tema:

EVALUACIÓN DE TRES ABONOS ORGÁNICOS (ESTIÉRCOL DE BOVINO, GALLINAZA Y HUMUS) CON DOS DOSIS DE APLICACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE PIMIENTO (*Capsicum annum* L.) EN EL RECINTO SAN PABLO DE MALDONADO, CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DE COTOPAXI, AÑO 2011”., de Castillo Marcillo Magaly Maribel y Chiluisa Puente Mónica Elizabeth, postulantes de Ingeniería Agronómica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Tesis que el Honorable Consejo Académico de la Unidad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná mayo, 2011

El Director

Ing. M.Sc. Wilson Miguel Ruales Burbano

AGRADECIMIENTO

Las autoras de esta investigación dejan en constancia el más profundo reconocimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a su Unidad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Institución que nos acogió y nos brindó una formación profesional.

Destacamos nuestra gratitud eterna a los señores Dr. Enrique Estupiñán, Director de la Unidad y al Ing. M.Sc. Wilson Miguel Ruales, Director de tesis, pues su oportuna participación facilitó la realización de este trabajo, así como a todos los catedráticos de esta Unidad, que supieron ser maestros al impartir sus conocimientos y experiencias.

Finalmente, manifestamos nuestra especial gratitud a todas las personas con quienes compartimos el ámbito estudiantil universitario, bajo el cual se cristalizó una de las satisfacciones personales, como es el de poder servir profesionalmente a la sociedad ecuatoriana.

DEDICATORIA

A nuestro ser supremo Dios, por habernos dado la oportunidad de existir y culminar nuestras metas anheladas.

A nuestros padres, compañeros de todos los días, como homenaje de veneración permanente, quienes con infinito amor, esfuerzo y sacrificio, nos pudieron guiar para cumplir nuestros sueños deseados.

A nuestros abnegados esposos, por su apoyo y cariño, para que podamos superarnos y levantarnos de todos los obstáculos que se presentaron en nuestras vidas.

A nuestros adorados hijos, como símbolo de pureza, bondad y comprensión.

A todos nuestros hermanos, por guiarnos hacia el camino del bien, por su apoyo y esfuerzo en concebir una vida mejor.

A todas nuestras distinguidas familias y amigos.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁG.
RESUMEN	14
ABSTRACT	16
INTRODUCCION.....	18
Objetivo general	21
Objetivos específicos	21
Hipótesis.....	21
1.1. Antecedentes	22
1.2. El pimiento.....	25
1.2.1. Origen y distribución.....	25
1.2.2. Importancia.....	26
1.2.3. Propiedades nutritivas	26
1.2.4. Botánica.....	28
1.2.5. Clasificación taxonómica	30
1.2.6. Descripción general	30
1.2.7. Tallos	30
1.2.8. Hojas	31
1.2.9. Flores	32

1.2.10.	<i>Fruto</i>	33
1.2.11.	<i>Raíz</i>	34
1.2.12.	<i>Clasificación agronómica del pimiento</i>	34
1.2.13.	<i>Nutrición orgánica.</i>	35
1.2.14.	<i>Requerimientos agroecológicos.</i>	37
1.2.14.1.	<i>Luz</i>	37
1.2.14.2.	<i>Temperaturas</i>	37
1.2.14.3.	<i>Humedad ambiental</i>	42
1.2.14.4.	<i>Suelo</i>	42
1.2.15.	<i>Siembra</i>	43
1.2.16.	<i>Plantación</i>	43
1.2.17.	<i>Rotación</i>	44
1.2.18.	<i>Abonado</i>	44
1.2.19.	<i>Escardas</i>	44
1.2.20.	<i>Riego</i>	45
1.2.21.	<i>Entutorado</i>	45
1.2.22.	<i>Poda</i>	45
1.2.23.	<i>Recolección</i>	46
1.2.24.	<i>Producción de semillas</i>	47
1.3.	<i>Abonos</i>	47
1.3.1.	<i>Papel de los abonos</i>	47

1.3.2.	<i>Abonos orgánicos.....</i>	49
1.3.3.	<i>Importancia de los abonos orgánicos.</i>	51
1.3.4.	<i>Propiedades de los abonos orgánicos.....</i>	52
1.3.4.1.	<i>Propiedades físicas.</i>	53
1.3.4.2.	<i>Propiedades químicas.</i>	53
1.3.4.3.	<i>Propiedades biológicas.</i>	53
1.3.5.	<i>Tipos de abonos orgánicos.</i>	54
1.3.5.1.	<i>Gallinaza</i>	54
1.3.5.2.	<i>Estiércol bovino</i>	56
1.3.5.3.	<i>Humus.....</i>	60
1.3.6.	<i>Abonos minerales.....</i>	61
1.3.7.	<i>Composición de los abonos</i>	63
1.3.8.	<i>Aplicación de los abonos.....</i>	63
1.3.9.	<i>Efectos sobre el entorno y la salud</i>	64
1.3.10.	<i>Consumo mundial de abonos.....</i>	66
1.3.11.	<i>Los tipos de abonos y como usarlos.....</i>	67
1.3.11.1.	<i>El Abono Orgánico Animal (El Estiércol).....</i>	68
1.3.11.1.1.	<i>El abono de animales como fuente de los micro-nutrientes:.....</i>	70
1.3.11.1.2.	<i>Como almacenar el estiércol</i>	70
1.3.11.1.3.	<i>Las Pautas para la aplicación del estiércol:</i>	70
1.3.11.2.	<i>La Materia Orgánica Vegetal (La Cobertura del Suelo).....</i>	71

1.3.11.3. Otros Abonos Orgánicos	72
1.3.11.4. Los abonos químicos	72
1.3.11.4.1. Los Tipos de Abonos Químicos.....	72
1.3.11.5. Como Interpretar una Etiqueta de Abonos.....	73
1.3.11.6. La Tasa del Abono	73
1.3.11.7. Las pautas básicas para la aplicación de los abonos químicos	74
1.3.11.7.1. El Nitrógeno.....	75
1.3.11.7.2. El Fósforo	77
1.3.11.7.3. Como Disminuir la Separación del Fósforo.....	78
1.3.11.7.4. La Colocación de los Abonos de P:	79
1.3.11.7.5. El Potasio	81
1.3.11.7.6. Algunos Consejos Especiales Para los Suelos Regados por Canales	81
1.3.11.8. La determinación de la cantidad de abono que se necesita usar	82
1.3.11.9. Los Abonos Foliares.....	83
1.3.11.10. Como Evitar la "Quemadura" por Abonos.....	85
1.3.11.11. Las tasas de abonos recomendadas para los cultivos de referencia	86
1.3.11.12. Algunas Guías Generales Para las Tasas Bajas, Medianas y Altas de N- P-K	87
1.3.11.13. El encalado	87
1.3.11.13.1. Dónde es más común encontrar los suelos ácidos?	89
1.3.11.13.2. Como Saber si Se Necesita Encalar	89

1.3.11.13.3.	<i>El Cálculo de la Cantidad de Cal Requerida.....</i>	90
1.3.11.13.4.	<i>Como, Cuando, y Con Qué Frecuencia Encalar.....</i>	91
2.2.7.1.	<i>Preparación del suelo.....</i>	99
2.2.7.2.	<i>Preparación del semillero</i>	99
2.2.7.3.	<i>Trasplante</i>	100
2.2.7.4.	<i>Riego</i>	100
2.2.7.5.	<i>Aporque</i>	100
2.2.7.6.	<i>Fertilización.....</i>	100
2.2.7.7.	<i>Control de malezas.....</i>	101
2.2.7.8.	<i>Control fitosanitario.....</i>	101
2.2.7.10.	<i>Cosecha</i>	101
III.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	103
3.1.	<i>Altura de la planta</i>	103
3.2.	<i>Longitud del fruto.....</i>	110
3.3.	<i>Diámetro de los frutos.....</i>	112
3.4	<i>Peso promedio del fruto</i>	113
3.4.	<i>Rendimiento en Kg por parcela</i>	115
3.5.	<i>Rendimiento en Kg por hectárea</i>	117
3.6.	<i>Costos del proyecto</i>	118
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	120
V.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	122

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 30 DÍAS	105
CUADRO 2. ORDENAMIENTO Y AGRUPACIÓN DE LOS GRUPOS NO SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES:	106
CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 45 DÍAS	106
CUADRO 4. ORDENAMIENTO Y AGRUPACIÓN DE LOS GRUPOS SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES:	107
CUADRO 5. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 60 DÍAS	107
CUADRO 6. ORDENAMIENTO Y AGRUPACIÓN DE LOS GRUPOS SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES:	108
CUADRO 7. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 75 DÍAS	108
CUADRO 8. ORDENAMIENTO Y AGRUPACIÓN DE LOS GRUPOS SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES	109
CUADRO 9. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE LA PLANTA A LA COSECHA	109
CUADRO 10. ORDENAMIENTO Y AGRUPACIÓN DE LOS GRUPOS SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES:	110
CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA LONGITUD DEL FRUTO	111
CUADRO 12. ORDENAMIENTO Y AGRUPACIÓN DE LOS GRUPOS NO SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES:	111
CUADRO 13. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA CIRCUNFERENCIA DEL FRUTO	113

CUADRO 14. ORDENAMIENTO Y AGRUPACIÓN DE LOS GRUPOS NO SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES	113
CUADRO 15. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PESO PROMEDIO DEL FRUTO....	114
CUADRO 16. ORDENAMIENTO Y AGRUPACIÓN DE LOS GRUPOS NO SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES:	115
CUADRO 17. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO POR PARCELA	116
CUADRO 18. ORDENAMIENTO Y AGRUPACIÓN DE LOS GRUPOS NO SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES	116
CUADRO 19. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO POR HECTÁREA	117
CUADRO 20. ORDENAMIENTO Y AGRUPACIÓN DE LOS GRUPOS NO SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES:	118

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. ALTURA DE LA PLANTA A LOS 30, 45, 60, 75 DÍAS Y COSECHA	105
GRÁFICO 2. LONGITUD DEL FRUTO	111
GRÁFICO 3. CIRCUNFERENCIA DEL FRUTO.....	112
GRÁFICO 4. PESO PROMEDIO DEL FRUTO.....	114
GRÁFICO 5. RENDIMIENTO EN KG POR PARCELA.....	116
GRÁFICO 6. RENDIMIENTO EN KG POR HECTÁREA	117

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el recinto San Pablo de Maldonado del Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, localizado a 5 km del casco urbano, con coordenadas geográficas de 79°13'25'' oeste y 0°56'48'' sur y una elevación de 273 m.s.n.m., entre los meses de mayo y octubre del 2010.

El trabajo consistió en determinar los efectos de los fertilizantes orgánicos, estiércol de bovino, gallinaza y humus en dosis de 300g/m² y 400g/m²; un testigo químico NPK (10-30-10) en dosis de 60g/m² y testigo (sin fertilización).

Se empleó un diseño completamente al azar, con tres repeticiones, aplicándose el análisis de varianza para determinar la significancia estadística entre los tratamientos y la prueba de Tukey para la determinación de las diferencias entre las medias de los tratamientos.

Los resultados permitieron evidenciar que en la mayoría de variables bajo estudio no se observaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Hasta los 70 días se observó la preeminencia del testigo químico NPK (10-30-10), en la altura de las plantas y únicamente en la cosecha (110 días) se observó que el tratamiento A24 (4T/h de gallinaza), alcanzó una mayor altitud (83,5 cm), mientras que el testigo absoluto registró la menor altura (72,2 cm.)

En cuanto a la longitud del fruto, el tratamiento A23 (3T/h de gallinaza) se ubicó en primer lugar con 14,44 cm y en último lugar se ubicó el tratamiento A14 (4 T/h de estiércol de bovino), con 12,12 cm.

En cuanto a la circunferencia de los frutos, el tratamiento A23 (3 T/h de gallinaza) se ubicó en primer lugar con 17,49 cm y en último lugar se ubicó el tratamiento A14 (4 T/h de estiércol de bovino).

En cuanto al peso del fruto el tratamiento A23 (3 T/h de gallinaza) produjo los mejores pesos (104,1 g), mientras que el A14 (4 T/h de estiércol de bovino) produjo frutos con el menor peso (87,9 g).

En lo referente al rendimiento del fruto por hectárea, el testigo químico presentó el más alto rendimiento (11 568,519 kg) y el rendimiento más bajo se obtuvo con el tratamiento A13 (3 T/h de estiércol de bovino), con 5 690 kg.

ABSTRACT

This research was conducted on San Pablo Maldonado, Cantón La Maná, Cotopaxi province, located 5 km from the town, with geographical coordinates of 79°13'25' West and 0056'48" south and at 273 m.a.s.l. between May and October 2010. The work was to determine the effects of organic fertilizer: cattle manure, chicken manure and humus in doses of 3 and 4 Ton / ha, a chemical control NPK (10-30-10) at doses of 0.6 tons / ha and an absolute control (no fertilizer).

We used a completely randomized design with three replications, applying the analysis of variance to determine statistical significance between treatments and Tukey test to determine differences between treatment means.

The results showed that in most variables under study there were not statistically significant differences between treatments. Till 70 days there was the predominance of chemical control, NPK (10-30-10), in the height of the plants and only at harvest (110 days) treatment A24 (4 Ton/ha 2chicken manure) reached higher altitude (83.5 cm), while the absolute control recorded the lowest height (72.2 cm.)

As for fruit length, treatment A23 (3 Ton/ha of chicken manure) is ranked first with 14.44 cm and last place was the treatment A14 (4 Ton/ ha of cattle manure), 12 cm.

As the diameter of the fruit, A23 treatment (3 Ton/ha of chicken manure) came first with 5, 57 cm and last place was the treatment A14 (4 Ton/ha of cattle manure).

Regarding the fruit weight A23 treatment (3 Ton/ha of chicken manure) produced the best weights (104.1 g), while the A14 (4 Ton/ha of cattle manure) produced fruit with lower weight (87, 9 g).

With regard to fruit yield per hectare, chemical control had the highest yield (11 568.519 kg) and the lowest yield was obtained with treatment A13 (3 Ton/ha of cattle manure), with 5 690 kg.

INTRODUCCION

El uso indiscriminado de agroquímicos en la agricultura, así como el vertido sobre los campos de aguas residuales cargadas de metales pesados procedentes de sectores industriales, atentan contra la fertilidad de los suelos incidiendo negativamente en la productividad de los cultivos, pues su efecto tóxico y contaminante destruye en grandes proporciones la fauna y la flora benéfica del suelo que es la responsable de la descomposición de los materiales orgánicos que se transforman en sustancias húmicas. Así como se destruyen muchos reguladores de la presencia de insectos, plagas y enfermedades de los cultivos (hongos, virus y bacterias) antagónicos y entomopatógenos, propiciando un notorio desequilibrio microbiológico y de nutrientes. Colateralmente se dan otros efectos nocivos contra la vida, que afectan a los diferentes niveles de la escala animal y vegetal. Esta situación se ha venido incrementando en las dos últimas décadas en la zona andina, con características alarmantes especialmente en sectores monocultivistas: papas, granos, tomate, fréjol, frutas, etc. Y en áreas aledañas a las empresas productoras de flores, donde muchos campesinos producen bienes para su subsistencia y los mercados locales.

Frente a esta problemática, los alimentos orgánicos y naturales van ganando un espacio importante en el mercado mundial. Por ello, un gran número de países ha dado respuesta a esta demanda, a través del desarrollo de sistemas de producción orgánicos y de nuevas formas de comercialización. El país con los mayores avances obtenidos es Austria, donde el 10.9% de la superficie agrícola total ya es orgánica, seguido de Noruega con 3.8% y Suecia con el 3.3%. Vale destacar que Estados Unidos a pesar de que dedica un 0.25% del total de su superficie

agrícola a la producción orgánica, es el país más importante con respecto al número de hectáreas cultivadas con esta variante agricultura, sumando ya más de 450.000 Ha. www.sica.gov.ec.

El área actual de actividades agropecuarias orgánicas certificadas a nivel latinoamericano es de poco más de 126% (4,7 millones de ha.) del total mundial. Sin embargo, en América Latina hay que destacar que un solo país, Argentina, en poco menos de una década aumentó 509 veces el área certificada como orgánica, pasando de 5500 ha en 1992 a 2,9 millones de ha en el 2001.

El país con el mayor área dedicada a la producción orgánica es Argentina (62,7%); y los países que se encuentran en la categoría 1 (Argentina, Chile, Brasil, México, Perú y Ecuador) constituyen el 97% del total del área de producción orgánica en América Latina.

En Ecuador, en el 2003 se cultivaron 21 000 hectáreas de producción orgánica, mientras que al año siguiente se incrementó en un 40%, es decir a 31793 ha

Sin embargo, es necesario indicar que aplicar esta tecnología es difícil, teniendo en cuenta que hay que cambiar años de uso indiscriminado e irresponsable de los químicos, los cuales han mermado la fertilidad del suelo y afectado la salud de los productores. Las malformaciones en los humanos y las plagas en las plantas son los casos más patéticos derivados del uso de agrotóxicos.

Sin embargo, en Manabí ya hay muestras exitosas de la implementación de esta tecnología. En Puerto La Boca (en Jipijapa) una asociación de productores de sandía tiene buenos resultados.

También en Chone, con plataneros y en Charapotó, con arroceros, siguen capacitaciones para aplicar estos productos. En Guayas han logrado buenos resultados con el apoyo de la ESPOL y el Consejo Provincial de esa jurisdicción, cultivando hortalizas.

En Cotopaxi están intentos de mejorar los cultivos vía la agricultura orgánica. Así, varias comunidades indígenas de la provincia se han dedicado al cultivo orgánico de la mora, a fin de evitar el consumo de productos químicos de sellos rojos. Se tiene conocimiento que en la parroquia Toacaso ha habido un trabajo intensivo de SWISS-AID en el tema de la producción orgánica de hortalizas, por ello varios pequeños productores que pertenecen a la Corporación de Productores Biológicos del Ecuador – PROBIO, en sus fincas disponen de lotes de hortalizas orgánica para el consumo de la familia y para unir a la comercialización asociativa que se lleva adelante con importantes logros.

En los sectores de Pujilí, Cusubamba y Mulalillo se están implementando, con el apoyo técnico y financiero de la Agencia de Cooperación Suiza SUISS-AID, granjas campesinas autosuficientes manejadas de manera integral basándose principalmente en el rescate del saber campesino dentro de un manejo orgánico.

A nivel local no se han registrado establecimientos agropecuarios que hayan introducido la agricultura orgánica como actividad preponderante. Por lo que es necesario un cambio en el manejo de los cultivos y en nuestro caso del cultivo de pimiento, que conduzca hacia una reducción paulatina de los agroquímicos y un cambio hacia una agricultura orgánica donde los agricultores produzcan utilizando las fuerzas de la naturaleza y con ello se recupere el equilibrio natural en la microflora del suelo, en la entomofauna y en la vida microbiana.

La utilización de abonos orgánicos en el cultivo de pimiento tiene gran interés científico y tecnológico para obtener rendimientos satisfactorios de buena calidad y que contribuyan a la seguridad alimentaria como resultado de Buenas Prácticas Agrícolas.

Con los antecedentes expuestos, en esta investigación, se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar el efecto de tres abonos orgánicos (estiércol de bovino, gallinaza y humus) con dos dosis de aplicación en la producción de pimiento (*Capsicum annum*) en el cantón La Maná, provincia de Cotopaxi.

Objetivos específicos

1. Comparar la producción del cultivo de pimiento con los tres abonos orgánicos.
2. Confrontar la fertilización orgánica frente a los testigos químico y absoluto.

Hipótesis

Ho. No existen diferencias significativas entre los tres tipos de abonos orgánicos suministrados al pimiento.

Ha. Existen diferentes respuestas de los tres tipos de abonos orgánicos.

CAPÍTULO I

MARCO TEORICO

1.1. Antecedentes

Según Pedro Antonio Rodríguez Fernández y otros (2005) hizo un estudio en un huerto intensivo bajo condiciones de agricultura urbana, se verificó el efecto de tres niveles de estiércol parcialmente meteorizado (0, 10 Kg/m² de estiércol ovino y 10 Kg/m² de estiércol bovino) con y sin aplicación de humus foliar a razón de 10 Kg/ha; sobre el número de bacterias y hongos edáficos y la productividad del pimiento (*Capsicum annum*, L.) variedad Español 16, en período óptimo de siembra. Se empleó un diseño bifactorial completamente aleatorio, con tres niveles del Factor A y dos niveles del Factor B, para un total de seis tratamientos y cuatro réplicas. Los datos experimentales fueron sometidos a análisis de varianza de clasificación doble y comparación múltiple de medias mediante la Prueba de Tukey. Como mejores tratamientos resultaron ser, la adición de 10 Kg/m² de uno y otro estiércol y la aplicación foliar de humus de lombriz, el que a su vez incrementó el rendimiento en frutos, disminuyó el costo por peso y aumentó la rentabilidad.

Ano (2002) desarrolló un experimento en Cuba utilizando un diseño de bloques al azar con 7 tratamientos y 4 réplicas, de tal manera que a los tratamientos se les aplicó humus vía foliar a una dosis de 49.66 g por litros; humus al suelo con una dosis de 0.6 t/ha. y se le aplicó también el Biobras-16 a una dosis de 7 gotas por mochila en 16 litros de agua. Los tratamientos donde se aplicó los bioestimulantes vienen dados de la siguiente forma:

- Humus por vía foliar.
- Biobras-16.
- Humus aplicado al suelo.
- Humus foliar + humus al suelo.
- Humus foliar + Biobras-16.
- Humus foliar + humus al suelo + Biobras-16.
- Testigo.

La aplicación de los productos se efectuó en los siguientes momentos. Humus del suelo – antes del trasplante. Humus foliar – un día antes del trasplante y 10 días después del trasplante. Biobras-16 – 10 días después del trasplante e inicio de la floración. Para este estudio se montó un experimento en la parcela con área de 274.4 m² a una distancia de plantación de 1.40 x 0.40 x 0.20; el mismo se trasplantó en marzo del año dos mil dos. Para lo cual realizaron observaciones a los siguientes indicadores de crecimiento: Altura de la planta, Grosor del tallo. A los cuales se observaron 6 plantas por parcelas en cada réplica a los 15 días del trasplante e inicio de la floración. Para la altura se midió con una regla y para el grosor del tallo se utilizó un pie de rey. Para las observaciones fenológicas se registró la fecha en que aparecieron las primeras flores (inicio de la floración); fecha en que más del 50 % de las plantas tenían flores; fecha en que aparecían los primeros frutos (inicio de la fructificación); en la fecha en que más del 50 % de plantas tenían frutos. Lo antes expuesto se observaron en 50 plantas de cada tratamiento abarcando las 4 réplicas. Para la cantidad de frutos por planta se marcaron 24 plantas en cada réplica donde fue seleccionada 6 plantas, de las cuales se registró los frutos recolectados en cada recogida hasta el final, y para los indicadores del fruto (ancho, largo y peso) se

tomaron 20 frutos por tratamientos por réplicas en cada recogida (en la segunda cosecha).

De los frutos anteriores se tomaron 5 por réplicas en cada tratamiento, donde se determinó el contenido de materia seca. Para este se tuvo en cuenta el peso fresco de los frutos que se determinaron mediante una balanza perteneciente a dicho huerto y los mismos fueron trasladados hacia la Universidad de Granma en el laboratorio de Sanidad Vegetal del Dpto. de Biología Agrícola, donde se midió el grosor del pericarpio con un pie de rey antes de ponerlo en la estufa. Posteriormente se puso en la estufa a 80⁰ C hasta peso constante. Las variables evaluadas fueron sometidas a un análisis de varianza simple mediante el paquete de programación llamado "Statistic".

Arroyave A, José y Bravo B, Juan (1980) efectuaron una investigación en la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, durante las épocas secas de los años 1979 y 1980, con la finalidad de evaluar los efectos de la fertilización nitrogenada-fosforada y densidad poblacional sobre el rendimiento de la variedad de PIMIENTO Florida VR-2, y establecer los niveles de aquellos nutrimentos y densidad de siembra más adecuados para este cultivo. Los factores nitrógeno (N), fósforo (P₂O₅) y densidad poblacional fueron estudiados en rangos de 0-80 kg/ha, de 0-40 kg/ha y de 30000 a 50000 plantas por hectárea, respectivamente. Los suelos donde se realizó el estudio se caracterizaron por baja disponibilidad de nitrógeno, alta de fósforo, potasio, calcio, magnesio, y normales de micronutrientes. Las densidades de población se evaluaron en diferentes arreglos topológicos: hileras simples (1 m entre hileras y 20, 25 y 33 cm entre plantas) e hileras dobles (0,5 m entre hileras y 40, 50 y 66 cm entre plantas). Las evaluaciones de los tratamientos se efectuaron en diseño de parcelas divididas. Se estableció que los factores de mayor influencia fueron la fertilización nitrogenada y la

densidad poblacional, las mismas que al incrementarse produjeron aumentos apreciables en la producción, no se observaron efectos de consideración en las aplicaciones de fósforo. Los resultados mostraron que la utilización de 40 kg de N/ha y una población de 50000 plantas por hectárea en hileras dobles (50 x 40 cm) produjeron los rendimientos más altos.

1.2. El pimiento

1.2.1. Origen y distribución.

El pimiento (*Capsicum annum* L.), cultivo hortícola originario de América, es de gran importancia nacional y mundial por su amplia difusión y gran importancia económica, siendo el quinto cultivo hortícola en cuanto a superficie cultivada se refiere y el octavo según la producción total, a nivel mundial (Nuez, 1996 y FAO 1991).

El pimiento es una hortaliza de gran consumo mundial que en los últimos años ha experimentado un incremento considerable en la producción y su nivel de exportación (Amarilis Sigarreta, 1986).

Según Infoagro, 2002, el pimiento es originario de la zona de Bolivia y Perú, donde además de *Capsicum annum* L. se cultivaban al menos otras cuatro especies. Fue traído al Viejo Mundo por Colón en su primer viaje (1493). En el siglo XVI ya se había difundido su cultivo en España, desde donde se distribuyó al resto de Europa y del mundo con la colaboración de los portugueses.

Su introducción en Europa supuso un avance culinario, ya que vino a complementar e incluso sustituir a otro condimento muy empleado como era la pimienta negra (*Piper nigrum* L.), de gran importancia comercial entre Oriente y Occidente.

1.2.2. Importancia

Desde el punto de vista alimentario, el pimiento es rico en vitaminas y minerales, siendo su contenido en vitamina C el más alto de todas las especies hortícolas. Su sabor picante se debe al contenido del alcaloide capsicina (Guenkov, 1974).

1.2.3. Propiedades nutritivas

Según Moreno 1995 la composición química de la parte comestible (100G) es la siguiente:

Agua	93,70
Proteínas	0,90
Grasas	0,10
Carbohidratos	4,90
Fibra	1,00
Cenizas	0,40
Otros componentes (mg)	
Fosforo	24,90
Hierro	0,60
Vitamina A	200 UI
Tiamina	0,94
Riboflavina	10,04
Niacina	0,70
Acido ascórbico	150
Calorías	23

Según el Manual Agropecuario (2002), el principal componente del pimiento es al agua, seguido de los hidratos de carbono, lo que hace que sea una hortaliza con un bajo aporte calórico. Es una buena fuente de fibra y, al igual que el resto de verduras, su contenido proteico es muy bajo y apenas aporta grasas.

En cuanto a su contenido en vitaminas, los pimientos son muy ricos en vitamina C, sobre todo los de color rojo. De hecho, llegan a contener más del doble de la que se encuentra en frutas como la naranja o las fresas.

Son buena fuente de carotenos, entre los que se encuentra la capsantina, pigmento con propiedades antioxidantes que aporta el característico color rojo a algunos pimientos.

También es destacable su contenido de provitamina A (Beta caroteno y criptoxantina) que el organismo transforma en vitamina A conforme lo necesita, folatos y de vitamina E. En menor cantidad están presentes otras vitaminas del grupo B como la B6, B3, B2 y B1. Su contenido en las citadas vitaminas C y E, junto con los carotenos, convierten al pimiento en una importante fuente de antioxidantes, sustancias que cuidan de nuestra salud.

La vitamina C, además de ser un potente antioxidante, interviene en la formación de colágeno, glóbulos rojos, huesos y dientes, al tiempo que favorece la absorción del hierro de los alimentos y aumenta la resistencia frente a las infecciones.

La vitamina A es esencial para la visión, el buen estado de la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y para el buen funcionamiento del sistema inmunológico.

Los folatos intervienen en la producción de glóbulos rojos y blancos, en la síntesis de material genético y en la formación de anticuerpos del sistema inmunológico.

Entre los minerales, cabe destacar la presencia de potasio. En menor proporción están presentes el magnesio, el fósforo y el calcio. El calcio de los pimientos no se asimila apenas en relación con los lácteos u otros alimentos que se consideran muy buena fuente de este mineral.

El potasio es necesario para la transmisión del impulso nervioso, la actividad muscular y regula el balance de agua dentro y fuera de la célula.

El magnesio se relaciona con el funcionamiento del intestino, nervios y músculos, forma parte de huesos y dientes, mejora la inmunidad y posee un suave efecto laxante.

El fósforo juega un papel importante en la formación de huesos y dientes, al igual que el magnesio y el calcio.

1.2.4. Botánica

El pimiento pertenece a la familia botánica de las Solanáceas. Debido a su gran variabilidad genética, se presentan diversas posturas en cuanto a su denominación botánica. La mayoría de autores coinciden en denominar *Capsicum annum* a la especie que engloba a todas las variedades cultivadas.

El género *Capsicum* (Solanaceae) es originario del continente americano y comprende alrededor de 25 especies, de las cuales cinco son cultivadas (Smith, 1966). En hallazgos arqueológicos se han encontrado bayas de *C. annum* que datan de 7.000 años AC en las cavernas de Tamaulipas y Tehuacán (México) y de *C. baccatum*

de 2500 años AC en Huaca Prieta (Perú) (Brucher, 1989). Lippert et al. (1966), identifican a México como centro de origen del *C. annum* y a Guatemala como centro secundario. *C. frutescens* provendría de América tropical y subtropical y habría sido domesticada en América Central. Para otras especies cultivadas y silvestres se señala como centro de origen a Centro y Sudamérica, especialmente para *C. chinense*, *C. pendulum* y *C. pubescens*. De acuerdo con Smith (1966) el centro de origen del género sería el borde oriental de los Andes peruanos y bolivianos.

Los indígenas americanos preferían especies silvestres de frutos picantes, empleándolas como condimentos y como remedio estimulante. Las civilizaciones del Altiplano las consumían por su acción benéfica sobre la circulación de la sangre a grandes altitudes; y en la región del Amazonas eran usadas por indígenas jóvenes durante un ritual como prueba de virilidad (Brucher, 1989).

Los *Capsicum* fueron introducidos en Europa por Colón en 1493. El cultivo se extendió desde el Mediterráneo hasta Inglaterra en 1548 y en el mismo siglo llegó a Europa Central. Los portugueses llevaron el género a la India desde Brasil en 1585 y el cultivo ya se realizaba en China a fines del siglo XVIII (Boswell, 1949). Las especies de *Capsicum* fueron asimiladas rápidamente por culturas de Africa, Asia y Europa.

Al menos cinco de sus especies son cultivadas en mayor o menor grado pero, en el ámbito mundial, casi la totalidad de la producción de ají y pimiento está dada por una sola especie, *Capsicum annum* L.

1.2.5. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica del pimiento según Gil Ortega (1991) es la siguiente:

División: Spermatophyta

Línea XIV: Angiospermae

Clase A: Dicotyledoneae

Rama 2: Malvales- Tubiflorae

Orden XXI: Solanales (Personatae)

Familia: Solanaceae

Género: Capsicum

Especie: annum

1.2.6. Descripción general

La descripción general, que se enunciará a continuación, corresponde básicamente a los tipos más frecuentes de *Capsicum annum* .

Alsina (1972), manifiesta que el pimiento posee tallos rectos y ramificados, hojas lanceoladas, flores blancas, frutos de varias formas y de envoltura carnosa, de coloración verde, al principio, y luego, rojo, amarillo o violeta, según las variedades.

1.2.7. Tallos

El pimiento se cultiva como una planta herbácea anual. Su aspecto es glabro, de tallos erguidos, con altura y forma de desarrollo muy variables en función del cultivar, como así también de las condiciones ambientales y del manejo. El tallo principal es

de crecimiento limitado y erecto. A partir de cierta altura (“cruz”) emite 2 o 3 ramificaciones (dependiendo de la variedad) y continúa ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo (los tallos secundarios se bifurcan después de brotar varias hojas, y así sucesivamente) (Anónimo, 2003).

Nuez Viñals (1996) señala que el pimiento tiene un crecimiento simpodial, siendo cada conjunto completo de hojas y flores que se forman una unidad simpodial.

Enciclopedia Agropecuaria Terranova (1995) manifiesta que es una planta herbácea de tallos erectos y ramificados, de diversa altura, entre 50 cm y 1 m, según la variedad, y que puede ser mayor en los cultivos forzados. La raíz es pivotante con numerosas raíces adventicias. Las hojas son ovales, lanceoladas, alargadas y acuminadas, enteras, lampiñas, verdinegras, de bordes enteros y ondulados y de pecíolo corto. En general las flores son solitarias, raras veces agrupadas en número de dos o tres y están provistas de un pedúnculo torcido hacia abajo.

1.2.8. Hojas

Las hojas enteras, con un largo pecíolo o casi sésiles, tienen una forma entre lanceolada y ovalada, con el borde entero o muy ligeramente situado en la base. Es de color verde claro u oscuro y en ocasiones de color violáceo. De una planta a otra se encuentran variaciones en las dimensiones y el número de hojas, así la superficie de la hoja del pimiento para pimentón es normalmente menor que la de los pimientos de fruto grande, (FAO, 1991).

Las hojas se caracterizan por ser enteras, lampiñas y lanceoladas, con un ápice muy pronunciado (acuminado) y un pecíolo largo y poco aparente. El haz es glabro (liso y suave al tacto) y de color verde más o menos intenso (dependiendo de la variedad) y

brillante. El nervio principal parte de la base de la hoja como una prolongación del pecíolo, del mismo modo que las nerviaciones secundarias que son pronunciadas y llegan casi al borde de la hoja (Nuez Viñals, 1996).

La inserción de las hojas en el tallo tiene lugar de forma alterna y su tamaño es variable en función de la variedad, existiendo cierta correlación entre el tamaño de la hoja adulta y el peso medio del fruto (Anónimo, 2003).

1.2.9. Flores

Nuez Viñals (1996) enuncia que las flores del pimiento son hermafroditas, es decir, una misma flor produce gametos femeninos y masculinos, suelen nacer solitarias en cada nudo y con el pedúnculo torcido hacia abajo cuando se produce la antesis.

Algunas veces en el caso de los pimientos picantes pueden aparecer en grupos de 2 ó 3, e incluso en ocasiones excepcionales de más de 5 (variación fasciculada).

El cáliz, de una sola pieza, está formado por 5- 8 sépalos verdes que persisten y se endurecen hasta madurar el fruto. La corola es usualmente blanca lechosa, está formada por 5- 8 pétalos, con la base de los mismos formando un tubo muy corto. El androceo está formado por 5- 8 estambres y el gineceo por 2-4 carpelos.

Están localizadas en los puntos donde se ramifica el tallo o axilas, encontrándose en número de una a cinco por cada ramificación. Generalmente, en las variedades de fruto grande se forma una sola flor por ramificación, y más de una en las de frutos pequeños (Orellana Benavides et al., 2000).

La planta de pimiento es monoica, tiene los dos sexos incorporados en una misma planta, y es autógama, es decir, se autofecunda; aunque puede experimentar hasta un 45% de polinización cruzada).

1.2.10. Fruto

El fruto es una baya hueca, de superficie lisa y brillante, de colores y formas muy variables, con características típicas en cada cultivar. En el interior de la baya discurren 2 ó 4 tabiques incompletos a lo largo de la pared del fruto, uniéndose solamente en la base de la placenta. Maroto Borrego (1995) señala que el color de los frutos, así como cambios del mismo, es debido a la presencia de pigmentos carotenoides y antocianos.

El grosor del pericarpio es una de las características importantes para la valoración de las variedades, de tal modo que el pimiento cultivado para consumo fresco, debe tener un pericarpio carnoso, mientras que el pimiento para pimentón deberá tenerlo bastante fino (FAO, 1991).

El sabor amargo de algunos de sus cultivares se debe a la presencia de un alcaloide llamado capsicina. Guenkov (1974) plantea que la concentración de este alcaloide es mayor en la placenta, menor en la pulpa y casi no se encuentra en las semillas y la piel.

Los frutos de pimiento poseen un elevado contenido vitamínico, principalmente en forma de vitamina C (Maroto Borrego, 1995).

En la región de la placenta se insertan las semillas, aplastadas, normalmente de 4 a 5 mm de diámetro, de color blanco amarillento. Maroto Borrego, (1995). Las semillas

de los cultivares de *Capsicum annum* presentan fenómenos acusados de latencia. (Nuez Viñals, 1996).

1.2.11. Raíz

El sistema radicular es pivotante y profundo (dependiendo de la profundidad y textura del suelo), con numerosas raíces adventicias que horizontalmente pueden alcanzar una longitud comprendida entre 50 cm y 1 m (Nuez Viñals, 1996).

1.2.12. Clasificación agronómica del pimiento

Dada la complejidad taxonómica existente en pimiento, es difícil establecer una clasificación homogénea que agrupe las diferentes variedades. Se enunciará una clasificación, utilizada por Pilatti (1997), que puede no responder correctamente a la clasificación sistemática, pero tiene utilidad desde el punto de vista agronómico.

Gordón (1984), clasifica al pimiento dulce y el picante con el mismo nombre científico *Capsicum annum*. Indica además que, es una especie nativa de la región del Nuevo Mundo. Esta especie, incluye un grupo muy diverso de pimientos con una variación en su longitud de 1 a 30 cm., de color verde al amarillo, cuando no están maduros, y del rojo al amarillo, cuando ya lo están. El único tipo que se excluye de esta clasificación es el pimiento Tabasco; *C. frutescens*.

Se pueden dividir en dos grandes grupos varietales:

-Variedades dulces: Suelen tener frutos de buen tamaño, son las que se cultivan en invernaderos y al aire libre para su consumo fresco y la industria de conserva, también para la preparación de pimentón.

-Variedades con sabor picante: Suelen ser variedades de fruto largo y delgado. Se suelen utilizar para encurtidos. Dentro de este grupo está *C. frutescens* con frutos chicos y muy picantes, conocido como "chili".

Dentro de las variedades dulces hay diferentes tipos:

Tipo A: La sección longitudinal es cuadrangular y el largo es similar al ancho.

Tipo B La sección longitudinal es rectangular y el largo es mayor que el ancho.

Tipo C La sección longitudinal es triangular.

1.2.13. Nutrición orgánica.

Salcedo y Barreto (1996) sostienen que las plantas cuentan con dos fuentes de nutrición: el aire y el suelo. Del primero extraen el oxígeno y gas carbónico: del segundo, macro y micronutrientes a partir de los minerales y la materia orgánica, la misma que está constituida por desechos de animales y residuos vegetales. Una porción de materia orgánica se mineraliza y otra se transforma, al biodegradarse, en sustancias amorfas y de alto grado de polimerización que constituye lo que se denomina el humus, definiéndose como la resultante de todos los procesos químicos y bioquímicos de degradación de la materia orgánica; Según Rendón (1971), el pimiento requiere de temperaturas cálidas para un buen desarrollo, considera que la temperatura óptima va desde 21 a 30°C; indica, además que es un cultivo que prospera

en suelos arenosos hasta arcillosos, siendo muy sensible a suelos ácidos, requiriéndose que los suelos tengan un pH entre 5,5 y 7.

Padilla (1996) indica que el hombre y los animales necesitan nutrirse básicamente de materia orgánica para satisfacer todas sus funciones vitales. Los vegetales, en cambio, puede crecer y reproducirse prescindiendo de ésta, aunque producen mejor cuando la materia orgánica está presente en el suelo.

Restrepo (1996) indica que el ‘Bokashi’ es abono orgánico fermentado, fabricados con ingredientes que constituyen una fuente microbiológica. Este tipo de abono orgánico está formado por una diversidad de elementos tales como: Gallinaza de aves ponedoras. Carbón quebrado, pulidura de arroz (polvillo), Carbonato de calcio o cal agrícola, melaza de caña de azúcar, levadura de pan granulada, tierra común seleccionada y agua. La preparación requiere de habilidad y destreza para lograr una mezcla homogénea, la cual es puesta a fermentar, una vez completada la etapa final de la fermentación, el abono logra su estabilidad y esta listo para ser usado con gran éxito en los cultivos especialmente hortícola.

Waksman (2000), sostiene que el humus es un “agregado complejo” de sustancias amorfas de color oscuro o marrón, que han sido originados por microorganismos durante la descomposición de residuos vegetales y animales, bajo condiciones aerobias o anaerobias, generalmente en suelos, compostados, turberas y cuerpos de agua”.

1.2.14. Requerimientos agroecológicos.

Según el manual agropecuario (2002) el pimiento crece bien en climas cálidos y medios, entre 21 grados c y 31 grados c, hasta altitudes de 1.200 msnm.

La revista en línea Infoagro, informa los siguientes requerimientos agroecológicos:

1.2.14.1. Luz

El pimiento necesita mucha luz por lo que debe ser plantado a pleno sol.

1.2.14.2. Temperaturas

No soporta las heladas. Es una planta que exige un clima cálido o templado. La temperatura mínima para germinar y crecer es de 15°C y para florecer y fructificar mínimo 18°C. Las temperaturas óptimas oscilan entre 20 y 26°C.

En cuanto al efecto del factor hídrico, Ibar y Juscafresa (1987) indican que el pimiento es muy sensible a las condiciones de baja humedad relativa del aire y alta temperatura, provocando una excesiva transpiración que se manifiesta en la caída de flores y frutos, en referencia a la humedad relativa del aire, el óptimo se encuentra entre el 50 y 70 %.

Para la germinación de semillas de pimiento, Cavero et al. (1995) y Zapata et al. (1992), manifiestan que el requerimiento térmico óptimo fluctúa en el rango de los 20 y 30°C, no produciéndose germinación a los 35°C.

La tasa de elongación del tallo resulta fuertemente influenciada por la temperatura y la termoperiodicidad. Ibar et al. (1987) y Nuez et al. (1996).

A partir de la producción de la sexta a la octava hoja, la tasa de crecimiento del sistema radicular se reduce gradualmente; en cambio la del follaje y de los tallos se incrementa, las hojas alcanzan el máximo tamaño, el tallo principal se bifurca y a medida que la planta crece, ambos tallos se ramifican (Orellana Benavides et al., 2000).

Las temperaturas inferiores a 15°C inhiben el crecimiento vegetativo, siendo las temperaturas óptimas durante el día entre 20 – 25°C y las nocturnas entre 16 – 18°C, con un diferencial térmico día – noche entre 5 – 8 °C (Pilatti et al., 1991).

Una característica importante de esta especie, radica en su elevada sensibilidad a las bajas temperaturas (Gil Ortega, 1991), manifestando la detención del crecimiento a los 10°C (Pilatti et al, 1991, Maroto Borrego, 1995 y Pilatti 1997), lo que provoca efectos negativos en su productividad.

La ocurrencia de bajas temperaturas afecta severamente el Índice de Área Foliar (IAF), índice que resulta fuertemente definido por el número de hojas verdes/m², afectando severamente la acumulación de la biomasa aérea total (Romero et al., 1998). Asimismo, las bajas temperaturas producen la reducción en la longitud y peso seco del brote del pimiento, como así también en el número de hojas; y la raíz, manifiesta un aumento en el número brotes axilares, según Mercado et al. (1997).

Al iniciar la etapa de floración, el pimiento produce abundantes flores terminales en la mayoría de las ramas, aunque debido al tipo de ramificación de la planta, parece que fueran producidas de a pares en las axilas de las hojas superiores. Bajo

condiciones óptimas, la mayoría de las primeras flores produce fruto, luego ocurre un período durante el cual se produce un gran aborto de flores. A medida que los frutos crecen, se inhibe el crecimiento vegetativo y la producción de nuevas flores (Orellana Benavides et al., 2000).

En cuanto a los requerimientos térmicos necesarios en la etapa de desarrollo, Thompson y Kelly (1957), citados por Nuez Viñals (1996) enuncian que las temperaturas inferiores a 15 °C retrasan o bloquean el desarrollo, siendo las temperaturas diurnas óptimas entre 23-25 °C y las nocturnas entre 18-20 °C, con un diferencial térmico día/noche entre 5-8 °C.

Estas afirmaciones de Nuez Viñals (1996), se contradicen con sus aseveraciones en referencia a que el factor exógeno más importante para la diferenciación floral es la temperatura, especialmente la nocturna, comprobándose que temperaturas nocturnas entre 6 a 12°C, durante 2 a 4 semanas, favorece la formación de gran número de flores.

Por otra parte, el cuajado de flores se desarrolla a una temperatura óptima de 25°C, siendo la mínima de 18°C y la máxima de 35°C (Ibar y Juscafresa, 1987, Nuez Viñals, 1996).

Rylski y Halevy (1974) citados por Nuez Viñals, (1996) señalan que las plantas cultivadas con bajas temperaturas nocturnas (8-10 °C) muestran un cuajado de frutos superior que las cultivadas con temperaturas nocturnas más altas (18-20 °C). Estas afirmaciones producen una nueva contradicción con lo señalado en el párrafo anterior por el mismo autor.

Las altas temperaturas, especialmente asociadas a humedad relativa baja, conducen a la caída de flores y de frutos recién cuajados. Cuando el fruto ya está en una fase avanzada de desarrollo resulta más insensible a estos efectos. (Nuez Viñals, 1996).

Como contrapartida a esto, Cochran (1936) concluye que la temperatura es el factor ambiental más importante en la floración y fructificación del pimiento. Cuando la planta es afectada por temperaturas inferiores a 10°C, se produce una importante caída de flores.

La coincidencia de bajas temperaturas durante el desarrollo del botón floral (entre 15 y 10 °C) da lugar a la formación de flores con alguna de las siguientes anomalías: pétalos curvados y sin desarrollar, formación de múltiples ovarios que pueden evolucionar a frutos distribuidos alrededor del principal, acortamiento de estambres y de pistilo, engrosamiento de ovario y pistilo, fusión de anteras, etc. (Anónimo 3).

La inducción a la floración en plantas de pimiento no es afectada por el fotoperíodo, produciéndose principalmente por acumulación de temperaturas superiores a la temperatura base del cultivo y luego de que la planta ha producido entre 8 y 12 hojas según la variedad o híbrido (Pilatti et al., 1991).

En pimiento, el porcentaje de cuajado puede ser muy bajo. Un ejemplo palpable de esto fue lo observado por Quagliotti (1979) en el pimiento Corno di Bue Giallo que presentó un cuajado de sólo 8,1%, mientras que el híbrido Lamuyo cuajó entre 20 y 25% (Breuils y Pochard, 1975).

Sánchez Donaires et al. (1999), señala que el cultivo de pimiento sufre serias mermas en la producción de granos de polen debido a la ocurrencia de temperaturas

subóptimas (5-7°C). La ocurrencia de bajas temperaturas reduce el porcentaje normal de viabilidad de los granos de polen (20- 25%) necesarios para un cuajado normal.

Coincidentemente con lo anteriormente señalado, Anónimo 3 (2003), manifiesta que las bajas temperaturas también inducen la formación de frutos de menor tamaño, que pueden presentar deformaciones, reducen la viabilidad del polen y favorecen la formación de frutos partenocárpicos.

Las bajas temperaturas, además de favorecer el aborto de flores y frutos, también disminuyen el ritmo de producción y crecimiento de estos órganos, según Mercado et al. (1997).

Las altas temperaturas, especialmente cuando están asociadas a condiciones de humedad atmosférica baja, inducen la caída de flores y frutos recién cuajados. Cuando el fruto ya está en una fase avanzada de desarrollo resulta menos sensible a estos efectos (Gil Ortega et al, 1991). Por otra parte, Erickson, (2002) manifiesta que las altas temperaturas, es decir 33°C o más durante más de 120 horas, afectan la formación y desarrollo de frutos de pimientos.

Las diferencias determinadas en la duración e intensidad de las bajas temperaturas, provocan modificaciones en la relación fuente - destino del cultivo, explicando en gran medida, la reducción de materia seca vegetativa y reproductiva (Rodríguez Rey et al., 1998).

Las temperaturas óptimas para crear un buen equilibrio entre el crecimiento vegetativo y la fructificación están entre 22-23°C por el día y 18-19°C por la noche, debiendo oscilar entre 15 y 20°C la temperatura del suelo (FAO, 1991).

Nuez Viñals, (1996) señala que la temperatura tiene un rol importante en la maduración de frutos de pimiento, siendo necesarias temperaturas ambiente entre 15 y 35°C.

1.2.14.3. Humedad ambiental

La humedad relativa del aire óptima oscila entre el 50-70 %. Si la humedad es más elevada, origina el desarrollo de enfermedades en las partes aéreas de la planta, y dificulta la fecundación y si la humedad es demasiado baja, durante el verano, con temperaturas altas, se produce la caída de flores y frutos recién cuajados.

1.2.14.4. Suelo

Por su raíz pivotante, que llega hasta los 70 cm. de profundidad, el pimiento requiere suelos profundos, bien drenados y aireados para poder penetrar fácilmente en el terreno, los necesita de consistencia media, areno- limosos, ricos en humus, no siendo convenientes los suelos demasiados compactos y arcillosos. Ibar y Juscafresa (1987) y Zapata et al. (1992) manifiestan que el pH óptimo para este cultivo oscila entre 6.5 y 7, pero en suelos arenosos puede vegetar bien con un pH entre 7 – 8. Es una planta que exige más del 2% de materia orgánica en el suelo y es sensible a la salinidad, ya que en suelos salinos, la planta se desarrolla poco y los frutos son pequeños que su tamaño.

En cuanto al contenido hídrico del suelo, estos autores señalan que es un cultivo muy sensible a la sequía, por lo que el suelo debe mantenerse siempre húmedo, pero sin el exceso que pueda provocar asfixia o podredumbre apical de frutos; los pimientos dulces son más sensibles a la sequía que los picantes.

Este cultivo para completar su ciclo de cultivo, requiere de 600 a 1200 mm de agua, bien distribuidos durante el período vegetativo. Lluvias intensas, durante la floración, ocasionan la caída de flor por el golpe del agua y mal desarrollo de frutos, y durante el período de maduración ocasiona daños físicos que inducen a la pudrición de éstos (Orellana Benavides et al., 2000).

1.2.15. Siembra

Se siembra en semillero a cubierto, en febrero-marzo, a una profundidad de 2-3 mm. Es recomendable hacerlo en bandejas de alvéolos. Germinan entre 8 y 20 días después.

Puede realizarse directamente o por trasplante. En el primer caso se recomienda sembrar 50 semillas/m² y ralea a los 10 días después de germinación.

1.2.16. Plantación

A los dos meses de la siembra, cuando las plantitas tienen más de 15 cm. de altura, con 5 ó 6 hojas, se las planta en el campo, separadas unos 40-50 cm. entre plantas y de 60-70 cm entre líneas.

Antes se debe arar la tierra para airearla y aportar 3 kilos/m² de compost, estiércol o humus de lombriz.

Tras el trasplante, se puede hacer una poda de la yema central, con el fin de que emitan varias ramas laterales y la planta adquiera un gran volumen.

En invernadero el marco de plantación más frecuentemente empleado es de 1 metro entre líneas y 50 cm. entre plantas, aunque cuando se trata de plantas de porte medio y según el tipo de poda de formación, es posible aumentar la densidad de plantación a 2,5-3 plantas por metro cuadrado.

1.2.17. Rotación

No debe repetirse en el mismo terreno ni tras otras Solanáceas como tomates, berenjenas o patatas porque comparten las mismas enfermedades producidas por hongos del suelo, como la "Tristeza del pimiento".

1.2.18. Abonado

Con el aporte inicial de estiércol o compost es suficiente, pero si el suelo es pobre o se busca un mayor rendimiento, es posible añadir 40 gramos por planta de fertilizante 15-15-15, repartiendo en 2 aplicaciones de 20 gramos cada una durante el ciclo del cultivo.

1.2.19. Escardas

Son necesarias las escardas para eliminar las malas hierbas, acompañadas de recalces sucesivos, cubriendo con tierra parte del tronco de la planta.

El aporcado o recalce es necesario para reforzar la base, y favorecer el desarrollo del sistema radicular.

1.2.20. Riego

Moderado y constante en todas las fases del cultivo, a pesar de que aguantan bien una falta puntual de agua.

El riego por goteo resulta ideal. Por aspersion, no, porque mojando las hojas y frutos se favorece el desarrollo de hongos.

1.2.21. Entutorado

En cuanto las plantas han alcanzado un cierto grado de desarrollo, es necesario ponerles tutores, para evitar, tanto que se tumben, como que se rompan los tallos, muy quebradizas en los nudos, debido al peso de los frutos. Se pueden usar cañas.

En invernaderos se disponen hilos de rafia horizontalmente y otros verticales que son por donde se va liando la planta conforme van creciendo y así alcanzar 2 m. o más de altura.

1.2.22. Poda

La poda en el pimiento se hace para delimitar el número de tallos con los que se desarrollará la planta (normalmente 2 ó 3).

El esquema es: un tallo principal erecto a partir de cierta altura ("cruz") émite 2 o 3 ramificaciones (dependiendo de la variedad) y continua ramificándose hasta el final de su ciclo (los tallos secundarios se bifurcan después de brotar varias hojas, y así sucesivamente).

Una vez que las plantas se ramifican, se poda para dejar 2 ó 3 ramas principales, quitando también las hojas y brotes que queden por debajo de la cruz.

Se irá efectuando también la eliminación de las hojas que empiecen a secarse, o de aquéllas que presenten algún síntoma de enfermedad. Al final del ciclo productivo, se puede hacer un despuntado de las plantas, y aclareo de hojas, para facilitar la maduración de los frutos que quedan.

1.2.23. Recolección

Una sola planta puede producir de 12 a 15 frutos durante la temporada de cosecha, de junio a septiembre, lo que equivale a 1,5-2 kg/m². No son necesarias muchas plantas para cubrir las necesidades familiares.

La época de recolección dependerá de la variedad, siembra y clima. Va desde finales de junio hasta octubre-noviembre. Las precoces estarán listas en 50-60 días después de los trasplantes y las tardías requieren 3 meses.

Pueden recolectarse en verde, cuando ya han alcanzado el desarrollo propio de la variedad, justo antes de que empiecen a madurar. Si se quieren coger maduros, y son para el consumo inmediato, o para conservarlos asados, se cosechan nada más hayan tomado color, pero si se van a destinar para condimento (pimientos secos), deben dejarse madurar completamente, conservándolos luego colgados en un lugar seco.

Si se recogen los pimientos cuando todavía están algo verdes, la planta tenderá a desarrollar otros en su lugar, con lo que la cosecha aumentará.

Los frutos se cortan con tijeras con el rabillo de 2 ó 3 cm.

Se estropean relativamente rápido. En fresco se conservan de 20-30 días a 0°C.

1.2.24. Producción de semillas

El pimiento es una planta hermafrodita, de ciclo anual. Para recolectar la semilla se dejarán los frutos de plantas sanas y fuertes hasta su total maduración. Una vez extraídas las semillas, y bien limpias, se extenderán hasta que queden secas y se guarden. La duración de su poder germinativo es de 3 a 4 años.

1.3. Abonos

Según Wikipedia (2010), abono es cualquier sustancia orgánica o inorgánica que mejora la calidad del sustrato a nivel nutricional para las plantas arraigadas en éste.

Los abonos han sido utilizados desde la Antigüedad, cuando se añadían al suelo, de manera empírica, los fosfatos de los huesos (calcinados o no), el nitrógeno de las deyecciones animales y humanas o el potasio de las cenizas.

1.3.1. Papel de los abonos

Arroyave A, José y Bravo B, Juan, 1983 indican que para cumplir el proceso de su vida vegetativa, las plantas tienen necesidad de agua, de más de veinte elementos nutritivos que encuentran bajo forma mineral en el suelo, de dióxido de carbono (CO₂) aportado por el aire, y de energía solar necesaria para la síntesis clorofílica.

Estos autores manifiestan que los abonos aportan:

- Elementos de base, nitrógeno (Símbolo químico N), fósforo (P), potasio (K); se habla de abonos de tipo NPK si los tres están asociados juntos. Si no se habla igualmente de N, NP, NK, PK;
- Elementos secundarios, calcio (Ca), azufre (S), magnesio (Mg),
- Oligoelementos tales como el hierro (Fe), el manganeso (Mn), el molibdeno (Mo), el cobre (Cu), el boro (B), el zinc (Zn), el cloro (Cl), el sodio (Na), el cobalto (Co), el vanadio (V) y el silicio (Si).

Estos elementos secundarios se encuentran habitualmente en cantidad suficiente en el suelo, y son añadidos únicamente en caso de carencia.

CEDECO, 1996 indica que las plantas tienen necesidad de cantidades relativamente importantes de los elementos de base. El nitrógeno, el fósforo y el potasio son pues los elementos que es preciso añadir más corrientemente al suelo.

- El nitrógeno contribuye al desarrollo vegetativo de todas las partes aéreas de la planta. Es muy necesario en primavera al comienzo de la vegetación, pero es preciso distribuirlo sin exceso pues iría en detrimento del desarrollo de las flores, de los frutos o de los bulbos.
- El fósforo refuerza la resistencia de las plantas y contribuye al desarrollo radicular. El fósforo se encuentra en el polvo de los huesos.
- El potasio contribuye a favorecer la floración y el desarrollo de los frutos. El potasio se encuentra en la ceniza de madera.

NPK constituyen la base de la mayor parte de los abonos vendidos en nuestros días. El nitrógeno es el más importante entre ellos, y el más controvertido dada la fuerte solubilidad en el agua de los nitratos.

1.3.2. Abonos orgánicos

Restrepo, J. 1996, indica que son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para abonos en verde (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno).

Pizarro, F. y Veitimilla, M. 2008, menciona que la elaboración y manejo de los abonos orgánicos actualmente se presenta en el mundo una tendencia a la producción y consumo de productos alimenticios obtenidos de manera "limpia", es decir, sin el uso de insecticidas, biácidas, fertilizantes sintéticos, etc.

Rodríguez Hesse, M. 1994, indica que la elaboración del abono tipo Bocashi se basa en procesos de descomposición aeróbica de los residuos orgánicos y temperaturas controladas orgánicos a través de poblaciones de microorganismos existentes en los propios residuos, que en condiciones favorables producen un material parcialmente estable de lenta descomposición.

Torres, C. et. al, 2002, definen a los abonos orgánicos como fertilizantes de origen natural y de los que depende el quehacer de la agricultura orgánica.

Los abonos orgánicos son generalmente de origen animal o vegetal. Pueden ser también de síntesis (urea por ejemplo). Los primeros son típicamente desechos industriales tales como desechos de matadero (sangre desecada, cuerno tostado,) desechos de pescado, lodos de depuración de aguas. Son interesantes por su aporte de nitrógeno de descomposición relativamente lenta, y por su acción favorecedora de la

multiplicación rápida de la microflora del suelo, pero enriquecen poco el suelo de humus estable.

Los segundos pueden ser desechos vegetales (residuos verdes), compostados o no. Su composición química depende del vegetal de que proceda y de las circunstancias del momento. Además de sustancia orgánica contiene gran cantidad de elementos como nitrógeno, fósforo y calcio, así como un alto porcentaje de oligoelementos. También puede utilizarse el purín pero su preparación adecuada es costosa.

El principio de los abonos verdes retoma la práctica ancestral que consiste en enterrar las malas hierbas. Se realiza sobre un cultivo intercalado, que es enterrado en el mismo lugar.

Cuando se trata de leguminosas tales como la alfalfa o el trébol, se obtiene además un enriquecimiento del suelo en nitrógeno asimilable pues su sistema radicular asocia las bacterias del tipo *Rhizobium*, capaces de fijar el nitrógeno atmosférico. Para hacer esta técnica más eficaz se siembran las semillas con la bacteria.

Tineo, A. 1994, manifiesta que la lombriz de tierra es uno de los muchos animales valiosos que ayudan al hombre en la explotación agropecuaria, ellas realizan una de las labores más beneficiosas, consumen los residuos vegetales y estiércoles para luego excretarlos en forma de humus, abono orgánico de excelentes propiedades para el mejoramiento de la fertilidad de los suelos. Al mismo tiempo se reproducen convirtiéndose profusamente en condiciones favorables en una fuente de proteína animal, para su uso como harina o como alimento fresco de animales.

La lombricultura, conocida como la crianza y manejo de las lombrices de tierra, tiene básicamente la finalidad de obtener dos productos de gran importancia para el hombre.

Según nos indica la revista Infoagro (www.infoagro.com), la lombricultura es un negocio en expansión, y en un futuro será el medio más rápido y eficiente para la recuperación de suelos de las zonas rurales, es una biotecnología que utiliza, a una especie domesticada de lombriz, como una herramienta de trabajo, recicla todo tipo de materia orgánica obteniendo como fruto de este trabajo humus, carne y harina de lombriz, es una interesante actividad zootécnica, que permite perfeccionar todos los sistemas de producción agrícola.

1.3.3. Importancia de los abonos orgánicos.

La revista digital Infoagro, 2010, explica que la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos.

No podemos olvidarnos la importancia que tiene mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental.

Con estos abonos, aumentamos la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos, los cuales aportaremos posteriormente con los abonos minerales o inorgánicos.

Existen incluso empresas que están buscando en distintos ecosistemas naturales de todas las partes del mundo, sobre todo tropicales, distintas plantas, extractos de algas, etc., que desarrollan en las diferentes plantas, distintos sistemas que les permiten crecer y protegerse de enfermedades y plagas.

De esta forma, en distintas fábricas y en entornos totalmente naturales, se reproducen aquellas plantas que se ven más interesantes mediante técnicas de biotecnología.

En estos centros se producen distintas sustancias vegetales, para producir abonos orgánicos y sustancias naturales, que se están aplicando en la nueva agricultura. Para ello y en diversos laboratorios, se extraen aquellas sustancias más interesantes, para fortalecer las diferentes plantas que se cultivan bajo invernadero, pero también se pueden emplear en plantas ornamentales, frutales, etc.

1.3.4. Propiedades de los abonos orgánicos.

Chungata, L. s.f explica que los abonos orgánicos tienen unas propiedades, que ejercen unos determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de este. Básicamente, actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades:

1.3.4.1. Propiedades físicas.

- El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes.
- El abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.
- Mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste.
- Disminuyen la erosión del suelo, tanto de agua como de viento.
- Aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega, y retienen durante mucho tiempo, el agua en el suelo durante el verano.

1.3.4.2. Propiedades químicas.

- Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste.
- Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumentamos la fertilidad.

1.3.4.3. Propiedades biológicas.

- Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios.
- Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente.

1.3.5. Tipos de abonos orgánicos.

1.3.5.1. Gallinaza

La gallinaza es una fuente económica de nitrógeno. Se considera que proporciona materia orgánica que no se obtiene en los fertilizantes químicos, capaz de aumentar la capacidad de retención de agua, disminuyendo la erosión hídrica, mejorando la aireación del suelo y teniendo un efecto beneficioso sobre los microorganismos. (Esminger, 1979).

Es una valiosa fuente de nitrógeno, fósforo y en menor grado, potasio, que proporciona a los vegetales, además contiene materia orgánica, calcio, y oligoelementos como boro, manganeso, cobre, zinc. (Portsmouth, 1974).

CEDECO (1996) indica que la gallinaza es la principal fuente de nitrógeno en la fabricación de los abonos fermentados. Su principal aporte consiste en mejorar las características de la fertilidad del suelo con algunos nutrientes, principalmente con fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro. Dependiendo de su origen, puede aportar otros materiales orgánicos en mayor o menor cantidad, los cuales mejoran las condiciones físicas del suelo.

Esta misma corporación considera que la mejor gallinaza es la que proviene de la cría de gallinas ponedoras bajo techo, con piso cubierto y recomienda evitar el uso de gallinaza que se origine de la cría de pollos de engorde debido a la presencia de residuos de coccidiostáticos y antibióticos, que interfieren en el proceso de fermentación de los abonos. Indica también que algunos agricultores vienen experimentando con éxito la utilización de estiércoles de conejos, caballos, ovejas, cabras, cerdos, vacas y patos, etc.

Osejo (2001) manifiesta que la gallinaza es un apreciado fertilizante orgánico relativamente concentrado y de rápida acción que contiene todos los nutrientes básicos indispensables para las plantas, pero en mucha mayor cantidad. Este abono orgánico se diferencia de todos los estiércoles por su alto contenido de nutrientes.

Esminger, (1979) considera que la gallinaza es una fuente económica de nitrógeno. Además que proporciona materia orgánica que no se obtiene en los fertilizantes químicos, capaz de aumentar la capacidad de retención de agua, disminuyendo la erosión hídrica, mejorando la aireación del suelo y teniendo un efecto beneficioso sobre los microorganismos.

Portsmouth (1974) indica que lo más importante de la gallinaza es un contenido de materia orgánica que los suelos necesitan y pueden aprovechar. Es una valiosa fuente de nitrógeno, fósforo y en menor grado potasio que proporciona a los vegetales, además contiene materia orgánica, calcio y oligoelementos como boro, manganeso, cobre, zinc.

1.3.5.2. Estiércol bovino

(Microsoft ® Encarta ® 2006. © 1993-2005 Microsoft Corporation.) Manifiesta que el estiércol comprende desechos vegetales o animales utilizados como fertilizante. Rico en humus (materia orgánica en descomposición), el estiércol libera muchos nutrientes importantes en el suelo. No obstante, es deficiente en tres de ellos: nitrógeno, fósforo y potasio. Un fertilizante comercial contiene unas veinte veces más nitrógeno, fósforo y potasio que el estiércol. Por ello, éste se utiliza a menudo junto con otros fertilizantes. El estiércol contribuye también a aflojar el suelo y retener el agua.

En el estiércol bovino podemos encontrar un 2% de nitrógeno, 1,5% de fósforo y 2% de potasio. Por lo común se estima que el 80% del total de las sustancias nutritivas de los alimentos son excretados por los animales en forma de estiércol.

Chungata (s.f), manifiesta que el estiércol y orinas de los animales se puede recolectar de los establos, picotas y corrales; y que son ricos en micro y macro nutrientes. Esta mezcla debe protegerse del sol y la lluvia, el suelo donde se coloca el estiércol debe ser en lo posible pavimentado para evitar las filtraciones de los purines. Incorporar al momento de la arada, entre 1 a 2 meses antes de la siembra.

El Surco (1996) indica que la composición de los estiércoles depende de la especie, de la edad y de los alimentos que los animales consumen, resultando que el porcentaje de materia seca en el estiércol de ganado vacuno se compone de un 2.0% + 1.5% + 2.0 % de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, respectivamente. Pese al bajo contenido de nutrimentos, es indudable su gran valor biológico y el beneficio que prestan al ser transformados por la acción de los microorganismos, contribuyendo a

favor del suelo en varios aspectos: a) por medio de almacenamiento de nitratos, fosfatos, sulfatos, boratos, molibdatos y cloruros. b) incrementando la capacidad de intercambio de cationes. c) contrarrestando los procesos erosivos del suelo, d) proporcionando alimento a los organismos benéficos como la lombriz de tierra y las bacterias fijadoras de nitrógeno e) reduciendo la formación de costras en el suelo, f) mejorando las condiciones físicas del mismo, aumentando su poder de retención de agua etc.

Usar el estiércol como fertilizante es práctica común desde hace millones de años. Producido en el establecimiento, él prácticamente sale gratis y puede ser agregado al suelo de varias formas: fresco, mezclado con restos vegetales o lo que es mejor mezclado y fermentado.

La calidad del estiércol depende del tipo de animal, de su edad y alimentación.

Animales adultos y bien alimentados producen estiércol más rico en nutrientes. Esto ocurre porque los animales jóvenes aprovechan mejor los alimentos. Como media, el estiércol de los adultos tiene 80% de nitrógeno, fósforo y potasio ingerido y 60% de la materia orgánica original.

El problema es que, si estuviera fresco, el material puede perder hasta un 50% de nitrógeno bajo la forma de amoníaco (NH_4) antes de ser llevado al suelo

Por eso una buena sugerión es mezclar el estiércol con paja o restos de cultivos, esto reduce la pérdida de amoníaco. También reducen esas pérdidas acciones simples como humedecerlo y cubrirlo con una fina camada de tierra arcillosa.

Otras recomendaciones de manejo son:

1. Dividir el estiércol en pequeñas porciones, lo que facilita la fermentación.
2. Para evitar la acción del sol, del viento y de las lluvias, colocar sobre ellas capas de hojas o de plantas, o una lona plástica o bolsas vacías.
3. Recoger el líquido que se escurre por debajo del montón de estiércol y devolverlo a la pila. Eso impide la pérdida de nutrientes. El método más usado es utilizar un piso impermeable e inclinado que recoge el líquido en un tanque.
4. No agregar de una sola vez todo el estiércol en el suelo. Dividir la dosis en dos o tres partes para poder aprovecharla.

Además de estas sugerencias, es bueno saber que hay varios productos que absorben el amoníaco y que lo transforman en materias útiles al cultivo, pueden ser aplicados en una fina capa sobre el montículo de estiércol. Algunos de ellos son: superfosfato de calcio simple, fosfato supersimple o supertriple y carbonato de amonio mezclado con yeso.

Expuesto al aire libre, el estiércol pierde calidad fácilmente. Para impedir eso, ahora son muy usadas las estercoleras. Se trata de construcciones de material hechas en declive, con piso impermeable y con un tanque de estiércol líquido del lado de afuera. La estercolera puede tener también una bomba que devuelve el jugo de la fermentación a la pila de estiércol. Los principales problemas de la estercolera son el alto costo, la capacidad limitada y la irrigación imperfecta.

Además, como casi siempre hay más estiércol que espacio en la instalación, el material es compactado con el pasar del tiempo, y eso dificulta la fermentación. Por esa razón, los técnicos no recomiendan actualmente a este sistema de almacenar estiércol.

Una manera más racional de guardarlo es construir un establo rústico, conocido como establo profundo, para abrigar a los animales, generalmente vacas lecheras, en la noche.

La idea es dejar que el estiércol se acumule sobre una cama de pasto hasta tener de 1 a 1,5m de altura. Estas camas con el pasar del tiempo quedan elevadas, y cuando el animal tuviera dificultad de entrar en el establo se coloca una plancha que funciona como rampa de entrada.

Son dos las principales desventajas del establo profundo, la primera es la necesidad de dejar el animal expuesto a condiciones poco higiénicas, la otra es el agrietamiento de cascos de los animales, que pueden quedar heridos en regiones con piedras.

El sistema del establo profundo funciona de la misma forma que las camas de animales. Las cantidades recomendadas de vegetales para la cama también van de 6 a 10kg por 1.000 kg de peso vivo en cada capa.

Eso es suficiente para absorber las deyecciones de los animales.

Claro que el agricultor puede arrojar el estiércol fresco en la labor. Pero eso inviabiliza el plantío a corto plazo y puede producir ácidos que matan las plantas más nuevas. Dejar el estiércol amontonado sin preocuparse por él, también es una opción, pero la fermentación lleva más tiempo para completarse y la pérdida de nutrientes es grande.

1.3.5.3. Humus

Liebig (2000), describió el humus como una “sustancia marrón fácilmente soluble en álcalis, pero ligeramente soluble en agua, producido durante la descomposición de materias vegetales por la acción de ácidos o álcalis”. Además indica que el término “humus” se popularizó cuando la química orgánica estaba todavía en su infancia y cuando se creía que todos los compuestos orgánicos e inorgánicos son sustancias de muy sencilla composición química.

Roger (1996), sostiene que el humus es un misterioso alimento para la tierra, y que este engendra su humus apropiado, dando lugar a humus enfermos, ácidos, asfixiados y fosilizados. De entre los diversos humus interesan dos; el humus joven, y el humus estable que es el que queda de la fermentación de las materias vegetales duras, y es más lento en descomponerse.

Padilla (1996), por su parte indica que la descomposición de la materia orgánica es un proceso de digestión provocado por bacterias, hongos y actinomicetos. De este proceso de digestión se obtiene: humus, energía (calor), dióxido de carbono y agua. Los materiales orgánicos resistentes a la descomposición persisten y se acumulan como humus, factor mejorante de las condiciones físicas y químicas del suelo.

Proteca (1992) manifiesta que entre las características principales del humus de lombriz se destacan su alto porcentaje de ácidos húmicos, su elevado contenido de microelementos (hierro, zinc, cobre, magnesio, manganeso, etc) y la enorme carga bacteriana que posee (20.000 millones por gramo), convirtiendo al humus en el cimiento generador del suelo, porque si no hay una acción de micro organismos en la tierra, no hay vida. Sostiene también que ejerce un control benéfico sobre patógenos

responsables de enfermedades radiculares. Como hongos, bacterias y nemátodos, aplicando sobre suelo húmedo una dosis de 1 Kg. de humus por cada 5 m² y no en suelo seco porque se destruye la microflora del humus.

Los países fríos son ricos en humus, porque las condiciones del ambiente (principalmente la baja temperatura), impiden la proliferación exagerada de la bacteria que descomponen ese humus. Mas en los países tropicales como el Brasil, eso no ocurre, los microorganismos descomponen rápidamente la materia orgánica. Por eso, los agricultores de los países tropicales deben saber cómo tratar y como incorporar al suelo la materia orgánica producida en la propiedad, lo que exige cierto conocimiento del proceso de descomposición que ocurre de dos formas: en la presencia o en la ausencia del aire (Aerobia o anaerobiamente).

El primer proceso ocurre en la fermentación al aire libre, de estiércol, de los residuos y de la basura. El segundo es común en los biodigestores y en las turberas.

1.3.6. Abonos minerales

Roger, J, M. 1996 indica que los abonos minerales son sustancias de origen mineral, producidas bien por la industria química, o por la explotación de yacimientos naturales (fosfatos, potasa).

Para este autor, la industria química interviene sobre todo en la producción de abonos nitrogenados, que pasan por la síntesis del amoníaco a partir del nitrógeno del aire. Del amoniaco se derivan la urea y el nitrato. También interviene en la fabricación de abonos complejos. Los abonos compuestos pueden ser simples mezclas, a veces realizadas por los distribuidores (cooperativas o negociantes).

Salcedo, A y Barreto, J.R. 1996 manifiestas que existen muchas variedades de abonos que se denominan según sus componentes. El abono simple sólo contiene un fertilizante principal. El abono compuesto está formado por dos o más nutrientes principales (nitrógeno, fósforo y potasio) pudiendo contener alguno de los cuatro nutrientes secundarios (calcio, magnesio, sodio y azufre) o de los micronutrientes (boro, cobalto, cobre, hierro, manganeso, molibdeno y zinc) esenciales para el crecimiento de las plantas, aunque en pequeñas cantidades si se compara con los nutrientes principales y secundarios. El nombre de los abonos minerales está normalizado, en referencia a sus tres principales componentes: NPK. Los abonos simples pueden ser nitrogenados, fosfatados o potásicos. Los abonos binarios son llamados NP o PK o NK, los ternarios NPK. Estas letras van generalmente seguidas de cifras, representando las proporciones respectivas de los elementos. Los abonos químicos producidos industrialmente contienen una cantidad mínima garantizada de elementos nutritivos, y está indicada en el saco.

Por ejemplo, la fórmula 5-10-5 indica la proporción de nitrógeno (N), de fósforo (P) y de potasio (K) presente en los abonos, siendo 5% de N, 10% de P_2O_5 y 5% de K_2O

- El aporte nitrogenado está presente como nitrógeno N y es aportado en forma de nitrato NO_3 , de amoníaco NH_4 o de urea: Las dificultades de almacenamiento de la forma nitrato incitan a los distribuidores de abonos a dirigirse hacia formas amoniacaes ureicas.
- El fósforo está presente bajo la forma P_2O_5 pero aportado bajo la forma de fosfato de calcio o de amonio.
- El potasio está presente bajo la forma de K_2O pero aportado en forma de cloruro, de nitrato y de sulfato de potasio.

1.3.7. Composición de los abonos

Surco, 1996, señala algunos ejemplos de abonos simples.

- La urea (46% de nitrógeno), el sulfato de amoniacó (SA, 21% de nitrógeno), el amonitro (AN, 33,5% de nitrógeno), el nitrato de cal (CAN/NCA, hasta 27% de nitrógeno).
- El superfosfato simple (SP, 18% de fósforo) o el superfosfato triple (TSP, 46% de fósforo).
- El cloruro de potasio (60% de potasio) sólo contiene potasa (K_2O). El sulfato de potasio (SOP, 50% de K_2O) contiene también 18% de azufre.

Entre los otros abonos corrientes que, entre los elementos nutritivos principales, contienen azufre (S) se pueden citar los abonos simples: sulfato de amoniacó o SA que tiene un 24% de azufre y el SSP que tiene el 12%.

Algunos ejemplos de abonos compuestos.

- El fosfato diamónico contiene a la vez N y P. las fórmulas más corrientes son el 18-46-10 y el 20-20-10.
- El nitrato de potasio contiene a la vez N y K.

1.3.8. Aplicación de los abonos

WIKIPEDIA, 2010, informa que generalmente los abonos son incorporados al suelo, pero pueden ser también aportados por el agua de riego. Una técnica particular, el cultivo hidropónico, permite alimentar las plantas con o sin sustrato. Las raíces se

desarrollan gracias a una solución nutritiva – agua más abonos - que circula en contacto con ellas. La composición y la concentración de la solución nutritiva deben ser constantemente reajustadas.

En ciertos casos, una parte de la fertilización puede ser realizada por vía foliar, en pulverización. En efecto, las hojas son capaces de absorber abonos, si son solubles y la superficie de la hoja permanece húmeda bastante tiempo. Esta absorción queda siempre limitada en cantidad. Son, pues, muchos los oligoelementos que pueden ser aportados así, teniendo en cuenta las pequeñas cantidades necesarias a las plantas.

Los abonos deben ser utilizados con precaución: Generalmente se sugiere.

1. Evitar los excesos, pues fuera de ciertos umbrales los aportes suplementarios no solamente no tiene ningún interés económico, sino que pueden ser tóxicos para las plantas (en particular los oligoelementos), y de dañar el entorno.
2. Controlar sus efectos sobre la acidez del suelo.
3. Tener en cuenta las interacciones posibles entre los elementos químicos

1.3.9. Efectos sobre el entorno y la salud

Collings, G.H, 1959 opina que el uso de los abonos entraña dos tipos de consecuencias que pueden comportar riesgos sanitarios para el hombre y daños a los ecosistemas.

El riesgo sanitario más común es el relativo al consumo en la alimentación de agua con alto contenido en nitratos.

El riesgo medioambiental más citado es el de la contaminación del agua potable o la eutrofización de las aguas, ya que si los abonos, orgánicos o minerales, son difundidos en cantidad excesiva para reponer las necesidades de las plantas y si la capacidad de retención de los suelos no es grande, entonces los elementos solubles llegan a la capa freática por infiltración, o hacia los cursos de agua por arrastre.

Cooks, G.W, 1965 indica que generalmente, las consecuencias de la utilización de los abonos, que pueden comportar riesgos y que son criticadas, son las siguientes:

- Efectos sobre la fertilidad de los suelos, su estructura, el humus y la actividad biológica.
- Efectos sobre la erosión.
- Efectos ligados al ciclo del nitrógeno y a la toxicidad de los nitratos en las aguas potables.
- Efectos ligados a la degradación de los abonos inutilizados, que emiten gases de efecto invernadero a la atmósfera.
- Efectos ligados al ciclo del fósforo.
- Efectos ligados a otros elementos nutritivos (potasio, azufre, magnesio, calcio, oligoelementos).
- Efectos ligados a la presencia de metales pesados (cadmio, arsénico, flúor) o de elementos radiactivos (significativamente presentes en los fosfatos, y en los purines de cerdos por los metales pesados).
- Efectos sobre los parásitos de los cultivos.
- Eutrofización de las aguas dulces y marinas.
- Efectos sobre la calidad de los productos.
- Contaminación emitida por la industria de producción de abonos.

- Utilización de energía no renovable.
- Agotamiento de los recursos minerales.
- Efectos indirectos sobre el entorno, por efecto de la mecanización en la agricultura intensiva.

1.3.10. Consumo mundial de abonos

Domínguez Vivancos, A, 1995, informa que entre 1972 y 1992, la utilización mundial de abonos ha pasado de 73,8 a 132,7 millones de toneladas. En Canadá, la utilización de abonos ha pasado de 1 millón de toneladas en 1960, y cerca de 4 millones de toneladas en 1985, mientras que el porcentaje de tierras que han recibido abonos ha pasado del 16% en 1970 a 50% en 1985

FAO, 1999, reporta que el consumo mundial de abonos se ha elevado a 141,4 millones de toneladas en 1999. Los principales países consumidores son los siguientes (en millones de toneladas):

Consumo de abono	
País	Millones de toneladas
China	55.69
Estados Unidos	19,9
India	18,4
Brasil	5,9
Francia	4,8
Alemania	3,0
Pakistán	2,8
Indonesia	2,7
Canadá	2,6
España	2,3
Australia	2,3
Turquía	2,2
Reino Unido	2,0
Vietnam	1,9
México	1,8

1.3.11. Los tipos de abonos y como usarlos

FAO, 1966 explica que los abonos químicos (inorgánicos) con frecuencia son acusados de todo desde el "envenenamiento" del suelo hasta la producción de comestibles menos sabrosos y menos alimenticios. Desafortunadamente, hay unas alegaciones engañosas que causan mucha confusión.

García, 1970 opina que los abonos químicos suplen sólo alimentos y no tienen ningún efecto beneficioso en la condición física del suelo. Los abonos orgánicos hacen ambas cosas. No obstante, el estiércol y la cobertura de materia vegetal son abonos de fuerzas-bajas; 100 kg del abono químico 10-5-10 contiene la misma cantidad de N-P-K que 2000 kg del estiércol corriente. Los abonos orgánicos tienen que ser aplicados a tasas muy altas (como 20,000-40,000 kg/ha por año) para compensar por el contenido bajo de nutrientes y para suplir suficiente humus para mejorar la condición física del suelo.

Para Garner, 1965, hay evidencia irresistible mostrando que los abonos químicos y los orgánicos funcionan mejor juntos. Un estudio de la Estación de Experimentos Agrónomos (Maryland Agricultural Experiment Station, E.E.U.U.) mostró un aumento en rendimientos del 20-33 por ciento cuando los abonos químicos y la materia orgánica se aplicaron juntos, en comparación a la aplicación doble de cada uno sólo.

Gros, 1971 indica que la mayoría de los pequeños agricultores no tienen acceso a suficiente estiércol u otra materia orgánica para cubrir adecuadamente más que una porción pequeña de su terreno. Cuando los abastecimientos son limitados, no se deben aplicar muy espaciadamente, y con frecuencia son más efectivos sobre cultivos de alto valor (como los vegetales) cultivados intensivamente en campos pequeños.

1.3.11.1. El Abono Orgánico Animal (El Estiércol)

Ignatieff, 1966 opina que el estiércol es una fuente excelente de materia orgánica, pero es relativamente bajo en nutrientes. El valor del abono depende del tipo de animal, la calidad de la dieta, la clase y la cantidad de cobertura usada, y la manera en

que el abono es almacenado, y aplicado. El abono de las aves y de las ovejas normalmente tienen más valor nutritivo que el abono de los caballos, de los cochinos, o de las vacas. El sol y la lluvia constante reducen drásticamente el valor de estos estiércoles animales.

Jacob, 1986 opina que el contenido promedio del abono orgánico es 5.0 kg N, 2.5 kg P_2O_5 , y 5.0 kg K_2O por tonelada métrica (1000 kg), y cantidades variadas de los otros nutrientes. Esto resulta en una fórmula de abonos de 0.5-0.25-0.5. (Vea la sección sobre los abonos químicos para una explicación de la manera de determinar las tasas de abonos si esto le confunde.) pero, sólo el 50 por ciento del N, el 20 por ciento del P, y el 50 por ciento de la K son fácilmente disponibles a las plantas durante los primeros dos meses, porque la mayoría de los nutrientes están en forma orgánica que primero tiene que ser convertida a la forma disponible inorgánica por los microbios del suelo. Esto, sin embargo sí indica que el abono orgánico tiene buen valor residuo.

El estiércol es bajo en fósforo; tiende a tener poco P disponible en relación a los N y K asequibles. Si se usa como el único abono, algunos expertos recomiendan reforzarlo con 25-30 kg de un sólo superfosfato (0-20-0) por cada 1000 kg de abono. Esto también ayuda a reducir la pérdida de N en la forma del amoníaco. A pesar de esto, es más conveniente y más efectivo aplicar el abono químico directamente al suelo en vez de tratar de mezclarlo con el abono orgánico.

1.3.11.1.1. El abono de animales como fuente de los micro-nutrientes:

Cuando el ganado como los cochinos y las gallinas son alimentados con alimentos comerciales de nutrientes balanceados, su abono puede ser una fuente especialmente buena de los micro-nutrientes si es aplicado en una tasa alta. El abono de los animales alimentados sólo de la vegetación local tiene menos contenido de micro-nutrientes.

1.3.11.1.2. Como almacenar el estiércol

Es mejor almacenarlo bajo techo o en un hueco cubierto, pero también se puede almacenar en montones con los lados escarpados para el desagüe y bastante profundidad para reducir las pérdidas por lixiviación causadas por las lluvias.

1.3.11.1.3. Las Pautas para la aplicación del estiércol:

Juscafresa, 1984, aporta algunas pautas para la aplicación del estiércol.

- La época ideal para la aplicación del abono cae entre dos semanas antes de la siembra a pocos días anterior a ella. Si es aplicado mucho antes, parte del nitrógeno se puede perder por medio de la lixiviación. Para evitar "la quemadura" de las semillas y las plantas semilleros, el abono fresco se debe aplicar por lo menos dos semanas antes de la siembra; el abono descompuesto raramente causa este problema.
- El abono que contiene grandes cantidades de paja puede causar una deficiencia temporal de N si no se añade abono de N.

- El estiércol se debe arar, gradar o asar dentro del suelo muy pronto después de la aplicación. Una demora de un solo día puede causar una pérdida de 25 por ciento de N en la forma de gas amoníaco.
- Las tasas de 20,000-40,000 kg/ha son generalmente recomendadas, pero se debe limitar el abono de aves y ovejas a 10,000 kg/ha puesto que es más probable que cause "la quemadura". Esto resulta siendo entre 2-4 kg/metro cuadrado (1 kg/metro cuadrado por el abono de aves y de ovejas).
- Si hay cantidades limitadas de abonos, los agricultores beneficien más usando tasas moderadas sobre un área más grande que una tasa alta en un área reducida.
- El abono también se puede aplicar en tiras o huecos en el centro de la hilera si los agricultores pueden hacer el trabajo adicional. Esta es una buena manera de usar el abono en pocas cantidades. El abono fresco puede quemar las semillas o las plantas semilleros si no es bien mezclado con el suelo.

1.3.11.2. La Materia Orgánica Vegetal (La Cobertura del Suelo)

Igual que el caso del estiércol, grandes cantidades de cobertura orgánica vegetal se necesitan para mejorar la condición física del suelo o suplir cantidades significantes de los nutrimentos. La elaboración de la cobertura requiere mucho trabajo y raras veces es practicable para las áreas más grandes que los huertos pequeños. (Marco, 1984).

1.3.11.3. Otros Abonos Orgánicos

La harina de sangre y la harina de algodón tienen contenidos de N mucho más altos que el estiércol y la cobertura orgánica, además contienen otros nutrimentos. A pesar de esto, son valiosos como alimentos para los animales y tienden a ser muy costosos. La harina de hueso (15-20 por ciento de P_2O_5) suelta el P muy lentamente y también es muy costosa. Las cáscaras del arroz, el algodón y los cacahuets no tienen casi valor nutritivo pero se pueden usar de cobertura o para suavizar suelos arcillosos en huertas pequeñas. Puede causar una separación temporal del N. (Morel, 1991).

1.3.11.4. Los abonos químicos

El National Plant Food Institute, 1990, menciona que los abonos químicos (también llamados "comerciales o inorgánicos") contienen una concentración mucho más alta de nutrimentos que el estiércol o las coberturas vegetales del suelo, pero no tienen las capacidades de mejoramiento del suelo de éstos.

Pocos agricultores tienen suficiente abono orgánico para cubrir adecuadamente más de una porción pequeña de sus terrenos, y por eso los abonos químicos frecuentemente son un ingrediente clave para el mejoramiento rápido de los rendimientos. A pesar de su costo constantemente en aumento, todavía producen ganancias si se usan correctamente.

1.3.11.4.1. Los Tipos de Abonos Químicos

Para Patterson, 1987, en la aplicación al suelo, la forma más frecuentemente usada son los granulados. Por lo general contienen uno o más de los "Tres Mayores

Nutrientes" (N, P, K), cantidades variables del azufre y del calcio (como portadores), y muy pequeñas o ningunas cantidades de los micro-nutrientes.

Los abonos pueden ser mezclas mecánicas simples de dos o más abonos o una combinación química con cada gránulo idéntico en su contenido de nutrientes.

1.3.11.5. Como Interpretar una Etiqueta de Abonos

Pecora, 1988 indica que todos los abonos químicos comerciales respetables llevan una etiqueta indicando el contenido en nutrientes, no sólo de N-P-K, sino también de las cantidades significativas del azufre, el magnesio, y los micro-nutrientes.

El Sistema de Tres Números: Este indica el contenido de N-P-K en esa orden, usualmente en la forma de N, P_2O_5 , y K_2O . Los números siempre se refieren al porcentaje. Un abono de 12-24-12 contiene 12 por ciento de N, 24 por ciento de P_2O_5 , 12 por ciento de K_2O que es igual a 12 kg N, 24 kg P_2O_5 , y 12 kg K_2O por cada 100 kg. Un abono de 0-21-1 no contiene nitrógeno ni potasio, pero contiene 21 por ciento de P_2O_5 . Aquí hay algunos ejemplos adicionales:

-300 kg 16-20-0 contiene 48 kg N, 60 kg P_2O_5 , 0 kg K_2O
-250 kg 12-18-6 contiene 30 kg N, 45 kg P_2O_5 , 0 kg K_2O .

1.3.11.6. La Tasa del Abono

Rigau, 1985, indica que la tasa del abono se refiere a las proporciones relativas de N, P_2O_5 , y K_2O . Un abono de 12-24-12 tiene una tasa de 1:2:1 igualmente que uno de 6-12-6; se necesitarían 200 kg de 6-12-6 para suplir la misma cantidad de N-P-K de 100

kg de 12-24-12. Ambos los 15-15-15 y los 10-10-10 tienen una tasa o una relación de 1:1:1.

El N, P₂O₅, K₂O contra el N, P, K: Note que el contenido de N de un abono se expresa como N, pero que los contenidos de P y K usualmente se expresan como P₂O₅ y K₂O. Este sistema originó con los primeros abonos químicos del siglo 19 y todavía es usado por la mayoría de los países, aunque algunos han cambiado al sistema de N-P-K. Una recomendación de abonos dado en términos de "P actual" y "K actual" refiere al nuevo sistema; observe la etiqueta del abono para ver si el contenido de nutrimentos está expresado como N-P₂O₅-K₂O o como N-P-K.

Las siguientes fórmulas muestran la manera de conversión entre los dos sistemas:

$P \times 2.3 = P_2O_5$	$P_2O_5 \times 0.44 = P$
$K \times 1.2 = K_2O$	$K_2O \times 0.83 = K$

Por ejemplo, un abono con una etiqueta de 14-14-14 N-P₂O₅-K₂O estaría descrito como 14-6.2-11.6 a base de N-P-K. Igualmente, si la recomendación de abonos pide la aplicación de 20 kg de "P actual" por hectárea, se necesitaría 46 kg (es decir 20 2.3) de P₂O₅ para suplir esta cantidad. El Cuadro 6 muestra el contenido en nutrimentos de los abonos comunes. (Refiérese a las páginas 74-78 del manual Soil, Crops, and Fertilizer del Cuerpo de Paz, La Oficina para la Colección y el Intercambio de Información.)

1.3.11.7. Las pautas básicas para la aplicación de los abonos químicos

1.3.11.7.1. El Nitrógeno

Sauchelli, 1990, menciona que para abonar el maíz, el sorgo, y el mijo, entre un tercio y una mitad del total de N se debería aplicar durante la siembra. La primera aplicación normalmente será en forma de un abono de N-P o de N-P-K. El resto del N se debe aplicar en una o dos aplicaciones laterales (el abono es aplicado a lado de la hilera mientras el cultivo está creciendo) más tarde en la estación de crecimiento cuando el uso de N por la planta ha aumentado. Un abono de sólo N como la urea (45-46 por ciento de N), sulfato amónico (20-21 por ciento N), o nitrato amónico (33-34 por ciento de N) se recomienda para las aplicaciones laterales. Cuando se va a hacer una aplicación lateral, es mejor hacerla cuando los cultivos están de dos pies de altura o al alto de la rodilla (25-35 días después de la emergencia de la planta en las áreas calientes). En suelos muy arenosos o bajo lluvias espesas, se pueden necesitar dos aplicaciones laterales y los tiempos apropiados son a dos pies de altura y en la etapa de la floración.

Donde Colocar el Nitrógeno Como Una Aplicación Lateral: No es necesario colocar un abono de nitrógeno a tanta profundidad como el P y el K, porque la lluvia cuele el N hacia abajo a la zona de las raíces. Trábjelo a 1.0-2.0 cm para que no sea perdido con el desagüe. La urea siempre se debe introducir dentro del suelo para evitar la pérdida de N en la forma del gas amoníaco. (Lo mismo ocurre con todos los abonos de N amoníacos cuando el valor pH del suelo es más de 7.0) El mejor tiempo para hacer las aplicaciones laterales es antes de quitar las hierbas malas (la cultivación) - el escardadera o la azada lo pueden invertir dentro del suelo un poco.

Selke 1988, menciona que el nitrógeno se puede colocar en una banda continua a lado de la hilera del cultivo a 20 cm o más de las plantas. Los cultivos con un sistema de raíces regadas como el maíz, el sorgo, y el mijo pueden recibir aplicaciones laterales en el centro entre las hileras sin perder el efecto. No hay necesidad de regar el N para distribuirlo mejor, porque se riega mientras se cuele por el suelo. Evite derramar el abono sobre las hojas del cultivo puesto que las puede quemar. (La quemadura por abono ocurre cuando demasiado abono se deposita muy cerca a las semillas o a las plantas semilleros, causando que se pongan pardas y pierdan la habilidad de absorber agua.) Si falta tiempo, se puede hacer la aplicación lateral en cada otra hilera con doble la cantidad de una sola hilera.

LA COMPOSICION DE LOS ABONOS COMUNES

FUENTES DEL NITROGENO	N %	P2O5 %	K2O %	S %
Amoníaco Anhídrico (NH3)	82%	0	0	0
Nitrato Amónico	33%	0	0	0
Nitrato Amónico con Cal	20.5%	0	0	0
Sulfato Amoníaco	20-21%	0	0	23-24%
Sulfato de Fosfato-Amónico (2 tipos)	16%	20%	0	9-15%
	13%	39% 0	7%	
Fosfato mono-amoniaco (2 tipos)	11%	48%	0	3-4%
	12%	61% 0	0	
Fosfato Di-amoniaco (3 tipos)	16%	48%	0	0
	18%	46%	0	0
	21%	53%	0	0
Nitrato de Calcio	15.5%	0	0	0
Nitrato de Sodio	16%	0	0	0
Nitrato Potásico	13%	0	46%	0

Urea	45-46%	0	0	0
FUENTES DEL FOSFORO				
Superfosfato solo	0	16-22%	0	8-12%
Superfosfato triple	0	42-47%	0	1-3%
Fosfatos mono-Amóniacos y di-Amóniacos (Vea bajo N)				
Sulfato de fosfato amónico (vea bajo N)				
FUENTES DEL POTASIO				
Cloruro de Potasio (Potasa clorhídrica)	0	0	62%	0
Sulfato potásico	0	0	50-53%	18%
Nitrato potásico	13%	0	44%	0
Sulfato de potasio magnésico (11% Mg, 18% MgO)	0	0	21-22%	18%

Fuente, Selke 1988

NOTA: $P_2O_5 \times 0.44 = P$;

$K_2O \times 0.83 = K$;

$S \times 3.0 = SO_4$

1.3.11.7.2. El Fósforo

Shaw 1988, opina que el fósforo es casi inmóvil en el suelo. Esto quiere decir que los abonos que contienen P se deben colocar por lo menos a 7.510 cm de profundidad para asegurar que pueda subir por las raíces. Las raíces de la mayoría de los cultivos no son muy activas cerca de la superficie del suelo (sólo si se usa alguna cobertura)

porque el suelo se seca tan rápidamente. Por estas razones, todo el abono de P se debe aplicar a la hora de la siembra:

- Las plantas semilleros necesitan concentraciones altas de P en los tejidos para el crecimiento y el desarrollo iniciales de las raíces.
- El fósforo no es lixiviable, así que no es necesario hacer aplicaciones laterales adicionales.
- Para ser efectivo como una aplicación lateral el P también necesitaría ser colocado profundamente (con la excepción de los suelos con una cobertura espesa), y esto podría dañar las raíces.

NOTA: Muchos agricultores pierden el dinero con la aplicación lateral de abonos de N-P, N-P-K o P después de ya haber aplicado el P durante la sembradura. Otros no aplican el P hasta que el cultivo ya tiene varias semanas de crecimiento. En ambos casos, los rendimientos sufren.

1.3.11.7.3. Como Disminuir la Separación del Fósforo

Tisdale y Nelson 1990 opinan que solo el 5-20 por ciento del abono de P que el agricultor aplica verdaderamente es disponible al cultivo. El método de aplicación tiene una gran influencia sobre la cantidad de separación que ocurre.

Por lo general, los agricultores no deben esparcir los abonos que contienen P, aún cuando los aran o los azadonan dentro del suelo. El esparcir del abono aumenta a lo máximo la separación del P porque lo riega muy ligeramente y expone cada gránulo al contacto completo con el suelo. La esparción regada da una mejor distribución del

P por el suelo, pero se necesitan grandes cantidades para evitar la separación, y pocos agricultores pueden hacer el gasto. De hecho, se necesita entre dos y diez veces la cantidad de P esparcida para producir el mismo efecto de una cantidad colocada localmente. Los agricultores deben usar unos de los métodos de colocación localizada que están descritos en lo siguiente. La colocación del abono en un área pequeña le permite evitar la capacidad de separación del suelo.

El añadido de grandes cantidades de materia orgánica al suelo ayuda a aminorar la separación de P, pero frecuentemente no es practicable en los campos grandes. El valor pH del suelo se debe mantener dentro de la variación 5.5-7.0 si es posible. Los suelos muy ácidos tienen una capacidad especialmente alta de separación del P. Cuando el P es aplicado como un abono N-P o N-P-K, el N ayuda a aumentar el uso del P por las raíces.

1.3.11.7.4. La Colocación de los Abonos de P:

Trávez 1982, opina que el Método de la Banda Continua es el mejor método para los cultivos de referencia y es especialmente bien adaptado a la sembradura en surcos de poco espaciamiento. La colocación óptima de la banda es 5.0-6.0 cm al lado de la hilera de semillas y 5.0-7.5 cm debajo del nivel de las semillas. Una banda o tira por hilera es suficiente.

Como formar la banda: El agricultor tiene dos opciones:

a. Los aplicadores de bandas de abonos se pueden comprar para la mayoría de los modelos de sembradores llevados por tractor y para algunos de los sembradores de

tracción animal. También hay en el mercado aplicadores de banda manuales. El programa de los sistemas agrícolas del Instituto Internacional para la Agricultura Tropical (IIAT) ha diseñado un modelo de aplicador de abonos en bandas manual que se puede construir en cualquier taller pequeño que tenga las capacidades de soldar y cortar metal. No obstante, no está claro por medio del plan del diseño si el modelo IIAT verdaderamente coloca el abono bajo el nivel del suelo.

b. Los métodos de arar o azadonar

- El agricultor puede hacer un surco de 7.5-15 cm de profundidad con un arado y una asada de madera, luego aplicar el abono a mano en el hueco y volver a tirar la tierra dentro del surco para llenarlo al nivel de la siembra. Esto produce una tira de abono que corre debajo de las semillas y hacia el lado. Mientras haya 5.0-7.5 cm de suelo separando el abono de las semillas, hay poco peligro de la quemadura.
- Un método menos satisfactorio es el de hacer un surco al nivel de la siembra y colocar ambos el abono y las semillas adentro (el surco tiene que ser suficientemente ancho para poder esparcir y diluir un poco el abono). Este método sirve para el maíz con tasas bajas o medianas de N y K (no más que 200-250 kg/ha de 16-20-0 o 14-14-14; no más que 100-125 kg/ha de 18-46-0 o 16-48-0). Las tasas más altas pueden causar la quemadura por el abono. Los frijoles y el sorgo no más sensibles a la quemadura por abono que el maíz.

El Método Semi-Círculo: Este tiene buenos resultados cuando las semillas se siembran en grupos ("tía sembradura en colinas") espaciadas relativamente lejos en suelos no labrados donde las bandas serían imprácticas. El abono se coloca en un semi-círculo hecho con un machete, una azada, o una trulla como a 7.5-10 cm de

distancia de cada grupo de semillas y a 7.5-10 cm de profundidad. Esto lleva mucho tiempo, pero da una mejor distribución del abono que el método en huecos.

El método en huecos: Este método es el menos eficaz de los tres, pero es mucho mejor que no usar el abono. Puede ser el único método practicable para los terrenos que se han sembrado en colinas sin labranza anterior. El abono se coloca en un hueco de 10-15 cm de profundidad y espaciado a 7.5-10 cm de cada grupo de semillas.

1.3.11.7.5. El Potasio

Voissin 1993, indica que el potasio experimenta pérdidas por la lixiviación la media parte de las pérdidas del N y el P. Igual al P, toda la K usualmente se puede aplicar a la hora de la sembradura, frecuentemente como parte del abono N-P-K. En donde las pérdidas por la lixiviación probablemente sean grandes (en los suelos muy arenosos o con muchas lluvias), a veces se recomiendan las aplicaciones de K divididas

En contraste al N y al P, como dos tercios del K que las plantas extraen del suelo terminan en las hojas y los tallos en vez de en el grano. El invertir los residuos del cultivo al suelo es una buena forma de recircular el K. La quemadura de los residuos no destruye el potasio (K), pero resulta en la pérdida de la materia orgánica, el N, y el azufre.

1.3.11.7.6. Algunos Consejos Especiales Para los Suelos Regados por Canales

Tisdale y Nelson 1990, opinan que cuando se usan los métodos de banda, semi-círculo, o hueco en suelos regados por canales (los suelos regados con un canal entre cada hilera o semillero) el agricultor tiene que asegurarse de colocar el abono bajo el

nivel a que sube el agua en el canal. La colocación bajo este nivel de "aguas altas" permite que los nutrimentos solubles como el nitrato y el sulfato se cuele a lo lateral y hacia abajo hasta las raíces. Si es colocado arriba del nivel del agua, el efecto capilar (hacia arriba) del agua llevará estos nutrimentos a la superficie del suelo donde no se pueden usar. El efecto capilar es el mismo proceso que permite que la nafta suba la mecha de la lámpara.)

1.3.11.8. La determinación de la cantidad de abono que se necesita usar

Selke 1988 menciona en el cuadro siguiente se puede usar para determinar la cantidad de abono que se debe aplicar por el largo de la hilera (si se usa el método de semi-círculo o hueco).

El Cálculo de la Cantidad de Abono Necesaria por Cada Metro de Hilera o por Cada "Colina"

Por Cada Metro de la Hilera (Para las aplicaciones en banda):

LA CANTIDAD DE ABONO REQUERIDO POR HECTAREA

Hilera	100 kg	200 kg	300 kg	400 kg	500 kg	600 kg
Ancho	GRAMOS DE APLICACION POR METRO DE HILERA					
50 cm	5	10	15	20	25	30
60 cm	6	12	18	24	30	36
70 cm	7	14	21	28	35	42
80 cm	8	16	24	32	40	48
90 cm	9	18	27	36	45	54
100 cm	10	20	30	40	50	60

Por Colina (Para las aplicaciones en semi-círculo o en huecos): En este caso, la cantidad depende del espaciamiento de las hileras y las distancias entre las colinas en la hilera. El cuadro que sigue muestra cuantos gramos de abono se necesitan por cada colina para igualar una tasa de 100 kg/ha. Para saber cuánto se necesita para una tasa de 250 kg/ha, tendría que multiplicar las cifras del cuadro por 2.5.

LA DISTANCIA ENTRE LAS COLINAS

Hilera	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm	90 cm	100 cm
Ancho	GRAMOS DE ABONO REQUERIDOS POR COLINA PARA IGUALAR 100 KG/HA							
50 cm	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
60 cm	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0
70 cm	2.1	2.8	3.5	4.2	4.9	5.6	6.3	7.0
80 cm	2.4	3.2	4.0	4.8	5.6	6.4	7.2	8.0
90 cm	2.7	3.6	4.5	5.4	6.3	7.2	8.1	9.0
100 cm	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0

1.3.11.9. Los Abonos Foliares

Sauchelli, 1990 indica que las aplicaciones foliares están mejor adaptadas para los micro-nutritivos: Los abonos solubles en polvos o líquidos se venden en algunas áreas para mezclar con agua y rociar sobre las hojas. Algunos abonos granulares como el urea, el nitrato amónico, y el fosfato di-amónico también son suficientemente solubles para este fin. Sin embargo, para evitar la "quemadura" sólo cantidades pequeñas de abono se pueden pulverizar sobre las hojas en cada aplicación - esto quiere decir que las aplicaciones foliares son más adaptadas para los micro-nutrientes que se necesitan sólo en pequeñas cantidades. Las aplicaciones foliares son especialmente útiles para la aplicación del hierro, que se separa y se hace

inasequible cuando es aplicado al suelo. Aunque los abonos de aplicación foliar trabajan rápidamente (dentro de uno a tres días) tienen mucho menos valor residuo que las aplicaciones terrestres.

Hay propagandas que dicen que los abonos foliares N-P-K producen aumentos grandes en rendimientos.

Numerosos ensayos han mostrado que los abonos foliares N-P-K causan que las plantas se pongan muy verdes pero los incrementos grandes en aumentos no son probables mientras hay suficiente aplicación de N-P-K al suelo. Un ensayo del Centro Internacional para la Agricultura Tropical (CIAT) en 1976 en Colombia si obtuvo un aumento de rendimientos de 225 kg/ha de frijoles pulverizándolos tres veces con una solución de 2.4 por ciento (por peso) de fosfato-mono-amoniaco (11-48-0) aunque 150 kg/ha de P_2O_5 había sido aplicado al suelo. (El rocío contribuyó sólo 10 kg/ha de P_2O_5 .) Pero con todo, el suelo tenía una capacidad muy alta de separación del P.

Los abonos foliares en forma de polvo soluble y liquido son mucho más caros por unidad de nutritivo en comparación a los abonos granulares ordinarios.

Se necesitan numerosas aplicaciones para suplir una cantidad significativa de N-P-K por medio de las hojas sin riesgo de quemadura.

Algunos de los abonos foliares N-P-K tienen micronutrientes incluidos pero las cantidades son demasiado pequeñas para prevenir o curar las deficiencias.

1.3.11.10. Como Evitar la "Quemadura" por Abonos

Rigau, 1985 opina que la "quemadura" o "quema" por abonos ocurre cuando demasiado abono es colocado muy cerca a las semillas o a las plantas semilleros. Es causada por concentraciones altas de sales solubles alrededor de la semilla o las raíces, las cuales previenen que las raíces absorban el agua. Las semillas pueden germinar inadecuadamente desde el punto hacia abajo, las hojas de la planta semillero se ponen pardas, y las plantas pueden morir.

Pautas para Prevenir la Quemadura por Abonos

- Los abonos de N y K tienen mucha más capacidad de "quemadura" que los de P. Los superfosfatos solos y triples son muy seguros. El nitrato sódico y el nitrato potásico tienen la potencialidad más alta de quemadura por unidad de nutrimento, seguidos por el sulfato amoniac, el nitrato amónico, el fosfato mono-amoniaco (11-48-0), y el clorato potásico. El fosfato-di-amoniac (16-48-0, 18-46-0) y el urea pueden dañar las semillas y las plantas semilleros cuando producen el gas amoniaco libre. A medida que sube la tasa de N y K a P en un abono N-P-K, hay más probabilidad de quemadura causada por la colocación incorrecta.
- Cuando está usando abonos que contienen N, no los coloque más cerca de 5 cm al lado de la hilera de semillas cuando está aplicando la banda, y a 7.5 cm cuando se aplica con los métodos de semi-círculo o de hueco (vea las excepciones que se detallan en la sección sobre los métodos de colocación de la banda). Hay poco peligro de la quema cuando se hacen aplicaciones laterales a los cultivos con N, pero evite dejar caer los gránulos sobre las hojas.

- La quemadura por abonos ocurre con más frecuencia en los suelos arenosos que en los arcillosos, y bajo condiciones de poca humedad. Una lluvia grande o el regado ayuda a llevar las sales dañinas si ocurre una quemadura.

1.3.11.11. Las tasas de abonos recomendadas para los cultivos de referencia

Rigau, 1985, opina que la tasa del uso de abonos más lucrativa para el pequeño agricultor depende de su capacidad del manejo, el capital, los factores limitantes, el nivel de fertilidad del suelo, el tipo de cultivo, el precio esperado, y el costo del abono. Los pequeños agricultores generalmente deben buscar el rendimiento máximo de la inversión. Esto indica el uso de tasas bajas y moderadas de abonos, porque la reacción de los rendimientos de los cultivos es una reacción de rendimientos decrecientes.

Puesto que la eficiencia de la reacción al abono se reduce a medida que se aumentan las tasas, el pequeño agricultor con capital limitado disfrutaría más con la aplicación de tasas bajas o medianas de abonos. El o ella termina con un rendimiento sobre la inversión más alto, puede abonar más terrenos, y le sobra dinero para invertir en otras prácticas complementarlas de mejoramiento de rendimientos.

A medida que la situación de capital del agricultor mejora, puede Justificar el uso de tasas más altas de abonos, mientras no sacrifique sus inversiones en otras prácticas mejoradas. Otro factor que se debe considerar es que el abono puede reducir el terreno y la mano de obra que se necesita para producir el cultivo, así aminorando los costos y permitiendo más diversidad de producción.

1.3.11.12. Algunas Guías Generales Para las Tasas Bajas, Medianas y Altas de N-P-K

Pecora, 1988 indica que tomando en cuenta los muchos factores que determinan las tasas óptimas de abonos, el Cuadro 8 provee una gula general a las tasas bajas, medianas, y altas de los "Tres Mayores Nutrimentos" para los cultivos de referencia basado sobre las condiciones del pequeño agricultor y usando la colocación localizada de P. Las tasas "altas" mostradas aquí serían consideradas sólo bajas o medianas por la mayoría de los agricultores en Europa y los E.E.U.U. donde las aplicaciones de 200 kg/ha de N no son raras para el maíz y el sorgo regado. **Guías generales para las tasas bajas, medianas? y altas de N-P-K**

	BAJO (Libras/acre o kg/hectárea)	MEDIANO (Libras/acre o kg/hectárea)	ALTO (Libras/acre kg/ha)
N2	35-55	60-90	100+
P2O5	25-35	40-60	70+
K2O	30-40	50-70	80+

1.3.11.13. El encalado

Pecora, 1988 manifiesta que los suelos con un valor pH menos de 5.0-5.5 (según el suelo) pueden afectar adversamente el crecimiento del cultivo en cuatro maneras:

- Las toxicidades por el aluminio, el manganeso, y el hierro: Estos tres elementos aumentan en solubilidad a medida que el valor pH baja y pueden ser tóxicos a las plantas a niveles de pH menos de 5.0-5.5. Los frijoles son especialmente sensibles a

la toxicidad del aluminio, lo cual es el mayor factor limitante en algunas áreas. Muchos laboratorios de suelos rutinariamente analizan los niveles de aluminio soluble de las muestras muy ácidas. Las toxicidades por el manganeso y el hierro pueden ser serias también, pero usualmente no son un problema sino cuando también existe el factor del desajuste inadecuado.

- Los suelos muy ácidos con frecuencia son bajos en contenido del P disponible y tienen una alta capacidad de separar el P que se añade, por medio de la formación de compuestos insolubles con el hierro y el aluminio.
- Aunque los suelos muy ácidos por lo general tienen suficiente calcio para suplir los requerimientos de las plantas (con la excepción de los cacahuets), tienden a ser bajos en magnesio y en el azufre y el molibdeno disponibles.
- El valor pH bajo suprime las actividades de muchos de los microbios del suelo beneficiosos como los que convierten el N, P, y S inasequibles a las formas útiles minerales.

El Maíz y las arvejas de vaca pueden tolerar la acidez del suelo entre los valores pH 5.0-5.5 según el contenido de aluminio soluble del suelo. El sorgo es un poco más tolerante que el maíz a la acidez del suelo. Los cacahuets comunmente crecen bien con valores de pH tan bajos como 4.8-5.0 porque tienen buena tolerancia al aluminio. Los frijoles son los más sensibles de los cultivos de referencia relativo a la acidez del suelo, y los rendimientos por lo general sufren con valores de pH menos de 5.3-5.5.

1.3.11.13.1. Dónde es más común encontrar los suelos ácidos?

Los suelos en las áreas de más lluvias tienden a variar entre poco ácidos a muy ácidos por la probabilidad de que grandes cantidades del calcio y el magnesio se hayan lixiviado (colado) con las lluvias mediante el tiempo. Los suelos de regiones más secas probablemente son alcalinos o sólo un poco ácidos porque hay menos lixiviación.

El uso continuo de abonos nitrogenados, aunque sean químicos u orgánicos inevitablemente baja el valor pH del suelo suficientemente para que requiera el encalado. El nitrato de calcio, el nitrato potásico, y el nitrato de sodio son las únicas excepciones entre los abonos nitrogenados pero frecuentemente son demasiado costosos o escasos.

1.3.11.13.2. Como Saber si Se Necesita Encalar

El valor pH se puede medir con bastante precisión en el mismo campo con un indicador líquido o un equipo eléctrico portable. Estos son útiles para investigaciones pero tienen dos desventajas:

Las Desventajas:

- El valor pH no es el único criterio para determinar si se necesita encalar. El contenido de aluminio soluble del suelo (que se llama aluminio "intercambiable") probablemente es aún más importante, y los equipos portables no pueden medirlo. Un suelo con un valor pH de 5.0 o aún más bajo puede ser satisfactorio para la

cultivación de la mayoría de siembras si su contenido de aluminio intercambiable es bajo. Por otra parte, otro suelo con el valor pH de 5.3 puede requerir el encalado porque tiene demasiado aluminio. Sólo los laboratorios pueden determinar el caso.

- La cantidad de cal que se necesita para subir el valor pH del suelo varía mucho según el tipo de suelo. Un suelo puede requerir 8-10 veces más cal que otro para conseguir los mismos valores de pH aunque los dos comiencen con el mismo valor. La cantidad de cal necesaria depende de la carga negativa del suelo, lo cual varía con la configuración, el tipo de minerales en la arcilla, y la cantidad de humus. Sólo los laboratorios pueden resolver esto.

1.3.11.13.3. El Cálculo de la Cantidad de Cal Requerida

Juscafresa, 1984, opina que aunque esté usando las recomendaciones del laboratorio, o algún otro consejo, tiene que ajustar la cantidad según la fineza, la pureza, y el valor neutralizador del material que se use:

- El valor neutralizador: Sobre una base más pura, aquí damos los valores neutralizadores de cuatro materiales cálcicos:

Material	Valor Neutralizador (comparado a la piedra calcárea)
Piedra calcárea (carbonato de cal)	100 por ciento
Piedra calcárea de Dolomita (Ca + carbonato de Mg)	109 por ciento
Hidrato de cal (Hidróxido de calcio)	136 por ciento
Cal quemada (óxido de calcio)	179 por ciento

Esto quiere decir que 2000 kg de cal quemada tiene casi el mismo efecto sobre el valor pH que 3580 kg de piedra calcárea de la misma pureza ($2000 \text{ kg} \times 1.79 = 3580 \text{ kg}$).

- La fineza del material afecta mucho la tasa de reacción con el suelo. Aún los materiales molidos muy finos pueden demorar entre dos y seis meses en afectar el valor pH del suelo.
- La pureza: Si el material no viene con una garantía en la etiqueta, es difícil saber la pureza sin hacer un análisis de laboratorio.

1.3.11.13.4. Como, Cuando, y Con Qué Frecuencia Encalar

- La cal debe ser esparcido de manera uniforme por todo el suelo y luego mezclado completamente dentro de la capa superior de 15-20 cm con el arado o la azada.
- El gradar sólo mueve el material como la media parte de esa distancia. Se debe usar un arado de discos o de reja, no un arado de madera o de cincel. Si está esparciendo el cal a mano, la cantidad se debe dividir en dos partes para que una porción se aplique a lo largo y la otra a lo ancho. Lleve una máscara porque el hidrato de cal (la cal apagada) y el cal quemado pueden causar quemaduras severas.
- Para evitar la creación de una deficiencia en magnesio, cuando sea posible se debe usar una forma de material calcáreo dolomita.

- Los materiales calcáreos se deben aplicar por lo menos de dos a seis meses antes de la siembra, especialmente si el material no está molido muy bien.
- Se puede necesitar un encalado cada dos o cinco años en ciertos suelos, especialmente si se usan tasas muy altas de los abonos nitrogenados, el estiércol, o las coberturas orgánicas. Los suelos arenosos necesitan encalados más frecuentemente que los arcillosos porque tienen menos capacidad tamponada, pero los suelos arenosos requieren tasas más bajas.
- Nunca suba el valor de pH del suelo a más de 6.5 cuando encala.
- Nunca suba el valor pH por más de una unidad completa (por ejemplo de 4.6 a 5.6, etc. Sólo es necesario subir el pH hasta 5.5-6.0 para obtener buenos rendimientos de un cultivo sensible al aluminio como el frijol.

Por varias razones, el encalado excesivo puede ser peor que la falta de encalado:

- Si se eleva el valor pH del suelo a más de 6.5 se aumentan las probabilidades de deficiencias en los micro-nutrientes, especialmente el hierro, el manganeso, y el zinc; el molibdeno es la excepción.
- El fósforo disponible comienza a declinar cuando el valor pH se sube mucho más de 6.5 a causa de la formación de compuestos relativamente insolubles de calcio y magnesio.
- El encalado estimula la actividad de los microbios del suelo y aumenta las pérdidas de la materia orgánica del suelo por medio de la descomposición.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales

2.1.1 Material Experimental

2.1.1.1. Material vegetativo:

1440 plantas de pimiento (*Capsicum Annum L.*) del híbrido Salvador.

2.1.1.2. Abonos orgánicos:

Estiércol de bovino, estiércol de gallinaza y humus con doble dosis de aplicación en t/h y tres repeticiones, abono químico (10-30-10) y testigo con tres repeticiones.

La parcela experimental fue constituida por 5 hileras de 3.0 m de longitud, distanciadas a 0,60 m y entre plantas 0,25 m, dando un área de 9 m². La separación entre parcelas fue de 1 m. El área útil de la parcela fue constituida por las tres hileras centrales, dejando una hilera a cada lado por efectos de borde. El área total del ensayo fue de 480 m², con una población de siembra de 66 667 plantas por hectárea.

2.1.2 Materiales de campo

- Semillas de pimiento
- Tipos sustratos
- Bandejas plásticas

- Libreta de campo
- Flexometro
- Machetes
- Palas
- Rastrillo
- Azadón,
- Piola
- Bomba manual
- Letreros de investigación

2.1.3. Pesticidas

Se utilizaron los insecticidas Malathion, Cypernetrina y Atta Kill.

2.1.4. Materiales de oficina

- Esferográficos
- Hojas de papel bond
- Carpetas
- Lápiz
- Tijera
- Computador
- Cámara digital
- Transporte

2.2 Métodos

El presente trabajo de investigación se basa en el estudio de la adaptabilidad del cultivo de pimiento en la época seca con tres tipos de abonos orgánicos, con doble dosis de aplicación y tres repeticiones. El método es el hipotético- deductivo, ya que se parte de casos particulares, para llegar a generalizaciones. La deducción nos permite, llegar a casos particulares, a partir de normas.

2.2.1 Ubicación del ensayo

2.2.1.1 División Política Territorial.

Provincia:	Cotopaxi
Cantón:	La Maná
Parroquia:	El Carmen
Sitio:	San Pablo de Maldonado

3.2.1.2 Situación Geográfica

Longitud:	79° 13' 25" oeste
Latitud:	0° 56' 48" sur
Altitud:	273 m.s.n.m.

3.2.1.3 Condiciones climáticas

Temperatura media:	25.5 °C
--------------------	---------

Precipitación media anual:	2000 mm
Humedad relativa:	79%
Clima:	Sub-Tropical

3.2.1.4 Características edafológicas

Topografía:	Plana
Profundidad de la capa arable:	30 cm
Textura:	franco arcilloso

2.2.2 Factores de estudio

Abono orgánico		Dosis parcela	Dosis (T/h)
Estiércol de bovino	a1	2,7 Kg- 3,6 Kg	3 (d1) y 4 (d2)
Gallinaza	a2	2,7 Kg- 3,6 Kg	3 (d1) y 4 (d2)
Humus	a3	2,7 Kg- 3,6 Kg	3 (d1) y 4(d2)
Testigo químico NPK (10-30-10)		0,54 Kg	0,6
Testigo absoluto			0,0

2.2.3 Tratamientos

Número	Tratamientos	Fórmula
1	A1d1	3 Th de estiércol de bovino
2	A1d2	4 Th de estiércol de bovino
3	A2d1	3 T/h de gallinaza
4	A2d2	4 T/h de gallinaza
5	A3d1	3 T/h de humus
6	A3d2	4T/h de humus
7	Testigo químico	0,6 T/h
8	Testigo absoluto	0,0 T/h

2.2.4 Diseño experimental

2.2.4.1. Tipo de diseño

Se empleó un diseño completamente al azar DCA

2.2.4.2 Número De Tratamientos

Se evaluaron un total de ocho tratamientos, distribuidos al azar.

2.2.4.3 Número de repeticiones

Se realizaron tres repeticiones

2.2.5 Análisis

2.2.5.1 Estadístico

Para determinar la significancia estadística entre los tratamientos se empleó el análisis de varianza (ADEVA), cuyo esquema fue el siguiente:

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	23
Tratamientos	7
Error ⁷	16

2.2.5.2 Funcional

Se empleó la prueba de significación de Tukey al 5%

2.2.5.3 Económico

Se determinaron los costos de producción por tratamiento.

2.2.6 Unidad experimental

La superficie total del experimento fue de 480 m² (16 x 30), conformada por 24 camas de 3 m x 3 m, sin incluir caminos.

2.2.6.1 Características del ensayo

Diseño experimental:	Bloques completamente al azar
Número de tratamientos:	8
Repeticiones:	3
Número de unidades experimentales	24
Superficie de unidad experimental:	9 metros cuadrados (3m x 3m)
Superficie de parcela útil:	1 metro cuadrado (1m x 1m)
Longitud de surco:	3 metros
Distancia entre surcos	0,60 metros
Distancia entre plantas:	0,25 metros
Distancia entre repetición:	1 metro
Número de plantas por sitio:	una

Distancia entre unidades experimentales:	a surco seguido
Área total del ensayo:	480 metros cuadrados (16m X 30m)
Número de plantas a evaluar	30

2.2.7. Manejo del experimento

Durante el ensayo, se efectuaron todas las prácticas y labores agrícolas, necesarias para lograr un normal desarrollo del cultivo.

2.2.7.1. Preparación del suelo

La preparación del suelo se realizó en forma manual, con el propósito de que quede el suelo suelto y mullido. Días antes del trasplante se trazaron los surcos y se incorporaron las abonaduras a un distanciamiento de 0.50 m entre hileras.

2.2.7.2. Preparación del semillero

Se preparó manualmente utilizando 12 bandejas de las siguientes características:

Largo de la bandeja	0,66
Ancho de la bandeja	0,34
Área total de la bandeja	0,2244
Número de plantas/bandeja	200

Se realizó la siembra de las semillas e inmediatamente se proporcionó un riego de germinación; luego se cubrió el semillero con papel periódico, para disminuir la pérdida de humedad por evaporación y elevar la temperatura, para acelerar la

germinación. Durante el crecimiento de las plántulas, se dieron riegos de acuerdo a los requerimientos.

2.2.7.3. Trasplante

El trasplante al lugar definitivo, se realizó a los 30 días después de la siembra; esta labor se realizó por la tarde, luego de las 16h00 para controlar la pérdida de humedad por transpiración.

2.2.7.4. Riego

Se realizó un riego antes y después de la siembra y posteriormente no se efectuaron más riegos por cuanto el suelo se encontraba húmedo.

2.2.7.5. Aporque

A los 20 días después del trasplante, se realizó el aporque de las plantas, utilizando azadones, con la finalidad de proporcionarles sostén y ayudar al desarrollo a las mismas.

2.2.7.6. Fertilización

Las dosis de los abonos orgánicos y químicos se aplicaron en tres partes iguales: la primera después del trazado de los surcos, posterior a los 15 y 45 días después del trasplante.

2.2.7.7. Control de malezas

Se efectuaron controles manuales de acuerdo a la necesidad del cultivo, con el fin de mantenerlo libre de malezas.

2.2.7.8. Control fitosanitario

Se realizaron aplicaciones de Atta-Kill para el control de las hormigas. De igual forma se aplicó el insecticida Cypermetrina 200 cc/ha para el control de mariquitas (Diabrotica sp).

2.2.7.9. Rotulación y señalización

Con ayuda de rótulos se identificaron los tratamientos y repeticiones.

2.2.7.10. Cosecha

Las cosechas se realizaron de forma manual cuando los frutos presentaron madurez fisiológica (95 días de edad), realizando tres recolecciones con intervalos de 15 días.

2.2.8 Variables, indicadores y métodos de evaluación

2.2.8.1 Altura de la planta

Se efectuaron mediciones a los 30, 45 y 60, 75 días y a la cosecha.

2.2.8.6 Diámetro del fruto

Después de realizada la cosecha se procedió a medir el diámetro de los frutos con la ayuda de una cinta métrica.

2.2.8.7 Peso de la fruta

Con la ayuda de una balanza se procedió a pesar los frutos por planta de cada tratamiento después de la cosecha.

2.2.8.8 Rendimiento

La fruta se contabilizó y pesó en cada parcela neta; esta información fue tomada en el momento de la cosecha, al finalizar se calculó el rendimiento por parcela y por hectárea.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Altura de la planta

En el gráfico 1, se registran los promedios de altura de la planta a los 30, 45, 60, 75 días y a la cosecha.

A los 30 días, el análisis de varianza, detectó no significancia estadística al nivel del 0,05. El tratamiento NPK (testigo químico) presentó una mayor altura (6,6 cm), mientras que la menor altura se obtuvo con el tratamiento A23 (3 T/h de gallinaza), con 4,4 cm.

El promedio de altura a los 30 días fue 4,97 cm, siendo un valor inferior al reportado por Vásquez (2007), que obtuvo un promedio de 27 cm, mientras que Tapia (2002) obtuvo un promedio de 19,13.

A los 45 días se observó significancia estadística, siendo el testigo químico el que presentó la mayor altura; sin embargo es estadísticamente igual a los tratamientos A24 (4 T/h de gallinaza), A34 (4T/h de humus) y A23 (3 T/h de gallinaza); mientras que el tratamiento A33 (3 T/h de humus) presentó la menor altura, siendo estadísticamente igual a casi todos los tratamientos, a excepción del tratamiento 7 (testigo químico).

El promedio general de todos los tratamientos fue de 16,54 cm, valor inferior a los que mencionan Tapia (2002) y Vásquez (2007) quienes reportan valores de 41,23 cm y 58,69 cm, respectivamente.

A los 60 días, el análisis de varianza también detectó significancia estadística. El tratamiento testigo químico presentó la mayor altura con 34,2 cm., siendo estadísticamente

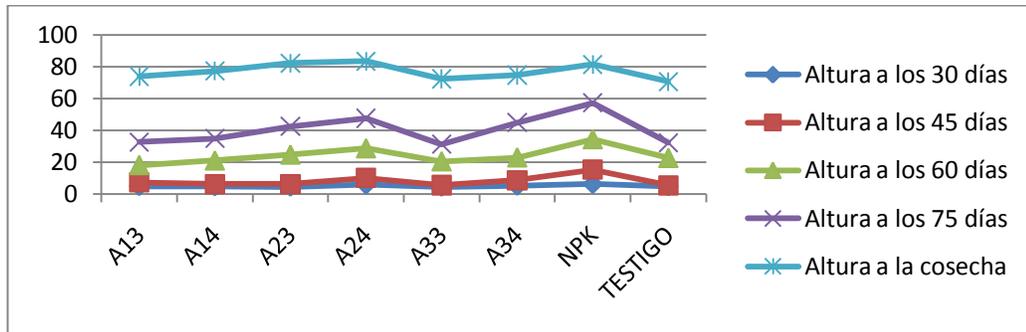
igual a los tratamientos A24 (4 T/h de gallinaza) y A23 (3 T/h de gallinaza). En último lugar se ubicó el tratamiento A13 (3 Th de estiércol de bovino), con 18, 01 cm, siendo estadísticamente igual a la mayoría de tratamientos a excepción del testigo químico.

En esta etapa se obtuvo un promedio de 23,74 cm de altura, manteniéndose inferior a las alturas reportadas por Vásquez (2007), el que obtuvo plantas con promedios de 58,1 cm de altura.

A los 75 días también existió significancia estadística; siendo el testigo químico el que mayor altura presentó, mientras que el tratamiento A33 (3 T/h de humus) presentó la menor altura.

En la cosecha, el análisis de varianza detectó significancia estadística, destacándose el tratamiento A24 (4T/h de gallinaza), que alcanzó los 83,5 cm., mientras que el testigo absoluto registró la menor altura (72,2 cm.). Se obtuvieron promedios de 77,15 cm, valor superior al reportado por Vásquez (2007), quien registra alturas medias de 72,06 cm. Lo que demuestra que si bien el híbrido Salvador registró alturas inferiores a los 30, 45 y 60 días; a la cosecha superó a los demás, quizá por ser una característica propia de este híbrido.

GRÁFICO 1. ALTURA DE LA PLANTA A LOS 30, 45, 60, 75 DÍAS Y COSECHA



CUADRO 1. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 30 DÍAS

Fuente	GDL	Suma los cuadrados	Cuadrado medio	F de Fisher	Pr > F
Tratamientos	7	8,997	1,285	2,802	0,042
Error	16	7,339	0,459		
Total	23	16,336			

CUADRO 2. ORDENAMIENTO Y AGRUPACIÓN DE LOS GRUPOS NO SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES:

Categorías	Media	Agrupación
NPK	6,157	A
A24	5,767	A
A34	4,967	A
A13	4,803	A
TESTIGO	4,700	A
A14	4,637	A
A33	4,363	A
A23	4,357	A
PROMEDIO	4,97	

CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 45 DÍAS

Fuente	GDL	Suma los cuadrados	Cuadrado medio	F de Fisher	Pr > F
Tratamientos	7	103,271	14,753	3,768	0,013
Error	16	62,649	3,916		
Total	23	165,920			

CUADRO 4. ORDENAMIENTO Y AGRUPACIÓN DE LOS GRUPOS SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES:

Categorías	Media	Agrupación	
NPK	12,800	A	
A24	10,277	A	B
A34	8,090	A	B
A23	8,077	A	B
A14	7,113		B
TESTIGO	6,890		B
A13	6,620		B
A33	6,310		B

PROMEDIO 16,54

CUADRO 5. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 60 DÍAS

Fuente	GDL	Suma los cuadrados	Cuadrado medio	F de Fisher	Pr > F
Tratamientos	7	592,637	84,662	5,426	0,002
Error	16	249,661	15,604		
Total	23	842,298			

CUADRO 6. ORDENAMIENTO Y AGRUPACIÓN DE LOS GRUPOS SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES:

Categorías	Media	Agrupación	
NPK	34,247	A	
A24	28,523	A	B
A23	24,577	A	B
A34	22,823		B
A14	20,883		B
TESTIGO	20,497		B
A33	20,390		B
A13	18,010		B
PROMEDIO	23,74		

CUADRO 7. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 75 DÍAS

Fuente	GDL	Suma los cuadrados	Cuadrado medio	F de Fisher	Pr > F
Tratamientos	7	1805,691	257,956	3,894	0,012
Error	16	1059,946	66,247		
Total	23	2865,637			

CUADRO 8. ORDENAMIENTO Y AGRUPACIÓN DE LOS GRUPOS SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES

Categorías	Media	Agrupación	
NPK	57,230	A	
A24	47,447	A	B
A34	44,867	A	B
A23	42,307	A	B
A14	34,753	A	B
A13	32,600		B
TESTIGO	32,100		B
A33	31,243		B
PROMEDIO	40,32		

CUADRO 9. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE LA PLANTA A LA COSECHA

	GDL	Suma los cuadrados	Cuadrado medio	F de Fisher	Pr > F
Tratamientos	7	447,421	63,917	4,752	0,005
Error	16	215,221	13,451		
Total	23	662,643			

CUADRO 10. ORDENAMIENTO Y AGRUPACIÓN DE LOS GRUPOS SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES:

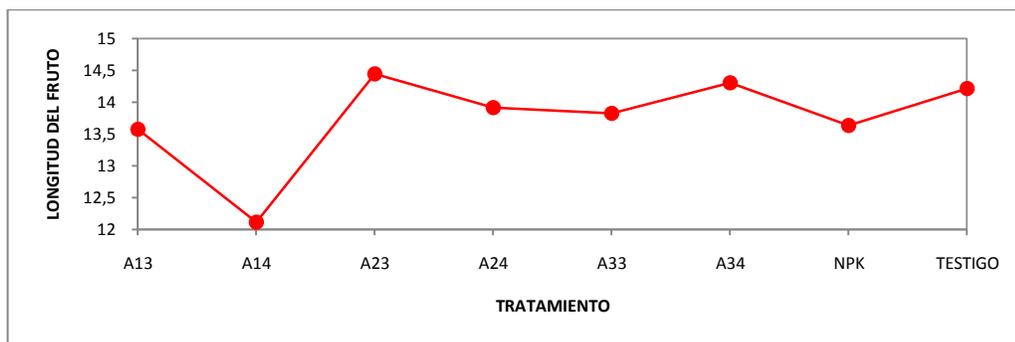
Categorías	Media	Agrupación	
A24	83,463	A	
A23	82,243	A	B
NPK	81,370	A	B
A14	77,147	A	B
A34	74,660	A	B
A13	73,877	A	B
A33	72,280		B
TESTIGO	72,160		B
PROMEDIO	77,15		

3.2. Longitud del fruto

Los promedios de longitud del fruto se registran en el gráfico 2. El análisis de varianza, determinó no significancia estadística para tratamientos. Sin embargo, el tratamiento A23 (3T/h de gallinaza) se ubicó en primer lugar con 14,44 cm y en último lugar se ubicó el tratamiento A14 (4 T/h de estiércol de bovino), con 12,12 cm.

El promedio de longitud fue de 13,75 cm, valor superior a los registrados por Tapia (2002), quien registró promedios de 11,84 cm., mientras que Vásquez (2007) registró promedios de 14,53 cm.

GRÁFICO 2. LONGITUD DEL FRUTO



CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA LONGITUD DEL FRUTO

Fuente	GDL	Suma los cuadrados	Cuadrado medio	F de Fisher	Pr > F
Tratamientos	7	11,260	1,609	1,609	0,203
Error	16	15,998	1,000		
Total	23	27,258			

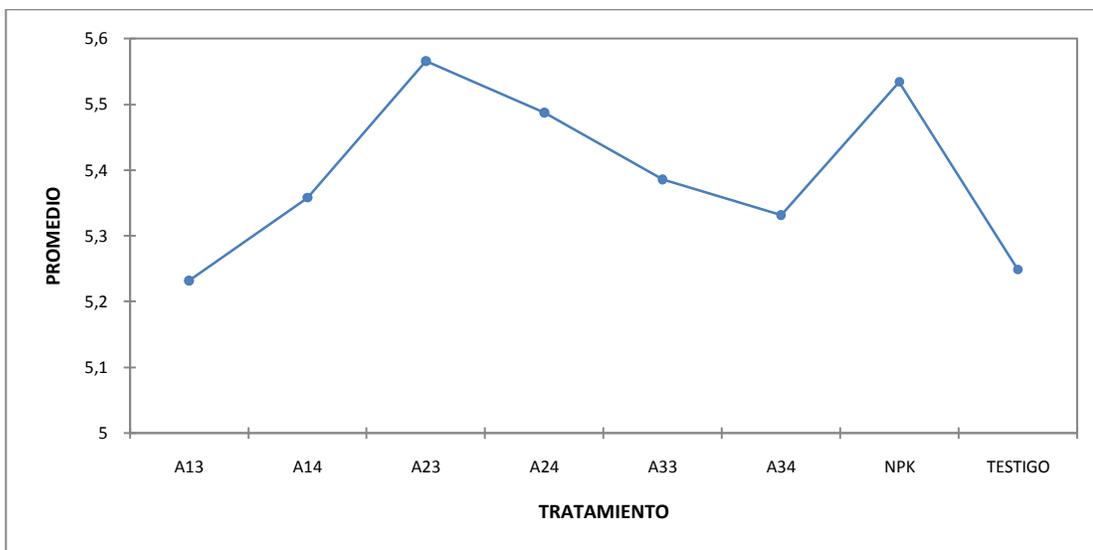
CUADRO 12. ORDENAMIENTO Y AGRUPACIÓN DE LOS GRUPOS NO SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES:

Categorías	Media	Agrupación
A23	14,444	A
A34	14,307	A
TESTIGO	14,217	A
A24	13,913	A
A33	13,827	A
NPK	13,640	A
A13	13,573	A
A14	12,117	A
PROMEDIO	13,75	

3.3. Diámetro de los frutos

Los promedios del diámetro del fruto se registran en el gráfico 3. El análisis de varianza, determinó no significancia para tratamientos; no obstante, el tratamiento A23 (3 T/h de gallinaza) se ubicó en primer lugar con 5,6 cm y en último lugar se ubicó el tratamiento A13 (3 T/h de estiércol de bovino) con 5,2 cm. Estos valores son superiores a los reportados por Tapia (2002), quien reporta un diámetro de 3,87 cm.

GRÁFICO 3. DIÁMETRO DEL FRUTO



CUADRO 13. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL DIÁMETRO DEL FRUTO

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	F	Pr > F
Modelo	7	0,332	0,047	1,162	0,376
Error	16	0,653	0,041		
Total	23	0,985			

CUADRO 14. ORDENAMIENTO Y AGRUPACIÓN DE LOS GRUPOS NO SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES

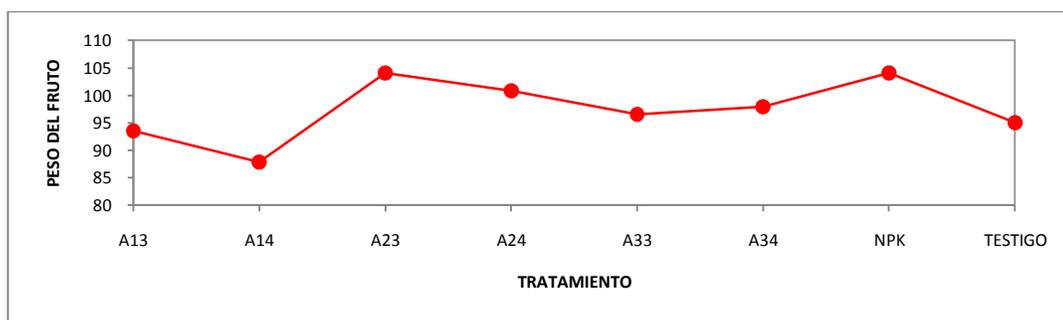
Categoría	Media estimada	Grupos
A23	5,566	A
NPK	5,534	A
A24	5,488	A
A33	5,386	A
A14	5,358	A
A34	5,332	A
TESTIGO	5,249	A
A13	5,232	A
PROMEDIO	5,393	

3.4 Peso promedio del fruto

Los promedios del peso del fruto se registran en el gráfico 4. El análisis de varianza, determinó no significancia estadística para tratamientos. Sin embargo, el tratamiento A23 (3 T/h de gallinaza) produjo los mejores pesos del fruto (104,1 g), mientras que el A14 (4 T/h de estiércol de bovino) produjo frutos con el menor peso (87,9 g). El promedio del peso fue

de 97,50 gramos; mientras que Tapia (2002) registra pesos de 57,18 gramos y Vásquez (2007), 144,95 gramos, característica propia de los diferentes híbridos plantados.

GRÁFICO 4. PESO PROMEDIO DEL FRUTO



CUADRO 15. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PESO PROMEDIO DEL FRUTO

Fuente	GDL	Suma los cuadrados	Cuadrado medio	F de Fisher	Pr > F
Tratamientos	7	639,078	91,297	0,444	0,860
Error	16	3290,620	205,664		
Total	23	3929,698			

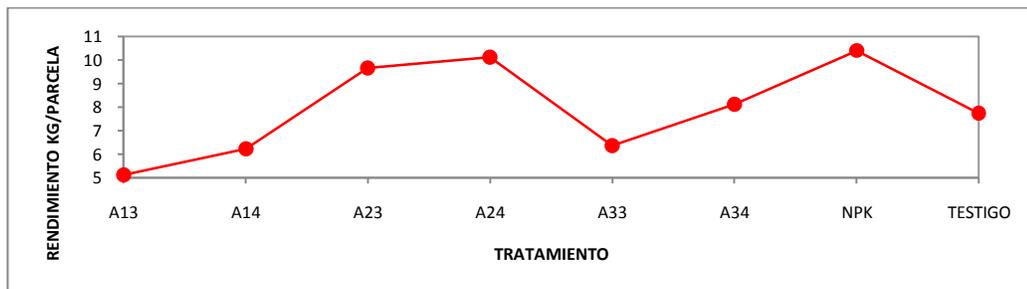
CUADRO 16. ORDENAMIENTO Y AGRUPACIÓN DE LOS GRUPOS NO SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES:

Categorías	Media	Agrupación
A23	104,089	A
NPK	104,062	A
A24	100,863	A
A34	97,979	A
A33	96,526	A
TESTIGO	95,016	A
A13	93,572	A
A14	87,884	A
PROMEDIO	97,50	

3.4. Rendimiento en Kg por parcela

El rendimiento del fruto por parcela, se pueden observar en el gráfico 5. El análisis de varianza, reportó no significancia estadística para tratamientos. No obstante, el testigo químico presentó el más alto rendimiento (10,412 kg) y el rendimiento más bajo se obtuvo con el tratamiento A13 (3 T/h de estiércol de bovino), con 5,121 kg.

GRÁFICO 5. RENDIMIENTO EN KG POR PARCELA



CUADRO 17. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO POR PARCELA

Fuente	GDL	Suma los cuadrados	Cuadrado medio	F de Fisher	Pr > F
Tratamientos	7	81,771	11,682	0,942	0,502
Error	16	198,416	12,401		
Total	23	280,187			

CUADRO 18. ORDENAMIENTO Y AGRUPACIÓN DE LOS GRUPOS NO SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES

Categorías	Media	Agrupación
NPK	10,412	A
A24	10,126	A
A23	9,670	A
A34	8,132	A
TESTIGO	7,737	A
A33	6,373	A
A14	6,236	A
A13	5,121	A

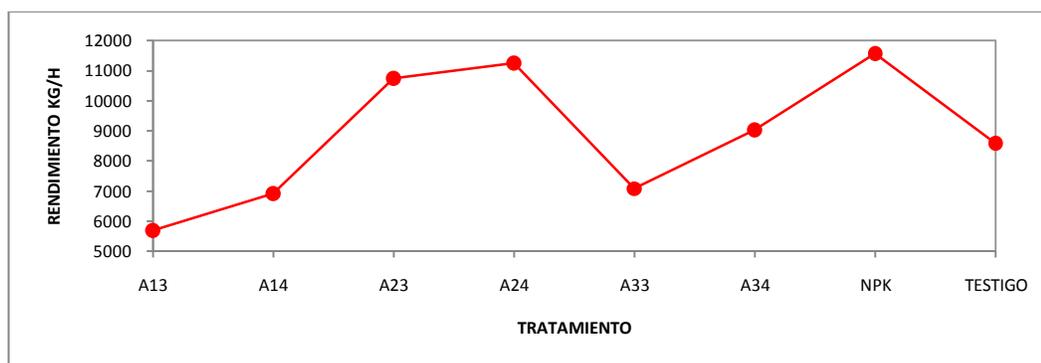
PROMEDIO 7,98

3.5. Rendimiento en Kg por hectárea

El rendimiento del fruto por hectárea, se pueden observar en el gráfico 6. El análisis de varianza, reportó no significancia estadística para tratamientos. No obstante, el testigo químico presentó el más alto rendimiento (11568,519 kg) y el rendimiento más bajo se obtuvo con el tratamiento A13 (3 T/h de estiércol de bovino), con 5690 kg.

El promedio de los tratamientos fue de 8862,08 kg/ha, valor inferior a los registrados por Tapia (2002) y Vásquez (2007), quienes registran promedios de 10500 kg/ha.

GRÁFICO 6. RENDIMIENTO EN Kg POR HECTÁREA



CUADRO 19. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO POR HECTÁREA

Fuente	GDL	Suma los cuadrados	Cuadrado medio	F de Fisher	Pr > F
Tratamientos	7	100951930,813	14421704,402	0,942	0,502
Error	16	244958089,712	15309880,607		
Total	23	345910020,525			

CUADRO 20. ORDENAMIENTO Y AGRUPACIÓN DE LOS GRUPOS NO SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES:

Categorías	Media	Agrupación
NPK	11568,519	A
A24	11251,481	A
A23	10744,815	A
A34	9035,556	A
TESTIGO	8596,296	A
A33	7081,111	A
A14	6928,889	A
A13	5690,000	A
PROMEDIO	8862,08	

3.6. Costos del proyecto

Los costos del proyecto que ascendieron a \$ 306,5 se presentan en el cuadro 21.

CUADRO 21. COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL PROYECTO

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor parcial	Valor total
Alquiler del terreno	metro cuadrado	450	0,02	9
Preparación del suelo	Jornal	2	10	20
Siembra				
Semilla	Funda	2	37,25	74,50
Bandejas				
Bandejas de 200 plantas	Bandeja	7	4,8	33,6
Bandejas de 162 plantas	Bandeja	9	1,8	16,2
Sustrato	Saco	0,5	18,5	18,5
Mantenimiento	Jornal	2	10	20
Transplante	Jornal	2	10	20
Aporque	Jornal	1	10	10
Riego	Jornal	1	10	10
Control de malezas	Jornal	2	10	20
Control fitosanitario				
Cypermtrina (200 cc x 2 aplicaciones)				6
ATTA-KILL (500 g x 2 aplicaciones)	Kg	1	7	7
Malathion	Kg	1	6	6
Fertilización				
NPK (10-30-10)	Kg	0,54	0,51	0,28
Humus	Kg	6,3	0,8	5,04
Estiércol de bovino	Kg	6,3	0,2	1,26
Gallinaza	Kg	6,3	0,2	1,26
				278,64
Administración 10 %				27,86
TOTAL COSTOS				306,5

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

De los resultados obtenidos en este ensayo podemos concluir que:

1. En la mayoría de las variables no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, lo que implica que la adición de fertilización orgánica frente a la química no incide sobre la producción del pimiento.
2. El tratamiento químico influyó positiva y significativamente en la altura de la planta con respecto a los demás tratamientos.
3. Con el tratamiento A23 (3T/h de gallinaza) se obtuvo la mayor longitud del fruto con 14,44 cm, diámetro del fruto con 17,49 cm y pesos del fruto (104,1 g). De igual manera, el tratamiento A24 (4T/h de gallinaza) produjo el mejor rendimiento en kg/ha.
4. Los mejores rendimientos en kg por hectárea se obtuvieron con la aplicación de fertilizante químico (testigo), aunque fue estadísticamente igual a los demás tratamientos.

4.2. Recomendaciones

1. Repetir la presente investigación con dosis mayores de fertilizante orgánico a las antes aplicadas para demostrar diferenciaciones significativas y alcanzar altos rendimientos.
2. Se recomienda aplicar gallinaza para el cultivo de pimiento (3-4T/h), ya que su adición reportó los mejores resultados, en longitud, diámetro y peso del fruto y en rendimiento del fruto por parcela y por hectárea.
3. Realizar tutorado para evitar el acame de las plantas de pimiento.
4. Trasplantar cuando las plantas poseen de 5 a 6 hojas.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIETO, J. Y Talón, M. 2000. Fundamentos de fisiología vegetal. Edicions Universitat de Barcelona. España. 403- 405
- AGUSTÍ M. 2000. Crecimiento y maduración del fruto. En: Azcon- Bieto J.; Talón M. 2000.
- ALSINA, G. 1972. Horticultura Especial 2 ed. Las Fontes de Tarrasa. Barcelona, España (3): 168-172.
- ANÓNIMO 2. 2005. Producción Hortícola. El cultivo de pimiento para pimentón. <http://www.agrobit.com>
- ANÓNIMO 3. 2003. El cultivo de chile verde. <http://www.infoagro.com>.
- ANÓNIMO. 2003. El cultivo de pimiento. <http://www.infoagro.com>.
- ANUARIO ESTADÍSTICO 2004. Gobierno de Tucuman. Secretaria de Agricultura y Ganadería.
- ARROYAVE A, José y Bravo B, Juan, Abonamiento nitrogenado-fosforado y densidad poblacional para el cultivo de PIMIENTO en el valle del río Portoviejo, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Portoviejo (Ecuador). , 1983, Estación Experimental Portoviejo.
- AZOFEIFA A., Moreira M. 2004. Análisis de crecimiento del chile jalapeño (*capsicum annum* l. cv. hot), en Alajuela, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 28(1): 61-62.
- BARCELO Coll, J.; Rodrigo, N. G.; Sabater Garcia, B.; Sánchez Tames, R.. 1995. *Fisiología Vegetal*. Ediciones Pirámide, S.A.. Madrid. España. 342 – 346, 465 –469

- BASTIN R. 1970. Tratado de Fisiología Vegetal. Compañía Editorial Continental S. A. España. 368 - 370
- CANO Alvarado, M. 1998 El cultivo del chile (*Capsicum* spp) Guatemala.
- CÁRCOVA, J; Abeledo, L.; López Pereira, M. 2004. Cap. 6: "Análisis de la generación del rendimiento: crecimiento, partición y componentes" En: Satorre, E., Et al. 2004.
- CAVERO, J.; Gil Ortega, R.; Zaragoza, C. 1995. Efecto de la temperatura en la germinación y la emergencia de tres variedades de pimiento para industria. Invest. Agr.: Prod. Pret. Veg. 10 (2): 155 – 166
- CEDECO, 1996. Abonos orgánicos fermentados. Experiencias de agricultores en Centroamérica y Brasil, San José, Costa Rica, p 11.
- CHUNGATA, L. s.f. Estiércol y purines de animales. IIRR. Manual de prácticas agroecológicas de los Andes ecuatorianos.
- CONSUELO, H. y Nelia, C. 1991. Horticultura. Edición Pueblo y Educación. La Habana Cuba. 139
- EVANS L. T. 1983. Fisiología de los cultivos. Editorial Hemisferio Sur S.A. 177 –
- GALMARINI, C. R. 2000. El género *Capsicum* y las perspectivas del mejoramiento genético de pimiento en Argentina. Avances en Horticultura 4 (1):31-39.
- GALMARINI, C. R. 2003. Programa de mejoramiento genético de pimiento. IDIAXXI, III (4): 107-111.
- GALMARINI, H. R. 1979. Fyuco, un nuevo cultivar de pimiento. Resúmenes de la Reunión Nacional de Olericultura. Mendoza. 29.
- GIL Ortega R. 1991- El pimiento y sus variedades en España. Hortofruticultura. Año III. Edagricole. España; 76- 77; 97- 105
- GORDON, H. R. y BARDEN, J.A. 1984. Horticultura. Parte IV Ramas de la horticultura. Pimiento. AGT, Editor, México. p 532.

- GORDON, R. y BARDEN, J. 1984. Horticultura. México, 727p.
- GUENKOv, G. 1974. Fundamentos de la Horticultura cubana. Editorial Organismo. Instituto cubano del libro. La Habana, 335p.
<http://www.monografías.com>. 6 p.
- IBAR, L. y JUSCAFRESA, B, 1987. Tomates, pimientos y berenjenas, cultivo y comercialización. Aedos, Barcelona, España, p. 92-93-105.
- IBAR, L.; Juscafresa. 1987. "Tomates, pimientos y berenjenas". Editorial Aedos, Barcelona; 89 - 90
- LIEBIG, 2000. Qué es humus. Agroindustrias D.T.P. Boletín Técnico No. 11 p 3.
- MAROTO Borrego, J. V. 1995. "Horticultura herbácea especial". Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 400; 402- 407.
- MONTES Hernández, S; Heredia García, E; Aguirre Gómez, J. A.. 2004. Fenología del Cultivo de Chile (*Capsicum annum* L.). Primera Convención Mundial del Chile. 43 – 48.
- MUNDARAIN, S; Coa, M y Cañizares, A. 2005. Fenología del crecimiento y desarrollo de plántulas de ají dulce (*Capsicum frutescens* L) Revista Científica UDO Agrícola Vol. 5, Núm. 1 Monagas. Venezuela. 62-67
- NUEZ Viñals, F.; Gil Ortega, R.; Costa García, J. 1996. "El cultivo de pimientos, chiles y ajíes". Ediciones Mundi-prensa. Madrid. Barcelona. México; 61, 76, 105, 111
- ORELLANA Benavides F. Et al. 2000. El cultivo de chile dulce. Guía técnica. Centro Nacional de tecnología agropecuaria y forestal. San Salvador. El Salvador. 9 – 19
- ORTIZ S., C.A. 1987. Elementos de agroclimatología cuantitativa. 3ª. ed. UACH. Chapingo. Mexico

- PADILLA, W. 1996. Abonos orgánicos Vs Fertilizantes Químicos. Manual de Fertilización Orgánica y Química. Diagnóstico nutricional de las plantas. Ed. Desde el Surco. p 4-5.
- PATERSON, J. y EDE, R 1970. Suelo abonados en Horticultura. Trad. Luis Eras. Acribia, España p. 83-84.
- PEÑA, R. 1955. Horticultura y Fruticultura. 3 ed Grijemo. Bilbao, España. P21
- PILATTI R. A. 1997- Cultivo bajo invernaderos. Edición Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina; 15- 27; 36
- PILATTI, R. A.; Pérez, I.; Gariglio, N. F. y Favaro, J. 1991. Cultivo de pimiento en invernáculo no calefaccionado: Tecnología para la obtención de frutos de buena aptitud comercial. FAVE G; 39-45; 59-71
- PLOPER, J; Brandán, E. Z.. 1997. “Manual de actualización técnica de pimiento”. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina. 1 – 2
- POWERS, L. E.; Mc Sorley, R.. 2001. Principios Ecológicos en Agricultura. Paraninfo. Thomson Learning. Madrid. España. 103- 106
- RENDÓN, E. 1971. Novedades Hortícolas. Instituto de Investigaciones. Chapingo, México. p 16-27
- RESTREPO, J. 1996. Abonos Orgánicos Fermentados. Experiencias de agricultores en Centroamérica y Brasil Costa Rica. 51 p.
- RICO Ávila, J. 1983. “Cultivo del pimiento de carne gruesa en invernadero”. Publicaciones de extensión agraria, Corazón de María, 8. Madrid- 2; 22- 23; 97
- RODRÍGUEZ Rey, J. A.; Romero, E. R.; Vidal, J. L.; Gianfrancisco S.; David, S. y Amado, M. E. 1998. “Influencia de la temperatura en la partición de asimilados de pimiento cultivado en invernáculo no calefaccionado”. Libro de

- resúmenes de la I Reunión de Producción Vegetal del NOA. Octubre de 1998. Tucumán – Argentina; 176- 178
- ROGER, J. M. 1996. Humus misterioso alimento para la tierra. Manual de Fertilización Orgánica y Química. Diagnóstico nutricional de las plantas Ed. Desde el Surco. p 32.
- ROMERO, E. R.; Rodríguez Rey, J. A.; Vidal, J. L.; Gianfrancisco S.; David, S. y Amado, M. E. 1998. “Influencia de la temperatura en el crecimiento y productividad de pimiento cultivado en invernáculo no calefaccionado”. Libro de resúmenes de la I Reunión de Producción Vegetal del NOA. Octubre de 1998. Tucumán, Argentina; 89-
- SALCEDO, A y BARRETO, J.R. 1996. Abonos orgánicos naturales reforzados. Manual de Fertilización Orgánica y Química. Diagnóstico nutricional de las plantas. Ed. Desde el Surco. p 9.
- SAMANIEGO-Cruz E., Quezada-Martín M., De La Rosa-Ibarra M., Munguía-López J., Benavides-Mendoza A., Ibarra-Jiménez L. (2002). Producción de plántulas de tomate y pimiento con cubiertas de polietileno reflejante para disminuir la temperatura en invernadero. México. Agrociencia 36: 305-318.
- SÁNCHEZ Donaire, A; Guerra Sanz, J. M.; López Hernández, J.C. 1999. “Estudio del efecto de bajas temperaturas en invernadero en Almería sobre los órganos sexuales del pimiento” XIII Reunión Nacional de la Sociedad Española de Fisiología Vegetal. VI Congreso Hispano – Luso de Fisiología Vegetal. Pag. WEB
- SÁNCHEZ Gómez, A.. 1970. El Pimiento. Traducción del libro “Le piment a gros fruit. Poivron. Editado por: Institut National de Vulgarisation pour les fruits. Editorial Acribia. Zaragoza. España. 26 p.

SUAREZ, Jorge, 2010. Estudio de 3 niveles de fertilización química y su efecto en el comportamiento agronómico de 2 híbridos de pimiento (*Capsicum annum* L) en el sector del recinto El Limón, cantón Palestina Provincia del Guayas.

SURCO, 1996. Manual de Fertilización Orgánica y Química. Diagnóstico nutricional de las plantas. Ed. Desde el Surco p 6.

TAPIA, José, 2002. Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo del pimiento (*Capsicum annum* L) en la zona de Quevedo.

VASQUEZ, Andrés, 2007, Estudio agronómico de 2 híbridos de pimiento (*Capsicum annum* l) con tres densidades de siembra y su efecto en la producción agrícola en el sector del recinto El Limón, cantón Palestina, provincia del Guayas.

WAKSMAN, 2000. Propiedades físicas y químicas de los ácidos húmicos agroindustriales D.T.P. Boletín Técnico No. 11. P 7.

ANEXOS



SEMILLERO



RIEGO DEL SEMILLERO



ELABORACIÓN DE SURCOS



COLOCACIÓN DE LETREROS



TERRENO SURCADO LISTO PARA EL TRASPLANTE



APLICACION DEL ABONO 15 DÍAS ANTES DEL TRASPLANTE



APLICACIÓN DEL ABONO DESPUES DEL TRASPLANTE



ALTURA DE PLANTA A LA COSECHA



LONGITUD DEL FRUTO



CIRCUNFERENCIA DEL FRUTO



PESO POR FRUTO



RECOLECCION POR PLANTA



PESO POR PLANTA



PESO DEL FRUTO POR TRATAMIENTO



RECOLECCION DEL FRUTO



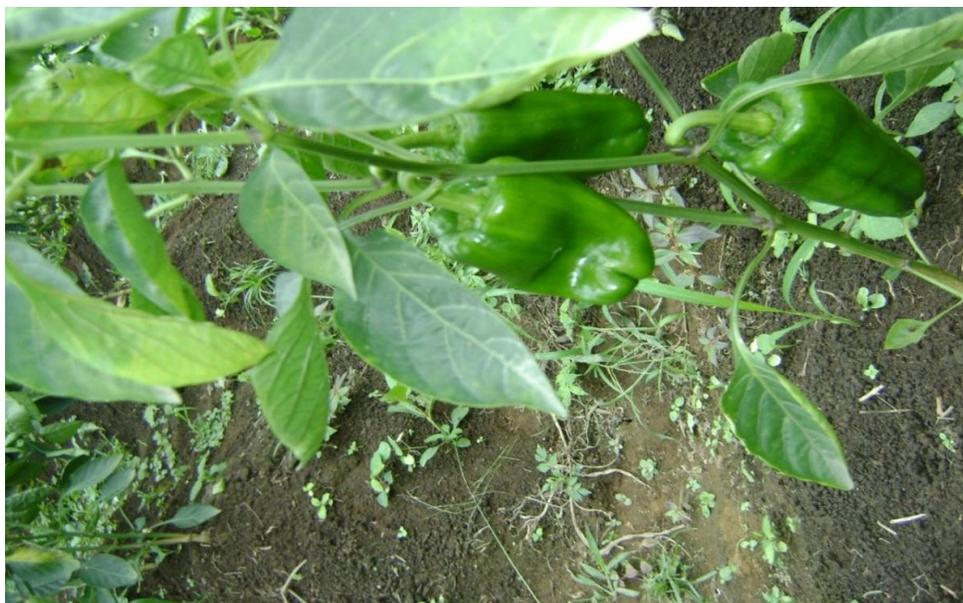
CULTIVO DEL PIMIENTO



TRATAMIENTOS DEL PIMIENTO



FRUTOS RECOLECTADOS



FRUTOS POR PLANTA



FRUTOS RECOLECTADOS



FRUTOS RECOLECTADOS



VISITA DEL DR. POLIBIO MORENO Y EL ING. ALFREDO LUCAS

DATOS DE ALTURA DE LA PLANTA

TRATAMIENTO	ALTURA A LOS 30 DIAS	ALTURA A LOS 45 DIAS	ALTURA A LOS 60 DIAS	ALTURA A LOS 75 DIAS	ALTURA A LA COSECHA
A13	5,77	7,27	17,30	34,53	72,43
A13	3,77	5,36	16,77	29,27	78,00
A13	4,87	7,23	19,96	34,00	71,20
A14	5,67	9,00	27,50	49,30	78,76
A14	4,37	6,17	17,11	28,03	79,28
A14	3,87	6,17	18,04	26,93	73,40
A23	4,47	9,80	27,97	48,77	80,23
A23	4,40	8,30	25,34	43,57	83,50
A23	4,20	6,13	20,42	34,58	83,00
A24	6,43	14,23	33,70	57,57	90,32
A24	4,77	6,70	22,17	40,37	79,96
A24	6,10	9,90	29,70	44,40	80,11
A33	4,23	6,77	22,30	32,93	72,13
A33	4,53	6,73	19,87	34,33	74,52
A33	4,33	5,43	19,00	26,47	70,19
A34	5,07	9,20	23,47	39,00	75,69
A34	4,53	6,60	18,27	55,57	72,86
A34	5,30	8,47	26,73	40,03	75,43
NPK	5,67	11,07	31,73	54,33	78,96
NPK	5,67	12,13	31,77	67,93	84,15
NPK	7,13	15,20	39,24	49,43	81,00
TESTIGO	4,87	7,37	20,23	31,90	75,21
TESTIGO	4,93	8,27	20,53	38,07	75,59
TESTIGO	4,30	5,03	20,73	26,33	65,68

DATOS DE LONGITUD DEL FRUTO

TRATAMIENTO	1 COSECHA	2 COSECHA	3 COSECHA	PROMEDIO
A13	12,00	12,29	13,18	12,49
A13	13,50	14,79	13,32	13,87
A13	14,83	14,50	13,75	14,36
A14	15,05	15,51	14,05	14,87
A14	14,00	12,00	12,15	12,72
A14	0,00	13,03	13,27	8,77
A23	12,00	15,52	13,03	13,52
A23	16,17	15,64	13,66	15,16
A23	15,50	12,80	12,86	13,72
A24	15,03	13,41	12,84	13,76
A24	15,00	14,23	12,24	13,82
A24	14,81	14,10	13,55	14,15
A33	14,75	13,91	12,41	13,69
A33	14,88	14,38	13,71	14,32
A33	13,83	13,17	13,39	13,46
A34	15,00	14,32	14,00	14,44
A34	15,15	13,86	14,23	14,41
A34	15,70	13,86	12,67	14,08
NPK	15,28	14,23	13,14	14,22
NPK	14,08	13,48	12,83	13,46
NPK	14,80	12,11	12,82	13,24
TESTIGO	15,00	14,76	13,63	14,46
TESTIGO	15,43	15,42	13,71	14,85
TESTIGO	14,38	12,22	14,07	13,56
PROMEDIO	14,01	13,90	13,27	13,73

DATOS DE DIÁMETRO DEL FRUTO

TRATAMIENTO	1 COSECHA	2 COSECHA	3 COSECHA	PROMEDIO
A13	15,50	15,86	17,46	16,27
A13	15,00	17,63	16,71	16,45
A13	16,33	16,64	16,79	16,59
A14	16,32	19,07	18,32	17,90
A14	17,00	14,50	16,48	15,99
A14	0,00	16,34	16,88	11,07
A23	18,00	18,25	18,57	18,27
A23	16,50	17,92	17,96	17,46
A23	17,50	15,70	16,99	16,73
A24	17,18	17,49	17,92	17,53
A24	15,67	16,37	17,43	16,49
A24	17,28	17,24	18,59	17,70
A33	16,94	16,83	19,24	17,67
A33	15,88	16,28	18,48	16,88
A33	15,83	15,83	16,97	16,21
A34	16,00	16,14	17,87	16,67
A34	17,50	14,57	17,11	16,39
A34	17,10	16,43	18,05	17,19
NPK	18,07	17,94	18,50	18,17
NPK	17,44	15,99	17,47	16,97
NPK	16,00	15,94	19,12	17,02
TESTIGO	15,50	16,52	17,37	16,46
TESTIGO	17,61	17,01	15,66	16,76
TESTIGO	15,88	14,67	18,21	16,25
PROMEDIO	15,92	16,55	17,67	16,71

DATOS DE PESO PROMEDIO DEL FRUTO

TRATAMIENTO	1 COSECHA	2 COSECHA	3 COSECHA	PROMEDIO
A13	82,00	74,29	96,46	84,25
A13	96,50	98,71	86,82	94,01
A13	123,00	91,50	92,87	102,46
A14	116,77	123,99	111,74	117,50
A14	98,00	57,75	121,10	92,28
A14	0,00	78,01	83,60	53,87
A23	95,00	118,79	106,43	106,74
A23	115,92	117,56	101,18	111,55
A23	122,00	73,85	86,07	93,97
A24	122,29	99,95	96,87	106,37
A24	91,50	86,04	87,60	88,38
A24	117,29	99,93	106,30	107,84
A33	101,60	98,65	106,61	102,29
A33	112,00	94,09	101,90	102,66
A33	86,33	80,67	86,88	84,63
A34	110,00	91,22	101,94	101,05
A34	115,88	69,43	90,66	91,99
A34	114,20	86,10	102,38	100,89
NPK	128,39	114,43	108,49	117,10
NPK	113,00	80,79	92,57	95,45
NPK	110,80	70,81	117,28	99,63
TESTIGO	87,50	92,34	100,54	93,46
TESTIGO	117,79	100,16	94,31	104,09
TESTIGO	84,38	67,28	110,84	87,50
PROMEDIO	102,59	90,26	99,64	97,50

DATOS DEL RENDIMIENTO EN KG/PARCELA

TRATAMIENTO	1 COSECHA	2 COSECHA	3 COSECHA	PROMEDIO
A13	0,162	0,519	2,732	3,413
A13	0,191	1,584	4,184	5,959
A13	0,578	1,11	4,303	5,991
A14	0,098	3,38	7,114	10,592
A14	1,493	0,224	1,91	3,627
A14	0	1,404	3,085	4,489
A23	0,095	3,354	8,672	12,121
A23	0,801	4,677	6,348	11,826
A23	1,211	1,085	2,768	5,064
A24	4,019	2,35	5,463	11,832
A24	0,659	1,444	3,402	5,505
A24	2,38	4,379	6,283	13,042
A33	1,234	2,792	4,437	8,463
A33	0,501	1,992	4,446	6,939
A33	0,333	0,482	2,902	3,717
A34	0,11	2,83	7,911	10,851
A34	1,389	0,485	2,265	4,139
A34	0,846	2,095	6,465	9,406
NPK	4,782	4,273	7,306	16,361
NPK	1,55	1,242	2,539	5,331
NPK	0,556	1,792	7,195	9,543
TESTIGO	0,175	2,445	5,808	8,428
TESTIGO	1,318	1,759	3,544	6,621
TESTIGO	0,416	0,705	7,04	8,161
SUMA	24,897	48,402	118,122	191,421

DATOS DE RENDIMIENTO EN KG/HA

TRATAMIENTO	1 COSECHA	2 COSECHA	3 COSECHA	TOTAL
A13	180,0	576,7	3035,6	3792,2
A13	212,2	1760,0	4648,9	6621,1
A13	642,2	1233,3	4781,1	6656,7
A14	108,9	3755,6	7904,4	11768,9
A14	1658,9	248,9	2122,2	4030,0
A14	0,0	1560,0	3427,8	4987,8
A23	105,6	3726,7	9635,6	13467,8
A23	890,0	5196,7	7053,3	13140,0
A23	1345,6	1205,6	3075,6	5626,7
A24	4465,6	2611,1	6070,0	13146,7
A24	732,2	1604,4	3780,0	6116,7
A24	2644,4	4865,6	6981,1	14491,1
A33	1371,1	3102,2	4930,0	9403,3
A33	556,7	2213,3	4940,0	7710,0
A33	370,0	535,6	3224,4	4130,0
A34	122,2	3144,4	8790,0	12056,7
A34	1543,3	538,9	2516,7	4598,9
A34	940,0	2327,8	7183,3	10451,1
NPK	5313,3	4747,8	8117,8	18178,9
NPK	1722,2	1380,0	2821,1	5923,3
NPK	617,8	1991,1	7994,4	10603,3
TESTIGO	194,4	2716,7	6453,3	9364,4
TESTIGO	1464,4	1954,4	3937,8	7356,7
TESTIGO	462,2	783,3	7822,2	9067,8
SUMA	27663,3	53780,0	131246,7	212690,0
PROMEDIO	2213,1	4302,4	10499,7	17015,2