

**EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE BIOFERTILIZANTES ORGÁNICOS EN EL  
CRECIMIENTO, DESARROLLO Y RENDIMIENTO EN CULTIVOS HORTIFRUTÍCOLAS,  
EN EL AMBITO DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA**

**LEIDY LAURA GARZÓN MUÑOZ  
FABIÁN MAURICIO PERDOMO SÁNCHEZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Ingeniero  
Agrícola**



**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE AGRICOLA  
NEIVA - HUILA  
2013**

**EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE BIOFERTILIZANTES ORGÁNICOS EN EL  
CRECIMIENTO, DESARROLLO Y RENDIMIENTO EN CULTIVOS HORTIFRUTÍCOLAS,  
EN EL AMBITO DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA**

**LEIDY LAURA GARZÓN MUÑOZ  
FABIÁN MAURICIO PERDOMO SÁNCHEZ**

**Director:  
ING. ARMANDO TORRENTE TRUJILLO**



**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE AGRICOLA  
NEIVA - HUILA  
2013**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

**Rodrigo Pachón Bejarano**  
**Jurado**

---

**Gilberto Álvarez Linares**  
**Jurado**

---

**Armando Torrente Trujillo**  
**Director del proyecto**

**Neiva, Agosto de 2013**

## DEDICATORIA

**Leidy Laura Garzón Muñoz**, dedico este trabajo a:

*Primero que todo a DIOS por ser mi guía, darme sabiduría y fortaleza para continuar cada día de mi vida y permitirme lograr ser lo que soy.*

*A mi madre ALBA LUZ MUÑOZ B. por darme el ser, estar siempre en las buenas y en las malas, por ser el motor que me impulsa, me enseña cosas buenas y por darme su amor incondicional, a mi hermano Juan David por ser como es; alegre y sincero.*

*A mi novio John Jamers Serrato Osorio por estar siempre ahí en los momentos en que lo necesite, por ser amoroso y además un gran amigo, persona y confidente.*

*A Amín Garzón por ser mi padre; y a mi Katis que la extrañare por siempre.*

*A mi compañero de Tesis Fabián Mauricio que sin el este proyecto no sería una realidad, y a todos mis compañeros y amigos que estuvieron colaborándome, brindándome su cariño y apoyo: Cristian Ronney, Orlando Pascuas, Shirley Solanghi, Cristian Tafur, Luisa Osorio, Ederson Toro, Yeraldin Henao, Daniel Felipe, Francisco, Mario, Natali Fernández y Cindy Katherine, a los demás gracias por sus aportes en este camino.*

**Fabián Mauricio Perdomo Sánchez**, dedico este trabajo a:

*Agradezco a DIOS todopoderoso por ser el creador del mundo y darme el existir, a todas aquellas personas que me apoyaron de alguna forma y me ayudaron a realizar mis estudios profesionales.*

## AGRADECIMIENTOS

**Leidy Laura Garzón Muñoz y Fabián Mauricio Perdomo Sánchez**, expresamos los más sinceros agradecimientos a:

Doña Gladis Quino y doña Elcy por ser tan colaboradoras y cariñosas, al departamento de Ingeniería Agrícola de la Universidad Surcolombiana, a los encargados de la Granja experimental, el profesor Gilberto Álvarez Linares y a la Ing. Diana por su apoyo en el proyecto.

Al Ing. Armando Torrente Trujillo, director del proyecto, por ser un excelente ingeniero y persona, por sus consejos, paciencia, su orientación, y opiniones.

Al profesor Rodrigo Pachón Bejarano por sus aportes, consejos, colaboración y acompañamiento durante todo este proceso.

Y a los profesores de Ingeniería Agrícola de la USCO, Aníbal Rojas Munar, Orlando Guzmán, Alfredo Olaya, Mauricio Duarte, Carlos Reina y Miguel German Cifuentes quienes son unos grandes Ingenieros y profesores los cuales aportaron a nuestra formación como profesionales y les estaremos agradecidos por su gran apoyo, exigencia y colaboración.

Y agradecemos sinceramente a Olguita la encargada del Laboratorio de Suelos por su ayuda y aportes en este proceso.

## ÍNDICE CONTENIDO GENERAL

	Pag.
RESUMEN .....	13
INTRODUCCIÓN .....	14
2. REVISIÓN DE LITERATURA (MELÓN) .....	15
2.1 EL CULTIVO DEL MELÓN .....	15
2.1.1 Origen, taxonomía y descripción .....	15
2.1.2 Características del cultivo .....	17
2.1.3 Composición nutricional del melón .....	18
2.1.4 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de melón .....	19
2.1.4.1 Clima y Temperatura .....	19
2.1.4.2 Humedad .....	20
2.1.4.3 Luminosidad .....	20
2.1.4.4 Suelo .....	20
2.1.5 Particularidades del cultivo de melón .....	21
2.1.5.1 Marco de plantación .....	21
2.1.5.2 Riego .....	21
2.1.5.3 Acolchado plastico .....	24
2.1.5.4 Fertilización .....	25
3. REVISIÓN DE LITERATURA (PIMENTÓN) .....	26
3.1 EL CULTIVO DE PIMENTÓN .....	26
3.1.1 Origen, taxonomía y descripción .....	26
3.1.2 Características del cultivo .....	26
3.1.3 Composición nutricional del pimentón .....	28
3.1.4 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo del pimentón .....	29
3.1.4.1 Clima y Temperatura .....	29
3.1.4.2 Humedad .....	30
3.1.4.3 Luminosidad .....	30
3.1.4.4 Suelo .....	30
3.1.5 Particularidades del cultivo del pimentón .....	31
3.1.5.1 Marco de plantación .....	31
3.1.5.2 Riego .....	31

3.1.5.3 Fertilización .....	32
4. REVISIÓN DE LITERATURA (BIOFERTILIZANTE) .....	33
4.1 EL BIOFERTILIZANTE EN LA AGRICULTURA .....	33
4.1.1 Biofertilizantes líquidos .....	33
4.1.2 Materiales utilizados en la preparación de Biofertilizantes .....	34
4.1.3 Condiciones de preparación del Biofertilizante .....	36
4.1.4 Elaboración del Biofertilizante .....	38
4.1.5 Función de los Biofertilizantes .....	39
4.1.6 Uso del Biofertilizante .....	40
4.1.7 Dosificación y aplicación del Biofertilizante .....	40
5. MATERIALES Y METODOS .....	42
5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	42
5.1.1 Ubicación geográfica .....	42
5.1.2 Clasificación ecológica y características meteorológicas .....	43
5.1.3 Características del suelo .....	43
5.1.3.1 Características y descripción del perfil BS .....	44
5.1.3.2 Detalle de las pruebas físicas e hidrodinámicas .....	44
5.1.4 Materiales, equipos e insumos .....	46
5.2 METODOS .....	46
5.2.1 Diseño experimental .....	46
5.2.2 Factores de estudio .....	46
5.2.3 Unidad experimental .....	47
5.2.4 Esquema de análisis de varianza .....	48
5.2.5 Variables e indicadores .....	48
5.2.6 Variables de crecimiento evaluadas .....	49
5.2.7 Variables del rendimiento evaluadas .....	49
5.3 MANEJO DEL EXPERIMENTO .....	49
5.3.1 Preparación del Biofertilizante .....	49
5.3.2 Manejo agronómico de los cultivos .....	50
5.3.3 Preparación del terreno .....	51
5.3.4 Instalación del riego .....	51
5.3.5 Instalación de los cultivos .....	51

5.3.6 Trasplante .....	53
5.3.7 Labores culturales .....	53
5.3.8 Biofertilización .....	53
5.3.9 Cosecha .....	54
6. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	55
6.1 VARIABLES PARA EL CULTIVO DE PIMENTÓN .....	56
6.1.1 Altura de la planta 30, 45 y 60 días .....	56
6.1.2 Diámetro del tallo 30, 45 y 60 días .....	58
6.1.3 Numero de frutos por planta de pimentón .....	59
6.1.4 Tamaño del fruto de pimentón .....	61
6.1.5 Rendimiento en la cosecha .....	65
6.2 VARIABLES PARA EL CULTIVO DE MELÓN .....	66
6.2.1 Altura de la planta 30, 45 y 60 días .....	66
6.2.2 Diámetro del tallo 30, 45 y 60 días .....	68
6.2.3 Numero de frutos por planta de melón .....	70
6.2.4 Tamaño del fruto de melón .....	72
6.2.5 Rendimiento en la cosecha .....	75
6.3 ANÁLISIS ECONÓMICO .....	76
6.3.1 Costo Biofertilizante .....	76
6.3.2 Costo de producción experimento .....	77
6.3.3 valor producción por cultivo .....	78
7. CONCLUSIONES .....	79
8. RECOMENDACIONES .....	80
BIBLIOGRAFÍA .....	81
ANEXOS	

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura N° 1. Planta de melón. a) detalle de hojas y pecíolo. b) tallo y flor femenina .....	17
Figura N° 2. Planta de melón, detalle del fruto .....	18
Figura N° 3. Instalación del riego para el cultivo de melón (goteo) .....	22
Figura N° 4. Coeficiente de cultivo del melón en riego por goteo .....	23
Figura N° 5. Detalle del acolchado plástico .....	25
Figura N° 6. Acolchado (plantas de melón) .....	25
Figura N° 7. Planta de pimentón. a) detalle de hojas y flor. b) tallo y pecíolo .....	27
Figura N° 8. Planta de pimentón, detalle del fruto .....	28
Figura N° 9. Biofertilizante preparado artesanalmente .....	34
Figura N° 10. Aplicación foliar de Biofertilizante .....	41
Figura N° 11. Localización general de la Granja de la USCO .....	42
Figura N° 12. Ubicación de la granja de la Universidad Surcolombiana .....	42
Figura N° 13. Mapa de suelos granja de la Universidad Surcolombiana .....	43
Figura N° 14. Ubicación zona de Investigación y cultivos .....	45
Figura N° 15. Distribución unidades experimentales cultivo de Melón .....	47
Figura N° 16. Distribución unidades experimentales cultivo de Pimentón .....	48
Figura N° 17. Preparación del Biofertilizante .....	50
Figura N° 18. Preparación del terreno .....	51
Figura N° 19. Surcado del terreno .....	51
Figura N° 20. Instalación del riego .....	52
Figura N° 21. Siembra del melón .....	52
Figura N° 22. Siembra de pimentón en germinadores .....	52
Figura N° 23. Altura adecuada del pimentón para trasplante .....	52
Figura N° 24. Deshierbe manual .....	53
Figura N° 25. Manejo de plagas .....	53
Figura N° 26. Aplicación del Biofertilizante .....	54
Figura N° 27. Fruto del pimentón .....	54
Figura N° 28. Fruto del melón .....	54
Figura N° 29. Envasado del Biofertilizante .....	55
Figura N° 30. Altura P1 (A1B1 5%) .....	57

Figura Nº 31. Altura P2 (A1B2 10%) .....	57
Figura Nº 32. Altura P3 (Testigo) .....	58
Figura Nº 33. Raíces de pimentón (A1B2 10%) .....	59
Figura Nº 34. Fruto de pimentón rojo .....	61
Figura Nº 35. Fruto de pimentón verde .....	61
Figura Nº 36. Fruto de pimentón (A1B1 5%) .....	62
Figura Nº 37. Fruto de pimentón (A1B2 10%) .....	63
Figura Nº 38. Fruto de pimentón (Testigo) .....	65
Figura Nº 39. Altura M1 (A1B1 5%) .....	68
Figura Nº 40. Altura M2 (A1B2 10%) .....	68
Figura Nº 41. Altura M3 (Testigo) .....	68
Figura Nº 42. Raíces de melón (A1B2 10%) .....	70
Figura Nº 43. Melón (A1B1 5%) .....	72
Figura Nº 44. Melón (A1B2 10%) .....	72
Figura Nº 45. Fruto del melón (A1B1 5%) .....	73
Figura Nº 46. Fruto del melón (A1B2 10%) .....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla Nº 1. Temperaturas críticas para melón en las distintas fases de desarrollo .....	19
Tabla Nº 2. Composición nutricional. (100 gr de parte comestible) .....	29
Tabla Nº 3. Temperaturas críticas para pimiento en las distintas fases de desarrollo .....	30
Tabla Nº 4. Composición de los estiércoles frescos .....	35
Tabla Nº 5. Composición química de desechos animales en base fresca .....	35
Tabla Nº 6. Propiedades de la leche de vaca .....	35
Tabla Nº 7. Composición química de un Biofertilizante en ppm a través del Tiempo .....	38
Tabla Nº 8. Composición Bioquímica del Biofertilizante, Proveniente del estiércol .....	39
Tabla Nº 9. Dosis recomendada al suelo para los Biofertilizantes .....	40
Tabla Nº 10. Resultados de las pruebas físicas e hidrodinámicas (1999) .....	44

Tabla N° 11. Resultados de las pruebas físicas e hidrodinámicas (2013) .....	45
Tabla N° 12. Materiales, equipos e insumos .....	46
Tabla N° 13. Análisis de varianza .....	48
Tabla N° 14. Variables e indicadores del proyecto .....	48
Tabla N° 15. Datos registrados del Biofertilizante .....	50
Tabla N° 16. Análisis físico-químicos del Biofertilizante orgánico .....	55
Tabla N° 17. Tratamientos para el cultivo de pimentón – altura .....	56
Tabla N° 18. Tratamientos para el cultivo de pimentón – diámetro .....	58
Tabla N° 19. N° de frutos por tratamiento para el pimentón .....	60
Tabla N° 24. Tratamiento A1B1 5% - fruto de pimentón .....	61
Tabla N° 21. Tratamiento A1B2 10% - fruto de pimentón .....	62
Tabla N° 22. Testigo - fruto del pimentón .....	64
Tabla N° 23. Rendimiento del cultivo de pimentón .....	65
Tabla N° 24. Tratamientos para el cultivo de melón - altura .....	66
Tabla N° 25. Tratamientos para el cultivo de melón – diámetro .....	69
Tabla N° 26. N° de frutos por tratamiento para el melón .....	70
Tabla N° 27. Tratamiento A1B1 5% - fruto de melón .....	72
Tabla N° 28. Tratamiento A1B2 10% - fruto de melón .....	73
Tabla N° 29. Testigo - fruto del melón .....	74
Tabla N° 30. Rendimiento del cultivo del melón .....	75
Tabla N° 31. Costo preparación del Biofertilizante .....	77
Tabla N° 32. Costo producción cultivo del melón .....	77
Tabla N° 33. Costo producción cultivo del pimentón .....	78
Tabla N° 34. Valor producción cultivo del pimentón .....	78
Tabla N° 35. Valor producción cultivo de melón .....	78

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pag.
Gráfico N° 1. Tratamientos aplicados al pimentón – altura .....	57
Gráfico N° 2. Tratamientos aplicados al pimentón – diámetros .....	59
Gráfico N° 3. N° de frutos por tratamiento – pimentón .....	60
Gráfico N° 4. Peso promedio frutos de pimentón (A1B1 5%) .....	62
Gráfico N° 5. Peso promedio frutos de pimentón (A1B2 10%) .....	63
Gráfico N° 6. Peso promedio frutos de pimentón (Testigo) .....	64
Gráfico N° 7. Rendimiento cultivo de pimentón .....	65
Gráfico N° 8. Tratamientos aplicados al melón - altura .....	67
Gráfico N° 9. Tratamientos aplicados al melón – diámetros .....	69
Gráfico N° 10. N° de frutos por tratamiento – melón .....	71
Gráfico N° 11. Peso promedio frutos de melón (A1B1 5%) .....	72
Gráfico N° 12. Peso promedio frutos de melón (A1B2 10%) .....	74
Gráfico N° 13. Peso promedio frutos de melón (Testigo) .....	75
Gráfico N° 14. Rendimiento cultivo de melón .....	76

## RESUMEN

La investigación se realizó en la granja experimental de la Universidad Surcolombiana, situada a una elevación de 442 m.s.n.m. en el distrito de riego El Juncal, municipio de Palermo en el departamento del Huila.

Los propósitos del proyecto fueron: Evaluar la respuesta de Biofertilizante orgánico preparado y su dosificación en los cultivos de melón (*Halest Best Jumbo*) y pimentón (*California Wonder*) en suelos francos arenosos (FA), observando el efecto sobre el desarrollo y rendimiento de los cultivos.

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos: bovinaza fermentada y dosificaciones al 5% (A1B1) y 10% (A1B2), con arreglo factorial (AxB)+1. Se concluye que al aplicar abonos orgánicos en cultivos hortofrutícolas se alcanzan rendimientos de 2.37 y 39.15 ton/ha en cultivos de pimentón y melón respectivamente, siendo una alternativa para la producción sostenible de cultivos de alta demanda en Colombia.

**Palabras Claves:** *Biofertilizantes; Abonos orgánicos; Cultivos hortifrutícolas.*

## ABSTRACT

The research was conducted at the experimental farm of the University Surcolombiana, located at an elevation of 442 m Irrigation District in El Juncal, municipality of Palermo in the department of Huila.

The purposes of the project were to evaluate the response of organic Biofertilizer preparation and dosing in melon crops (*Halest Best Jumbo*) and paprika (*California Wonder*) in sandy loam soils (FA), observing the effect on the development and performance of crops.

We used a completely randomized design (DCA) with three treatments: fermented and dosages bovinaza 5% (A1B1) and 10% (A1B2) factorial arrangement (AxB) +1. We conclude that applying organic fertilizers in horticultural crops yields are reached 2.37 and 39.15 ton / ha in pepper and melon crops respectively, with an option for sustainable crop production in high demand in Colombia.

**Keywords:** *Biofertilizers; organic fertilizers; Hortifrutícolas crops.*

## INTRODUCCIÓN

La mayor parte de la producción actual de frutas y hortalizas es tradicional con escasa implementación de tecnología, caracterizada por la diversidad de cultivos de diferentes especies con productores aislados que comercializan sin criterio ambiental y comercial, lo que define un mercado disperso con bajas utilidades y alto costos de producción, asociado al deterioro de los recursos naturales. Adicionalmente el uso inadecuado de fertilizantes puede afectar el crecimiento de algunos cultivos y disminuir la productividad, lo que lleva a los agricultores a incrementar la aplicación de este tipo de insumos con afectación directa sobre los recursos naturales, lo que determina un modelo agrícola insostenible.

La fertilización orgánica y la biofertilización representan una alternativa tecnológica viable, sostenible y económica para mejorar las condiciones nutricionales de los cultivos con potencial para condiciones adversas de producción y sin daños al agroecosistema (Bethlenfalvay *et al.*, 1992). Por ello el uso de la fertilización orgánica ha crecido considerablemente en los últimos años. La introducción de biofertilizantes orgánicos y biológicos, resulta de gran importancia en los momentos actuales en que se dan los pasos para cambiar la llamada “Agricultura Convencional” en agricultura más amigable con el ambiente, a su vez mejorar las condiciones en la seguridad alimentaria como una alternativa para la obtención de alimentos, en calidad y cantidad más limpios. Los biofertilizantes orgánicos son abonos líquidos con mucha energía equilibrada y en armonía mineral, siendo insumos formulados con uno o varios microorganismos, los cuales proveen o mejoran la disponibilidad de nutrientes cuando se aplican a los cultivos.

La fermentación puede ocurrir sin presencia de oxígeno y se llama anaeróbica. Esta se origina a partir de la intensa actividad de los microorganismos que transforman los materiales orgánicos y producen vitaminas, ácidos y minerales complejos, indispensables para el metabolismo y perfecto equilibrio nutricional de la planta. Las sustancias que se originan a partir de la fermentación son muy ricas en energía libre, que al ser absorbidas directamente por las hojas, tonifican las plantas e impiden el desarrollo de enfermedades y el constante ataque de insectos. Funcionan principalmente al interior de las plantas, activando el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa de las mismas, a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas y coenzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejas entre otros, presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas que se establece entre las plantas y la vida del suelo.

Los biofertilizantes enriquecidos con cenizas, sales minerales o con harinas de rocas molidas, después de su periodo de fermentación (30 a 90 días), están listos y equilibrados en una solución tampón y coloidal, donde sus efectos pueden ser muy superiores a los

micronutrientes técnicamente recomendados por la agroindustria para ser aplicados por vía foliar o edáfica a los cultivos.

Según la FAO, la agricultura orgánica comprende un sistema holístico de gestión de la producción que fomenta y mejora la salud del agroecosistema y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo requiriéndose tecnologías, basadas en la información técnico-científica verificada que permita una apropiación y expansión.

La agricultura orgánica debe ser sostenible, a su vez plantea desafíos nuevos a los países especialmente en la posibilidad de contribuir a la calidad del medio ambiente, la generación de ingresos y la seguridad alimentaria. Esto debido a que los consumidores deberían acceder a una amplia gama de productos seguros y de elevada calidad proporcionados en las opciones agrícolas y hortofrutícolas sostenibles las cuales sirvan de apoyo a nuevas oportunidades comerciales a nivel nacional e internacional. Los conocimientos tradicionales se pueden aplicar a la agricultura orgánica combinada con la biológica, genética y molecular, tecnologías de producción nuevas e innovadoras para proporcionar oportunidades comerciales que permitan la generación de ingresos y un mayor aporte al auto-suministro de alimentos.

Conscientes de que los métodos de producción orgánica a ser elegidos por los agricultores dependen de las condiciones agroecológicas y de la disponibilidad y costo del insumo básico de materia orgánica, es importante en este proceso analizar al mismo tiempo las bases para la implementación del sistema productivo sostenible, realizando el cambio a tecnologías amigables con el ambiente, el incremento de la producción y por tanto un importante beneficio, bajo el concepto de agricultura sostenible, al asegurar los alimentos a la población. El uso de biofertilizantes será más intensivo en cultivos hortofrutícolas, siendo importante el rápido crecimiento de la planta y las altas necesidades nutricionales que se producen en un tiempo muy corto, por ello el trabajo sobre biofertilización demostrará su bondad en la respuesta positiva de los cultivos; teniendo como propósito de optimizar la capacidad productiva de las cosechas.

Los propósitos del proyecto fueron: Evaluar la respuesta del biofertilizantes orgánicos preparado en la aplicación en cultivos del Melón (*Halest Best Jumbo*) y Pimentón (*California Wonder*), además conocer la dosis más adecuada para alcanzar un óptimo rendimiento en los cultivos, realizar el análisis económico y plantear un modelo de transferencia tecnológica sobre la influencia de la producción y aplicación de abonos orgánicos como alternativa tecnológica viable, sostenible y económica para mejorar las condiciones nutricionales de cultivos hortofrutícolas.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA (MELÓN)

### 2.1. EL CULTIVO DEL MELÓN

#### 2.1.1. Origen, taxonomía y descripción

El origen del melón ha sido controvertido, ya que existen argumentos a favor de que fuera originario de Asia, mientras que otros lo situarían en África (Harlan *et al.*, 1997; Trentini, 1998; Silberstein *et al.*, 1999). Sin embargo, parece que los últimos estudios indican que su centro de origen es africano (Kirkbride, 1993), siendo el centro primario de diversificación Asia (Pitrat *et al.*, 1999, Kerje *et al.*, 2000; Kerje, 2003).

El melón fue descrito por primera vez por Linneo en *Species plantarum* (1753) y describió cinco especies de melones cultivados (Kirkbride, 1993; Kerje, 2003), desde entonces ha habido muchos estudios taxonómicos sobre el género.

Taxonómicamente, el melón se encuentra ubicado en el Reino *Plantae*, Subreino *Tracheobionta*, División *Magnoliophyta*, Clase *Magnoliopsida*, Subclase *Dilleniidae*, Superorden *Violanae*, Orden *Violales*, Familia *Cucurbitaceae*, Subfamilia *Cucurbitoideae*, Tribu *Melothrieae*, Subtribu *Cucumerinae*, Género *Cucumis*, Subgénero *Melo*, Sección *Melo*, Serie *Melo*, Especie *Cucumis melo* L. (USDA-ARS, 2013).

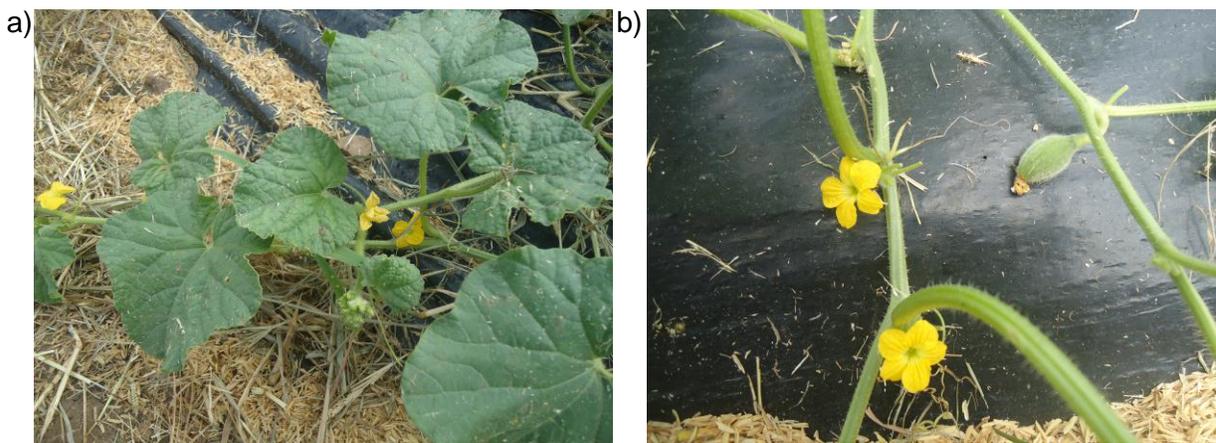
El melón (*Cucumis melo*, L.) pertenece a la familia de las Cucurbitáceas que comprende 119 géneros y 850 especies (Cucurbit, 2013), la mayoría de zonas cálidas, con una mayor presencia en las zonas tropicales y subtropicales (Kirbride, 1993). El melón es una de las especies más variables dentro del género *Cucumis*, pues es altamente polimórfica y es en los frutos de las variedades cultivadas donde se encuentra el mayor grado de diversidad.

Según Kirkbride (1993), la morfología de algunas características de determinados órganos de *Cucumis* es notablemente estable, pero otras características de los mismos órganos pueden ser muy variables. Además, apunta que algunos órganos tienen características más estables que otros, y las características que son estables en algunos taxones pueden ser muy variables en los demás. Dentro del género *Cucumis* se encuentran 34 especies (Cucurbit, 2013), donde se incluyen los dos principales cultivos de hortalizas comerciales, el melón y el pepino (Kirkbride, 1993).

La clasificación sugerida por Robinson and Decker-Walters (1997) es la más utilizada en la literatura actual y divide a la especie *Cucumis melo* en seis variedades o grupos botánicos: *Cantaloupensis*, *Inodorus*, *Conomon*, *Dudaim*, *Flexuosus* y *Momordica*.

### 2.1.2. Características del cultivo

El melón es una planta herbácea, anual, rastrera, o trepadora si se facilita un entutorado apropiado, con zarcillos sencillos de 20 - 30 cm de longitud que nacen en las axilas de las hojas, junto a los brotes en formación. La planta desarrolla unas raíces abundantes y rastreras, con un crecimiento rápido entre los 30 - 40 cm del suelo, donde alcanzan su mayor densidad. Algunas veces superan el metro de profundidad. El tallo es herbáceo y suele ser veloso, pudiendo ser rastrero o trepador, ayudado por sus zarcillos. Las hojas, normalmente vellosas y ásperas, son de tamaño y forma muy variados (Figura N° 1, a): enteras, veniformes, pentagonales o lobuladas (3 a 7 lóbulos) (Zapata *et al.*, 1989), alternas y con un pecíolo largo de 10-15 cm (Reche, 2007).



**Figura N° 1.** Planta de melón. a) detalle de hojas y pecíolo. b) tallo y flor femenina.

Puede presentar flores monoicas (masculinas y femeninas, separadas y en la misma planta), andromonoicas (masculinas y hermafroditas), ginomonoicas (mayoría de flores femeninas pero también hermafroditas) y hermafroditas (todas las flores hermafroditas). La mayor parte de las variedades cultivadas pertenecen al grupo de las andromonoicas (Maroto, 2008). Las flores masculinas son las que primero aparecen en los nudos del tallo y nunca en los nudos de ramificaciones secundarias o terciarias donde aparecen las flores femeninas o hermafroditas, ambos tipos de flor tienen corola amarilla (Figura N° 1, b).

La planta produce muchas más flores masculinas que femeninas o hermafroditas, y la proporción depende especialmente de las condiciones climáticas, sobretodo de la luz y la temperatura. La polinización es entomófila, pudiendo ser fecundadas con el polen de la misma flor (autofecundación), con el polen de las flores de la misma planta (autopolinización) o con el polen de otras plantas (fecundación cruzada). Las flores femeninas no fecundadas se desprenden del tallo a los pocos días (Zapata *et al.*, 1989). El fruto es una baya grande con placenta carnosa y epicarpio quebradizo, con rasgos muy diversos dependiendo de la variedad cultivada (Reche, 2007). El interior del fruto está

formado por la pulpa y la cavidad placentaria donde se encuentran las semillas. La forma, tamaño y color de piel y de pulpa es variable dependiendo del tipo de melón. La madurez se alcanza aproximadamente a los 45 días de haber sido fecundada la flor, dependiendo entre otros de la variedad y las condiciones climáticas (Zapata *et al.*, 1989).



**Figura Nº 2.** Planta de melón, detalle del fruto.

La forma del fruto (Figura Nº 2), puede ser redondeada, alargada, elíptica, ovoide. La corteza puede tener color verde, amarillo, anaranjado, blanco, y a su vez ésta puede ser lisa, escriturada o reticulada. Además el color de la pulpa varía entre blanquecino, verdoso, anaranjado, rojizo o combinación de los distintos colores (Baixauli *et al.*, 2008).

### **2.1.3. Composición nutricional del melón**

El melón contiene una altísima cantidad de agua (90-95%) y una cantidad de azúcar (6%) inferior a la de otras frutas; hecho que unido a que apenas contiene grasa, hace del melón una de las frutas con menor contenido calórico (Ávila *et al.*, 2007).

Aporta una cantidad apreciable de diversas vitaminas y minerales. Concretamente, 100 gramos de melón sin corteza, proporcionan la mitad de la dosis diaria recomendada de vitamina C, y junto a la naranja es una de las frutas con mayor contenido en ácido fólico. La pulpa puede tener un uso medicinal ya que se le atribuyen propiedades diuréticas y es rica en vitaminas B y C por lo que son beneficiosos para la piel y el sistema nervioso.

Es de destacar el alto contenido de esta fruta en provitamina A (principalmente beta-caroteno). El beta-caroteno, además de transformarse en vitamina A en nuestro organismo, ejercer un papel importante en la prevención frente a diversas enfermedades como el cáncer, enfermedades cardiovasculares, cataratas y degeneración macular senil (causa más importante de la ceguera legal, visión por debajo de 20/200), dada su capacidad antioxidante y moduladora de la respuesta inmunitaria. En cuanto a los minerales, cabe destacar su riqueza en potasio, aunque también contiene cantidades

apreciables de fósforo, hierro y magnesio (Ávila *et al.*, 2007).

La principal utilización del melón es como fruta fresca. Además puede ser utilizado como producto procesado en la elaboración de jugos, néctares, dulces, confituras y mermeladas, e incluso licor.

#### 2.1.4. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de melón

La mayoría de los factores ambientales son difícilmente modulables, se ha comprobado que tienen una gran influencia en la calidad y valor nutricional de numerosos productos agrarios (Romojaro *et al.*, 2007).

Los factores climáticos de forma conjunta son fundamentales para el adecuado funcionamiento del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación de uno de ellos incide sobre el resto.

##### 2.1.4.1. Clima y Temperatura

La planta de melón es de climas cálidos y no excesivamente húmedos, de forma que en regiones húmedas y con escasa insolación, su desarrollo se ve afectado negativamente, apareciendo alteraciones en la maduración y calidad de los frutos (Elías y Castellví, 2001).

En el cultivo del melón la temperatura es una de las variables que más influye en la germinación de las semillas, ya que esta puede afectar la capacidad de germinación, la tasa de germinación y la frecuencia de germinación (Tabla N° 1). A su vez influye en el crecimiento vegetativo (Baker and Reddy, 2001), en la floración y polinización (Maestro and Álvarez, 1988) y en la maduración de los frutos (Aggelis *et al.*, 1997).

**Tabla N° 1.** Temperaturas críticas para melón en las distintas fases de desarrollo.

Helada		1°C
Detención de la vegetación	Aire	13-15°C
	Suelo	8-10°C
Germinación	Mínima	15°C
	Óptima	22-28°C
	Máxima	39°C
Floración	Óptima	20-23°C
Desarrollo	Óptima	25-30°C
Maduración del fruto	Mínima	25°C

Fuente: InfoAgro (2013).

#### **2.1.4.2. Humedad**

La planta de melón necesita bastante agua en el período de crecimiento y durante la maduración de los frutos para obtener buenos rendimientos y calidad en el cultivo.

Al inicio del desarrollo de la planta, la humedad relativa debe ser de entre 65-75%, en la floración debe estar entre 60-70% y en la fructificación entre 55-65%. Una humedad relativa superior al 75% favorece el desarrollo de enfermedades (Sen *et al.*, 1999).

#### **2.1.4.3. Luminosidad**

La luminosidad es otro factor importante para los cultivos de melón, esta influye, no sólo en el crecimiento de la planta, sino en la inducción floral, fecundación de las flores, desarrollo del fruto y ritmo de absorción de elementos nutritivos; y es que los rayos solares estimulan la planta para producir frutos más firmes, dulces y sabrosos.

Según Ismail y Yusof (1996), la producción de materia seca en el melón es directamente proporcional al nivel de radiación recibida por las plantas; la conductancia estomática y la tasa fotosintética es más elevadas cuando las plantas son cultivadas con el nivel de radiación más elevado,  $11.4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ . Además, estas plantas presentan el mayor peso de fruta fresca y contenido de sólidos solubles totales, frente a aquellas que son cultivadas con un nivel bajo de radiación ( $3.0 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ).

#### **2.1.4.4. Suelo**

El melón se cultiva en varios tipos de suelo, ya que no es muy exigente. Sin embargo, se obtienen mejores resultados cuando éste es profundo, mullido, bien aireado, bien drenado, consistente y no muy ácido, tolerando suelos ligeramente calcáreos. El melón sí es exigente en cuanto a la capacidad de retención de agua por parte del suelo, ya que los encharcamientos producen podredumbres en los frutos, por lo que es necesario que el suelo tenga un buen drenaje, Además, se prefieren los suelos ricos en materia orgánica y con valores de pH comprendidos entre 6 y 7 (Zapata *et al.*, 1989).

Es una especie de moderada tolerancia a la salinidad tanto del suelo (CE de  $2.2 \text{ dS.m}^{-1}$ ) como del agua de riego (CE de  $1.5 \text{ dS.m}^{-1}$ ), aunque cada incremento en una unidad sobre la conductividad del suelo dada supone una reducción del 7,5% de la producción. El melón también es muy sensible a la baja disponibilidad en el suelo de algunos micronutrientes y macronutrientes. (InfoAgro, 2013).

## **2.1.5. Particularidades del cultivo de melón**

### **2.1.5.1. Marco de plantación**

El marco de plantación recomendado varía en función de la variedad cultivada y si el cultivo es tutorado o no. Así, si el cultivo es tutorado, se recomiendan densidades desde 1.25 – 1.50 plantas m<sup>-2</sup> hasta 2 plantas m<sup>-2</sup>, mientras que si el cultivo no se tutora, permitiéndose su crecimiento rastrero, dependiendo de la variedad cultivada, se recomiendan marcos de plantación de 0.75 y 1.0 planta m<sup>-2</sup>, aunque en algunos cultivares del tipo piel de sapo puede reducirse a 0.25 plantas m<sup>-2</sup> (Cabello *et al.*, 2004).

Cuando la distancia entre plantas es grande y se controlan las malas hierbas, su resistencia a la sequía aumenta, por eso se cultivan extensivamente en climas mediterráneos y semiáridos (Elías y Castellví, 2001).

### **2.1.5.2. Riego**

En el cultivo de melón se ha extendido el riego por goteo, que es el método de riego al que mejor se adapta. La planta es muy sensible a los encharcamientos principalmente debido a lluvias fuertes o excesivos riegos que desplazan el aire que contiene el suelo y, por tanto, el desarrollo de los pelos radiculares se reduce drásticamente debido a la carencia de oxígeno en el suelo (Navarro, 2008). Por todo ello, han quedado en desuso las técnicas de riego tradicionales anteriormente utilizadas, como el riego a pie.

El riego por goteo se caracteriza por ser riegos de alta frecuencia, es decir, que se aplican en pequeñas cantidades de agua, pero en intervalos cortos de tiempo; además la superficie mojada del suelo suele ser pequeña. Estas características hacen que se modifiquen las relaciones suelo-planta-atmósfera que influyen en desarrollo de la raíz, se disminuye la evaporación directa del suelo, se modifican las condiciones de salinidad, etc... (Solorzano, 2008). La alta frecuencia de aplicación del agua implica unas importantes consecuencias sobre su aprovechamiento, ya que al estar siempre el suelo a capacidad de campo, las plantas absorben el agua con mucha facilidad (Fuentes, 1996).

El riego por goteo requiere para su eficaz aplicación una serie de directrices técnicas y agronómicas, que se concretan en las características técnicas de la instalación (Figura N° 3), en la estimación de las necesidades hídricas del cultivo, la programación de las dosis y de los intervalos de riego y en un adecuado manejo del mismo (Rincón, 2002).

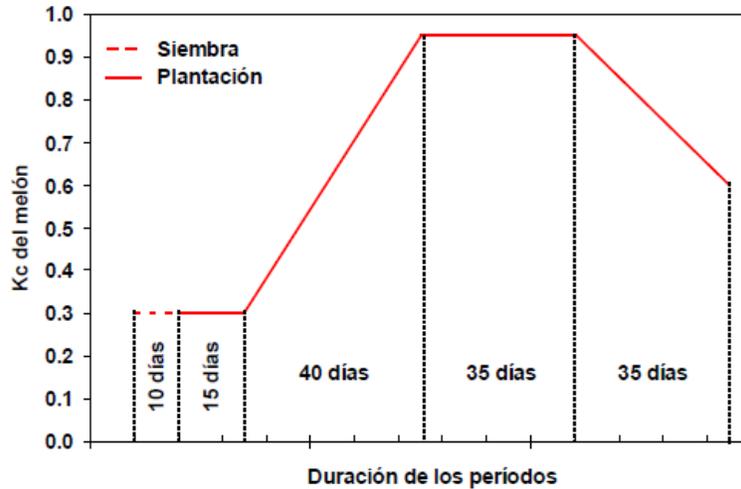


**Figura N° 3.** Instalación del riego para el cultivo de melón (goteo).

Las necesidades hídricas del cultivo es el parámetro más importante para conseguir el uso eficiente del agua de riego y depende fundamentalmente de diferentes factores como el clima, las características propias del cultivo, las condiciones del suelo, las prácticas culturales y el sistema de riego utilizado (Faci *et al.*, 1997).

Las necesidades de riego del cultivo se calcula como la diferencia entre la evapotranspiración del cultivo (ETc) y la precipitación efectiva, la cual suele ser nula a efectos prácticos en riego por goteo y para los ciclos de cultivo al aire libre, por lo que las necesidades hídricas suelen coincidir con la ETc (Rincón, 1997). La ETc se calcula como el producto del coeficiente de cultivo (Kc) y la evapotranspiración de referencia (ETo) (Doorenbos and Pruitt, 1977).

El coeficiente de cultivo (Kc) para el melón, descrito por Ribas *et al.* (1995), está formado por cuatro fases (Figura N° 4). En la primera fase, denominada fase inicial, toma un valor constante de 0.3 (Ribas *et al.*, 2000) y comprende la implantación del cultivo. La segunda fase, llamada fase de desarrollo, es una recta ascendente y representa el período en el que el cultivo tiene un rápido crecimiento. La tercera fase, fase de mediados del período, tiene un coeficiente de cultivo con valor constante y máximo de 0.95, y manteniéndose durante todo el tiempo en el que las plantas poseen una elevada biomasa foliar. En el caso del melón, esta fase comienza en los últimos días de engorde de los frutos y se extiende hasta que se producen las primeras pérdidas de superficie foliar, momento en el que se inicia la última fase, denominada fase de final del período, que toma una forma de recta descendente hasta alcanzar un valor de 0.60.



**Figura Nº 4.** Coeficiente de cultivo del melón en riego por goteo (Ribas *et al.* (1995) y Ribas *et al.* (2000)).

La evapotranspiración de referencia ( $E_{To}$ ) está definida como el consumo de una pradera de referencia que se encuentra bien regada, con una altura uniforme, creciendo activamente y dando sombra totalmente al suelo. La  $E_{To}$  se puede calcular a partir de los datos meteorológicos, utilizando para ello el método de FAO Penman-Monteith (Allen *et al.*, 2002), el cual requiere datos de radiación, temperatura del aire, humedad atmosférica y velocidad del viento.

La dosis práctica de riego se define como la cantidad de agua que debe aportarse en cada riego para satisfacer las necesidades totales de agua del cultivo en el intervalo entre riegos (Rincón, 2002). Además de las necesidades hídricas, que se han descrito anteriormente, otras cantidades adicionales de agua deben ser añadidas para compensar las pérdidas por percolación, no controlables, fuera del alcance radicular, las debidas a imperativos técnicos por falta de uniformidad y las agronómicas debidas a la salinidad del agua de riego (Rincón, 1997).

Por todo ello, el ajuste de la dosis de riego, según las características del suelo y la profundidad de las raíces, es fundamental para conseguir un manejo adecuado del agua, dicha dosis es función de las necesidades totales de agua del cultivo y de la capacidad de almacenamiento de agua del suelo, por lo que debe tenerse en cuenta el intervalo entre riegos, en función del tipo de suelo, y el tiempo de los mismos (Rincón, 1997). Dosis deficitarias producen déficit hídrico (Kozłowski, 1968) y dosis excedentarias producen pérdidas de agua y nutrientes fuera del alcance radicular (Fares and Alva, 2000).

Finalmente, los riegos se deben realizar con una determinada secuencia y de una forma determinada, distinguiéndose el riego de plantación, el riego de agarre, el forzado del sistema radicular de las plantas y los riegos de programación regular (Rincón, 2002).

El riego de plantación debe ser abundante, con un consumo de agua de unos 20 - 30 mm. Para que las plantas se establezcan definitivamente, se procede posteriormente al riego de agarre. Se consumen entre 10 y 15 mm de agua, dependiendo del tipo de suelo y de su humedad. Ambos riegos deben fraccionarse en dos o más dosis seguidas. El forzado del sistema radicular se consigue manteniendo la humedad del suelo a un nivel medio a bajo durante 15 a 20 días. Esto fuerza a la planta a extender su sistema radicular para tratar de obtener más agua. Si el sistema radicular de la planta no es fuerte, seguramente se producirán problemas de absorción de agua y nutrientes en fases vegetativas críticas. Pasado este período de forzado radicular, se inicia la programación diaria de riego, ajustándose las cantidades de acuerdo con las necesidades de la planta (Rincón, 2002).

La reciente investigación en el cultivo de melón en esta área ha sido realizada para satisfacer las necesidades de los agricultores, tratando de dar respuestas a sus preocupaciones con respecto al suministro de agua, sistemas de riego, etc... (Ribas *et al.*, 1995) y la homogeneidad y eficiencia de la distribución del agua (Ortega *et al.*, 2003).

El estrés hídrico aumenta el porcentaje de frutos rajados (Zapata *et al.* 1989) y afecta negativamente al crecimiento foliar (Hegde, 1988), con lo que se reduce la capacidad fotosintética de la planta afectando negativamente a la cosecha (Ribas *et al.*, 2001). Mientras que un exceso de riego provoca un efecto negativo en la producción comercial, principalmente debido a un mayor número de frutos rajados (Pew and Gardner, 1983) y también afecta a la calidad, al disminuir el contenido de sólidos solubles totales (Ribas *et al.* 2001).

### **2.1.5.3. Acolchado plástico**

El acolchado plástico se coloca en la línea de cultivo, generalmente cubre una banda igual o mayor a 1 m de ancho (Robinson y Decker-Walters, 1997).

Este proceso consiste en cubrir el suelo generalmente con una película de polietileno negro de unas 50 micras (0.050 mm) de grosor lo que equivaldría a unas 200 galgas, con el objeto de aumentar la temperatura del suelo, A su vez ayuda a reducir o suprimir la evaporación proveniente del suelo (Lovelli *et al.*, 2005), que junto con la transpiración de las plantas constituye el volumen total de agua perdida por evapotranspiración. Además evita la acumulación de sales en la superficie del suelo, al reducirse la conductividad del terreno, pudiéndose utilizar agua con niveles de salinidad moderados para riego localizado (Baudoin *et al.*, 2002).

Los acolchados plásticos del suelo se aplican para favorecer el desarrollo del cultivo ya que mejoran la absorción de nutrientes (Figura Nº 5), el uso de agua y el control de malezas (Cantamutto *et al.*, 2003).



**Figura Nº 5.** Detalle acolchado plástico.



**Figura Nº 6.** Acolchado (plantas de melón).

A su vez el acolchado plástico aumenta la concentración de  $\text{CO}_2$  en el suelo por la elevación en la temperatura, lo que significa un aumento en la evolución y actividad de la biomasa microbiana, la cual aumenta la calidad del fruto, y elude el contacto directo de este con la humedad del suelo (Figura Nº 6).

A pesar de estos beneficiosos efectos del acolchado plástico, presenta determinados problemas, como es la contaminación ambiental. Por ello, la investigación científica se está centrando en reducir la zona cubierta por el acolchado para ahorrar plásticos, con lo que se reducirían los costes y consecuentemente también se reduciría la contaminación (Cantamutto *et al.*, 2003), así como en el empleo de nuevos materiales para las cubiertas que sean fácilmente biodegradables.

#### **2.1.5.4. Fertilización**

Se recomienda realizar un análisis del suelo con fines de fertilidad, antes de sembrar, con la finalidad de saber qué tipo y cantidad de fertilizante se va aplicar al cultivo. La primera aplicación de fertilizante se realiza con fórmulas completas, con alto contenido de potasio (K). La colocación del fertilizante se hace cuando el surco está lleno de agua (Salas, 2006).

Los requerimientos de nutrientes del melón varían con el tipo del suelo y prácticas previas de fertilización, Nicklow y Gómez (1965) efectuaron un trabajo de fertilización en melón y argumentaron que el suelo en cuanto a pH, fósforo (P) y potasio (K) disponibles, son variables importantes para la aplicación de fertilizantes. Estos mismos autores, indican que la aplicación de estiércol al suelo, puede reducir la cantidad de nitrógeno (N) y fósforo (P) a aplicar (una tonelada de estiércol equivale a 24 kg de nitrógeno (N) y 18 kg de fósforo (P) por hectárea) y para complementar la nutrición se puede aplicar de 40 a 50 kg de nitrógeno (N) por hectárea, a un lado de las plantas cuando empiezan a formar guías y antes del riego que se efectúa de los 35 - 40 días obteniéndose rendimientos de  $25 \text{ t ha}^{-1}$ .

### 3. REVISIÓN DE LITERATURA (PIMENTÓN)

#### 3.1. EL CULTIVO DE PIMENTÓN

##### 3.1.1. Origen, taxonomía y descripción

El pimentón 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 (InfoAgro, 2013).

La familia de las *Solanáceas* engloban una serie de especies caracterizadas por la coincidencia floral y conocidas por su riqueza en alcaloides, entre las que se destaca por su interés agrícola y farmacéutico: el pimentón.

El género *Capsicum* representa a un diverso grupo de plantas, desde el conocido pimentón de carne gruesa o pimentón dulce, cultivado en la región de Murcia, hasta el pimentón habanero, conocido por ser el más picante de los cultivados en México (Bosland, 1996).

En el género *Capsicum* se incluyen al menos 25 especies silvestres y 5 especies domésticas, pero esto es sólo una estimación. La taxonomía descrita recientemente para el género *Capsicum*, por encima de especies es: Reino, *Plantae*; División, *Magnoliophyta*; Clase, *Magnoliopsida*; Orden, *Solanales*; Familia, *Solanaceae*; Género, *Capsicum*. Sin embargo, casi todas las variedades cultivadas se engloban dentro de la especie *Capsicum annum* L. (Milla, 1996).

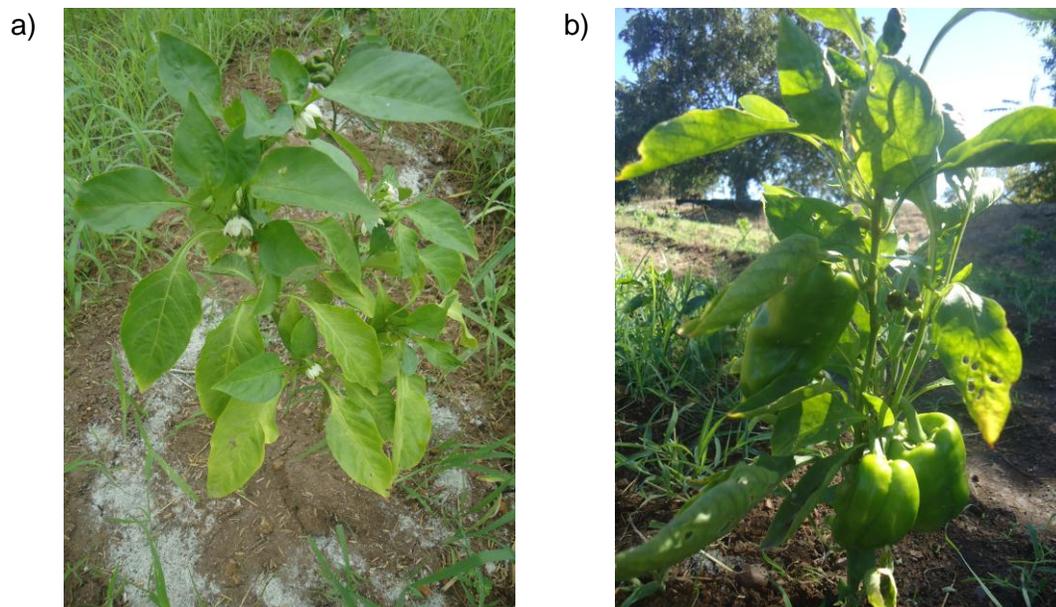
La planta de pimentón es herbácea y anual, aunque puede rebrotar y volver a producir frutos en su segundo año, si se le hace una poda de rejuvenecimiento antes de que finalice su desarrollo vegetativo (Serrano, 1996). El sistema radical del pimentón es voluminoso y profundo, está formado por una raíz principal pivotante, aunque en terrenos apelmazados o en suelos de textura pesada tiene escaso desarrollo.

##### 3.1.2. Características del cultivo

La planta se desarrolla por un tallo principal de crecimiento limitado, que ramifica en tres o cuatro ramas o tallos secundarios entre 10 y 40 cm de altura, formado una estructura conocida con el nombre de “cruz” de pimentón. Estas ramas se vuelven a bifurcar de forma dicotómica apareciendo los tallos terciarios y así sucesivamente hasta el final de su ciclo. Sus hojas son enteras, lampiñas y lanceoladas, con un ápice muy pronunciado (acuminado) y un pecíolo largo y poco aparente (Figura Nº 7, b). 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. 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.

Las flores del pimentón (Figura N° 7, a), son hermafroditas y alógamas y están formadas por pétalos blancos. Suelen aparecer solitarias en cada nudo del tallo, concretamente en la axila de la hoja y son más o menos pequeñas dependiendo de las variedades. Para que se produzca la floración, es necesario que la planta alcance un grado de madurez, que se consigue cuando tiene alrededor de 10 hojas (Serrano, 1996).



**Figura N° 7.** Planta de pimentón. a) detalle de hojas y flor. b) tallo y pecíolo.

El fruto del pimentón se define botánicamente como una baya, constituida por un grueso y jugoso pericarpio, y un tejido placentario al que se unen las semillas, dando lugar a una estructura de superficie tersa, hueca, voluminosa, llena de aire y con forma de cápsula. Estas características del fruto, así como su tamaño, dependen de la variedad (Nuez y col., 1996).

Las semillas de pimentón son redondeadas y ligeramente reniformes, suelen tener de 3 a 5 mm de longitud, se insertan sobre una placenta cónica de disposición central, y son de color amarillo pálido.

El fruto (Figura N° 8), semicartilaginoso y de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco); dependiendo de algunas variedades van pasando del verde al anaranjado y al rojo a medida que van madurando. Su tamaño es variable, pudiendo pesar desde escasos gramos hasta más de 500 gramos.



**Figura N° 8.** Planta de pimentón, detalle del fruto.

### **3.1.3. Composición nutricional del pimentón**

El principal componente del pimentón es el agua (Tabla N° 2), seguido de los hidratos de carbono, lo que hace que sea una hortaliza con un bajo aporte calórico. Además, es una buena fuente de fibra y, al igual que el resto de verduras, su contenido proteico es muy bajo y apenas aporta grasa. Su consumo es bastante frecuente debido a la atractiva combinación de color, sabor y valor nutricional que posee. Como hortaliza, los frutos del pimentón se pueden consumir tanto maduros (rojos), como inmaduros (verdes), siendo una fuente importante de vitaminas C y E (Palevitch y Craker, 1995; Daood y col., 1996).

El fruto fresco del pimentón se destaca por sus altos contenidos en vitaminas A y C y en calcio. Este puede llegar a contener más del doble de vitamina C de la que albergan frutas como la naranja o la fresa (Vanderslice y col., 1990). Los niveles de vitamina C, carotenoides y compuestos fenólicos pueden variar en función de diferentes factores como: tipo y variedades de cultivo, prácticas agrícolas (ecológica y tradicional), estadio de maduración y condiciones de almacenamiento (Lee y col., 2000; Tudela y col., 2002; Howard y col., 2002; Asami y col., 2003; Marín y col., 2004; Zhang y col., 2003; Vian y col., 2006; Howard y col., 2000).

Adicional él fruto del pimentón puede tener diversos contenidos de capsainoides, alcaloides responsables del sabor picante y de pigmentos carotenoides.

**Tabla Nº 2.** Composición nutricional. (100 gr de parte comestible)

COMPUESTO	CANTIDAD	
	Picante	Dulce
Agua	87.74 g	92.19 g
Calorías	40	27
Carbohidratos	9.46 g	6.43 g
Grasas	0.20 g	0.19 g
Proteínas	2 g	0.89 g
Fibra	1.5 g	2.0 g
Cenizas	0.6 g	0.3 g
Calcio	18 mg	9 mg
Potasio	340 mg	177 mg
Fósforo	46 mg	19 mg
Hierro	1.2 mg	0.46 mg
Vitamina A	10750 U.I.	5700 U.I.
Tiamina	0.09 mg	0.066 mg
Riboflavina	0.09 mg	0.030 mg
Niacina	0.95 mg	0.509 mg
Ácido ascórbico	242.5 mg	190 mg

**Fuente:** FAO y USDA (2013)

### 3.1.4. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo del pimentón

La mayoría de los factores ambientales son difícilmente modulables, se ha comprobado que tienen una gran influencia en la calidad y valor nutricional de numerosos productos agrarios (Romero *et al.*, 2007).

#### 3.1.4.1. Clima y Temperatura

El pimentón es una planta parcialmente alógama, perenne, de origen sub-tropical, que se cultiva como anual en zonas templadas. Es sensible al frío.

Para la producción de pimentón son preferibles zonas de regadío áridas, con gran luminosidad, factor que facilita el secado e incide en la calidad final del producto, al provocarle una coloración roja intensa (Agrobit, 2013).

Para su crecimiento requiere una temperatura media mensual de 18 a 22°C, con días cálidos (20 a 25°C) y noches frescas (16 a 18°C). El crecimiento se detiene debajo de los 10°C. La planta sufre los daños por heladas con temperaturas debajo de 0°C.

La temperatura juega un rol importante en la floración, fecundación y formación de los frutos (Tabla Nº 3). Valores por debajo de los 15°C, o superiores a 35°C producen caída de flores e impiden la formación de los frutos (Agrobit, 2013).

Los saltos térmicos (diferencia de temperatura entre la máxima diurna y la mínima nocturna) ocasionan desequilibrios vegetativos.

**Tabla Nº 3.** Temperaturas críticas para pimiento en las distintas fases de desarrollo.

FASES DEL CULTIVO	TEMPERATURA (°C)		
	ÓPTIMA	MÍNIMA	MÁXIMA
Germinación	20-25	13	40
Crecimiento vegetativo	20-25 (día) 16-18 (noche)	15	32
Floración y fructificación	26-28 (día) 18-20 (noche)	18	35

**Fuente:** InfoAgro (2013).

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.

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 altas temperaturas provocan la caída de flores y frutitos (InfoAgro, 2013).

#### **3.1.4.2. Humedad**

La humedad relativa óptima oscila entre el 50% y el 70%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. La coincidencia de altas temperaturas y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y de frutos recién cuajados (InfoAgro, 2013).

#### **3.1.4.3. Luminosidad**

Es una planta muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración. El cultivo del pimentón necesita mucha luz y ser plantados a pleno sol.

#### **3.1.4.4. Suelo**

Los suelos más adecuados para el cultivo del pimentón son los franco-arenosos, profundos, ricos, con un contenido en materia orgánica del 3 - 4% y principalmente bien drenados.

Los valores de pH óptimos oscilan entre 6.5 y 7 aunque puede resistir ciertas condiciones de acidez (hasta un pH de 5.5); en suelos enarenados puede cultivarse con valores de pH próximos a 8. En cuanto al agua de riego el pH óptimo es de 5.5 a 7.

Es una especie de moderada tolerancia a la salinidad tanto del suelo como del agua de riego, aunque en menor medida que el tomate. Un nivel de 3.300 microhoms de CE provoca importantes pérdidas en la producción.

En suelos con antecedentes de *Phytophthora* sp. Es conveniente realizar una desinfección previa a la plantación (InfoAgro, 2013).

Es una especie de elevado requerimiento de nitrógeno y potasio; si bien altos niveles de nitrógeno provocan retrasos en la maduración del fruto. La cantidad de cada nutriente a aplicar debe calcularse de acuerdo al análisis de cada situación particular (Agrobit, 2013).

### **3.1.5. Particularidades del cultivo del pimentón**

#### **3.1.5.1. Marco de plantación**

El marco de plantación se establece en función del porte de la planta, que a su vez dependerá de la variedad comercial cultivada. El más frecuentemente empleado en los invernaderos es de 1.0 metro entre líneas y 0.50 metros 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 – 3.0 plantas por metro cuadrado.

También es frecuente disponer líneas de cultivo pareadas, distantes entre sí 0.80 metros y dejar pasillos de 1.2 metros entre cada par de líneas con objeto de favorecer la realización de las labores culturales, evitando daños indeseables al cultivo.

En cultivo bajo invernadero la densidad de plantación suele ser de 20.000 a 25.000 plantas/ha. Al aire libre se suele llegar hasta las 60.000 plantas/ha (InfoAgro, 2013).

#### **3.1.5.2. 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 aspersión, no, porque mojando las hojas y frutos se favorece el desarrollo de hongos.

El cultivo del pimentón se considera entre sensible y muy sensible al estrés hídrico, tanto por exceso como por defecto de humedad. Junto con el abonado nitrogenado, el riego es el factor que más condiciona el crecimiento, desarrollo y productividad de este cultivo.

En los cultivos protegidos de pimentón el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y es función del estado fenológico

de la planta así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.).

En el cultivo de pimentón tras el asentamiento de la planta resulta conveniente recortar riegos, con el fin de potenciar el crecimiento del sistema radicular. Durante la primera floración, un exceso de humedad puede provocar la caída de las flores.

En cultivo hidropónico el riego está automatizado y existen distintos sistemas para determinar las necesidades de riego del cultivo, siendo el más extendido el empleo de bandejas de riego a la demanda. El tiempo y el volumen de riego dependerán de las características físicas del sustrato (InfoAgro, 2013).

### **3.1.5.3. Fertilización**

En cuanto a la nutrición, el pimentón es una planta muy exigente en nitrógeno durante las primeras fases del cultivo, decreciendo la demanda de este elemento tras la recolección de los primeros frutos verdes, debiendo controlar muy bien su dosificación a partir de este momento, ya que un exceso retrasaría la maduración de los frutos. La máxima demanda de fósforo coincide con la aparición de las primeras flores y con el período de maduración de las semillas. La absorción de potasio es determinante sobre la precocidad, coloración y calidad de los frutos, aumentando progresivamente hasta la floración y equilibrándose posteriormente. El pimentón también es muy exigente en cuanto a la nutrición de magnesio, aumentando su absorción durante la maduración (InfoAgro, 2013).

El pimentón es una especie de altos requerimientos de nitrógeno y potasio. Las recomendaciones deben ser realizadas de acuerdo a un análisis de suelo, disponibilidad de nutrientes y rendimientos esperados. Un rendimiento de 35 tones/ha extrae del suelo: 120 Kg. de Nitrógeno (N), 170 Kg. de Potasio ( $K_2O$ ) y 30 Kg. de Fosforo ( $P_2O_5$ ).

## 4. REVISIÓN DE LITERATURA (BIOFERTILIZANTE)

### 4.1. EL BIOFERTILIZANTE EN LA AGRICULTURA

El uso intensivo de agrotóxicos y fertilizantes de síntesis química con altas concentraciones de nutrientes en la agricultura ha promovido diversos problemas del orden ambiental, como la contaminación de alimentos, el agua y el suelo, desequilibrios biológicos (eliminación de organismos benéficos, eutroficación y surgimiento de resistencia de patógenos y plagas), y reducción de la diversidad.

Por ello se vienen estudiando alternativas para nutrir los cultivos y controlar enfermedades y plagas que los afectan. En este marco se destaca el uso de materia orgánica de origen animal o vegetal, ya sea a través de su incorporación al suelo como de su transformación para su uso posterior. Una de las transformaciones conocidas es la digestión tanto aerobia como anaerobia de estiércol denominado Biofertilizante y utilizado tanto en pulverizaciones foliares como aplicándose directamente al suelo.

Los Biofertilizantes líquidos (Bioles) son definidos como preparados que contienen células vivas o latentes de cepas microbianas eficientes, fijadoras de nitrógeno, solubilizadoras de fósforo, potencializadoras de diversos nutrientes o productos de sustancias activas, que se utilizan para aplicar a las semillas o al suelo. El objetivo es el de incrementar el número de estos microorganismos en el medio y acelerar los procesos microbianos, de tal forma que se aumenten las cantidades de nutrientes que puedan ser asimilados por las plantas o se hagan más rápidos los procesos fisiológicos que influyen sobre el desarrollo y rendimiento de los cultivos (Martínez, 2002).

#### 4.1.1. Biofertilizantes líquidos

En la horticultura y especialmente en los cultivos intensivos, el aporte de nitrógeno proveniente de la mineralización de los restos frescos y de la materia orgánica del suelo no es suficiente para cubrir los requerimientos de los cultivos comerciales. Así es necesaria la incorporación de fuentes de nitrógeno y otros nutrientes para alcanzar buenos rendimientos comerciales. Dentro de los fertilizantes que se utilizan, se encuentran los fertilizantes inorgánicos que son producidos por el hombre a través de procesos químicos y los abonos orgánicos que son productos de origen animal o vegetal, como es el caso de los Biofertilizantes líquidos preparados artesanalmente.

Los Biofertilizantes líquidos (Biol o Bioles) se originan a partir de la fermentación de materiales orgánicos (Figura N° 9), dentro del cual, los tres ingredientes básicos que se encuentran son estiércoles, suero de leche o leche cruda y melaza o jugo de caña de azúcar. El estiércol más comúnmente utilizado es el de bovinos. Este es rico en nitrógeno, fósforo y potasio, presentando muchos microorganismos ruminales (si es fresco). El suero y la leche cruda poseen microorganismos lácteos. Estos microorganismos funcionan

como controladores de pH y cumplen una función importante en el proceso de fermentación (Usugami, 1999). La melaza y/o jugo de caña de azúcar proveen de energía a los microorganismos ruminales; es decir, actúan fundamentalmente como aceleradores del proceso de fermentación (Cho, 1999).



**Figura Nº 9.** Biofertilizante preparado artesanalmente.

Los Biofertilizantes son abonos líquidos con mucha energía equilibrada y en armonía mineral, que se ha colocado a fermentar por varios días en toneles o tanques de plástico, bajo un sistema anaeróbico (sin la presencia de oxígeno) y muchas veces enriquecidos con harina de rocas molidas o algunas sales minerales como son los sulfatos de magnesio, zinc, cobre, etc. (Restrepo, 2007).

#### **4.1.2. Materiales utilizados en la preparación de Biofertilizantes**

**Estiércol de animales.** Para Rojas, R. y González, L. (1993), el estiércol es material inestable y biodegradable en las condiciones en que normalmente se encuentra en los establos. El desecho más balanceado en celulosa y nutrientes está ya preparado para la digestión anaeróbica.

Según el boletín de materias orgánicas fertilizantes de la FAO (1975), el estiércol es un fertilizante orgánico que más abunda y del que se dispone más fácilmente. Se obtiene recogiendo y elaborando los excrementos de los animales domésticos empleando procesos tecnológicos.

**Composición del estiércol.** Suquilanda, M. (1995), manifiesta que el estiércol no es un abono de composición fija, ésta depende de la edad de los animales de que procede, de la especie, de la alimentación a la que están sometidos, trabajo que realizan, actitud naturaleza y composición de camas, otros. Las diversas especies animales producen excrementos de composición química diferente. A continuación se detallan los resultados consignados por varios autores (Tabla Nº 4 y 5).

**Tabla N° 4.** Composición de los estiércoles frescos.

ANIMAL	COMPOSICIÓN				
	Agua %	Mat. Org. Kg/TM	N Kg/TM	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Kg/TM	K <sub>2</sub> O Kg/TM
Vacuno	83	170	50	20	35
Caballos	74	260	65	25	75
Cerdos	86	140	50	35	65
Ovejas	66	340	105	30	95
Gallinas	55	450	105	80	40

**Fuente:** Revista desde el Surco (s/f).

**Tabla N° 5.** Composición química de desechos animales en base fresca.

ANIMAL	COMPOSICIÓN (Expresado en porcentaje)			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	M. Seca
Vacuno	0.6	0.3	0.7	25
Porcino	0.6	0.6	0.4	25
Avícola	2.2	2.8	1.9	10

**Fuente:** Grundey (1982).

**Leche.** Para Ramírez, G. (2001), la leche y otros derivados (Tabla N° 6), fortifican y ayudan a multiplicar los microorganismos de la sustancia y también aportan algunos nutrientes importantes para la planta y el suelo.

**Tabla N° 6.** Propiedades de la leche de vaca.

Aporte nutricional de la leche			
Calorías	59 a 65 kcal	Agua	87% al 89%
Carbohidratos	4.8 a 5 gr.		
Proteínas	3 a 3.1 gr.		
Grasas	3 a 3.1 gr		
Minerales			
Sodio	30 mg.	Fósforo	90 mg.
Potasio	142 mg.	Cloro	105 mg.
Calcio	125 mg.	Magnesio	8 mg.
Hierro	0.2 mg.	Azufre	30 mg.
Cobre	0.03 mg.		

**Fuente:** Zonadiet (2013).

En cuanto a las vitaminas, la leche contiene tanto del tipo hidrosolubles como liposolubles, aunque en cantidades que no representan un gran aporte. Dentro las vitaminas que más se destacan están presentes la riboflavina y la vitamina A (Zonadiet, 2013).

**Melaza.** Ramírez, G. (2001), indica que el objetivo principal de la melaza es el de alimentar y dar energía a los microorganismos que están presentes en las sustancias, con el fin de favorecer su multiplicación y su actividad microbiológica, además de aportar nutrientes como: potasio, calcio, magnesio y micronutrientes como el boro.

**Agua.** Para Ramírez, G. (2001), es mejor utilizar agua fresca y en lo posible de nacimientos o de lluvia, señala que no es recomendable el agua proveniente de acueductos que son tratados con cloro.

**Geniza o carbón.** Las cenizas se obtienen por la combustión de madera o corteza de madera en diferentes industrias de fabricación de tableros y pasta de papel para la obtención de energía. Las elevadas cantidades de este residuo y el coste que representa su almacenaje ha suscitado un interés en la búsqueda de alternativas.

Las cenizas de madera presentan contenidos importantes de diferentes nutrientes como K, P, Mg y Ca, los cuales se encuentran en formas relativamente solubles (Someshwar, 1996; Vance, 1996). Algunos de estos elementos se encuentran como óxidos, hidróxidos y carbonatos, por lo que el material presenta un fuerte carácter alcalino (Etiégni y Campbell, 1991). De este modo, el potencial neutralizante expresado en términos de equivalentes de  $\text{CaCO}_3$ , varía entre el 25 y el 100 %, por lo que es posible su uso para corregir la acidez de suelos ácidos (Ohno y Erich, 1990).

**Cal.** La materia prima utilizada en la elaboración de la cal es la piedra caliza, que es una roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), generalmente calcita.

La función principal de la cal es regular el nivel de acidez que se presenta durante todo el proceso de fermentación, cuando se elabora el abono orgánico, aportando carbonato de calcio al suelo (Restrepo, 1996).

#### **4.1.3. Condiciones de preparación del Biofertilizante**

La secuencia de los procesos va a estar dada por que existan condiciones óptimas para el desarrollo de las bacterias encargadas de producir la descomposición de los materiales que se encuentra en el Biodigestor, dentro de los cuales se cita (Soria *et al*, 2001).

**Temperatura.** Los niveles de reacción química y biológica normalmente aumentan con el incremento de la temperatura, hasta cierto punto. Temperaturas por encima de los valores

críticos producen la degradación de las enzimas, afectando la actividad microbiana y por ende la fermentación. La temperatura óptima para las bacterias es de entre 15 y 40°C.

**Hermetismo.** Para que el proceso de fermentación se lleve a cabo el tanque de fermentación debe estar cerrado. La fermentación anaerobia, es un proceso complejo desde el punto de vista microbiológico, al estar enmarcado en el ciclo anaerobio del carbono, es posible en ausencia de oxígeno, transformar la sustancia orgánica en biomasa y compuestos inorgánicos en su mayoría volátiles: CO<sub>2</sub> (Dióxido de carbono); NH<sub>3</sub> (Amoníaco), H<sub>2</sub>S (Ácido sulfhídrico), N<sub>2</sub> (Di nitrógeno) y CH<sub>4</sub> (Metano), (Soubes, 1994).

Este proceso presenta como ventaja que se optimiza el material orgánico utilizado ya que se captan todos los productos y subproductos (gases y líquidos con sólidos disueltos), con poca pérdida de elementos nutritivos cosa que no ocurre en la biodegradación aerobia. Por lo que los materiales derivados de la degradación anaerobia presentan una mayor riqueza nutricional que los producidos por digestión aerobia (Soria *et al*, 2001).

**Tiempo de retención.** Es el tiempo promedio en el que la materia orgánica es degradada por los microorganismos. Se ha observado que a un tiempo corto de retención se produce mayor cantidad de biogás, pero un residuo de fertilizante de baja calidad por haber sido parcialmente digerido. Para tiempos largos de retención se obtendrá un rendimiento bajo en biogás, pero con un efluente más degradado y con excelentes características como fuente de nutrientes.

**Relación C/N.** La relación óptima es de 30/1, si la relación es baja por ejemplo 10/1, se pierde nitrógeno asimilable, mientras que si la relación es alta 40/1, se inhibe el crecimiento por falta de nitrógeno.

**pH.** En biodigestores operados con estiércol de bovinos el pH óptimo es de 6,5 a 7,5 con límites de 6,5 a 8 (Soria *et al*, 2001). Si las bacterias metanogénicas no alcanzan a convertir rápidamente los AGV (Ácido Graso Volátil) a medida que lo producen las bacterias acetogénicas, éstos se acumulan y disminuyen el pH en el digestor lo que puede provocar la inhibición de las bacterias metanogénicas y la detención del proceso anaeróbico (Viñas M, 1999.). Sin embargo, el equilibrio CO<sub>2</sub>-bicarbonato opone resistencia al cambio de pH.

**Agitación.** Esta práctica es recomendada para facilitar el contacto de las bacterias con los materiales.

#### 4.1.4. Elaboración del Biofertilizante

El procedimiento utilizado para la obtención del Biofertilizante consiste en fermentar por treinta días, en sistema cerrado, en ausencia de aire, una mezcla de estiércol fresco de bovino, preferentemente lechero a causa de poseer una alimentación más variada y agua en una proporción del 50% en volumen.

Para obtener un sistema anaeróbico se coloca la mezcla en un recipiente plástico de 200 lts, dejando un espacio vacío de 15 a 20 cm. en su interior. Se cierra y se adapta una manguera a la tapa, sumergiendo el otro extremo en un recipiente con agua para la salida de los gases y evitar la entrada de oxígeno, el cual alteraría el proceso de fermentación y la calidad del producto. La fermentación tendrá una duración aproximada de 30 días, después el material debe ser colado para separar la parte sólida más pesada, de la parte líquida que será utilizada como Biofertilizante en pulverizaciones foliares. Este producto no debe ser almacenado por mucho tiempo, para no alterar sus características, esto es demostrado en el cuadro extraído del trabajo de Santos, *et al*, 1994, que se presenta a continuación.

Como se muestra en la tabla N° 7 las mayores concentraciones de los minerales se producen a los 30 días de fermentación, por lo que se recomienda utilizar este Biofertilizante inmediatamente después de los 30 días de fermentación.

**Tabla N° 7.** Composición Química de un Biofertilizante en ppm a través del Tiempo

Elementos en ppm	Días de fermentación			
	30	60	90	120
CaCO <sub>3</sub>	3260	2600	2460	2372
SO <sub>3</sub> (Sulfito)	447	170	97.2	112
PO <sub>4</sub>	1668	569	410	320
SiO <sub>2</sub>	83.1	168	143	177
Fe (Total)	44.7	11.3	9.7	11
Cl	1160	810	1090	840
Na	166	250	276	257
K	970	487	532	500
Mo/Litro	1.1	1	1	1
B/Litro	1.1	1	1	1
Zn	6.7	3.7	1.3	1.7
Cu	1.1	0.7	1	0.2
Mn	16.6	4.7	3.8	4.6
Mg	312	305	281	312
Ph	7.8	7.4	7.6	7.7

**Fuente:** Santos (1994).

El Biofertilizante a partir de estiércol vacuno según Suquilanda (1995), presenta las características dadas en la tabla N° 8.

**Tabla N° 8.** Composición Bioquímica del Biofertilizante,  
Proveniente del estiércol

Elementos en ppm	Unidad	Biofertilizante
Solidos Totales	%	5.6
Materia Orgánica	%	38
Fibra	%	20
Nitrógeno (N)	%	1.6
Fósforo (P)	%	0.2
Potasio (K)	%	1.5
Calcio (Ca)	%	0.2
Azufre (S)	%	0.2
Ácido idol - acético	mg/g	12
Giberalinas	mg/g	9.7
Purina	mg/g	9.3
Tiamina (B1)	mg/g	187.5
Riboflavina (B2)	mg/g	83.3
Piridoxina (B6)	mg/g	31.1
Ácido Nicotínico	mg/g	10.8
Ácido Fólico	mg/g	14.2
Cisteína	mg/g	9.9
Triptófano	mg/g	56.6

**Fuente:** Suquilanda, M. (1995).

#### 4.1.5. Función de los Biofertilizantes

Funcionan principalmente al interior de la plantas, activando el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa de las mismas, a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas y coenzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejas, entre otros, presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas que se establecen entre las plantas y la vida del suelo.

Los Biofertilizantes enriquecidos con cenizas o sales minerales, o con harina de rocas molidas, después de su periodo de fermentación (30 a 90 días), estarán listos y equilibrados en una solución tampón y coloidal, donde sus efectos pueden ser superiores de 10 a 100 000 veces las cantidades de los micronutrientes técnicamente recomendados por la agroindustria para ser aplicados foliarmente al suelo y a los cultivos (Restrepo, 2007).

Adicional son una fuente de fitoreguladores que en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas sirviendo para las siguientes actividades agronómicas: enraizamiento (aumenta y fortalece la masa radicular), acción sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, lo que determina un aumento significativo de las cosechas (Medina, 1990).

#### 4.1.6. Uso del Biofertilizante

Sirven para nutrir, recuperar y reactivar la vida del suelo, fortalecer la fertilidad de las plantas y la salud de los animales, al mismo tiempo que sirven para estimular la protección de los cultivos contra el ataque de insectos y enfermedades. Por otro lado, sirven para sustituir los fertilizantes químicos altamente solubles de la industria, los cuales son muy costosos y vuelven dependientes a los agricultores (Restrepo, 2007).

El uso de los Biofertilizantes implica una adición al cultivo de macro y micronutrientes, microorganismos y sus metabolitos, y de compuestos orgánicos e inorgánicos con efectos sobre las plantas y sobre la comunidad microbiana de la hoja y del suelo. El control de enfermedades a base de Biofertilizantes puede deberse a la presencia de metabolitos producidos por los microorganismos presentes, como por su acción directa sobre los patógenos y o sobre el hospedero (Bethiol *et al*, 1998).

El Biofertilizante puede ser usado en una gran variedad de especies vegetales de ciclo corto, anual, bianual o perenne: gramíneas forrajeras, leguminosas, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos, y ornamentales, en aplicaciones dirigidas al follaje, al suelo, a la semilla y/o raíz (El Comercio, 1995).

#### 4.1.7. Dosificación y aplicación del Biofertilizante

Existen distintas concentraciones de dosificación y aplicación para los Biofertilizantes; algunas recomendaciones son (Tabla N° 9):

**Tabla N° 9.** Dosis recomendad al suelo para los Biofertilizantes

Concentraciones	Biofertilizante (Litros)	Agua (Litros)	Total (Litros)
5 %	1	19	20
10 %	2	18	20
20 %	4	16	20
25 %	5	15	20
50 %	10	10	20
75 %	15	5	20

**Fuente:** Ramírez (2001).

Según Claure, 1992. El biofertilizante puede ser aplicado en las siguientes formas:

**Aplicación al suelo.** Mediante el riego, abriendo una llave de represa que se instala en el extremo de una tubería que une el tanque de almacenamiento del Biofertilizante con el canal del riego. Con este método el Biofertilizante no sólo mejora la estructura del suelo sino que, por las hormonas y precursores hormonales que contiene, mejora el desarrollo radicular de las plantas y la actividad de los microorganismos del suelo.

**Aplicación a la semilla.** Es recomendable mojar la semilla en Biofertilizante, previamente a la siembra en concentraciones del 12.5 – 25%. El Biofertilizante por su riqueza en tiamina y triptófano así como en purinas y auxinas, permite una germinación más rápida, lo mismo que un notable crecimiento de las raíces. Se recomienda un tiempo de remojo o inhibición de semillas pequeñas y cubierta delgada de 5 a 12 horas aproximadamente, y en semillas más grandes y de cubierta gruesa de 24 a 72 horas (Medina, 1990).

**Aplicación al follaje.** No es recomendable la utilización del Biofertilizante puro al follaje de las plantas, ni tampoco de las semillas antes de la siembra por el efecto depresivo que puede ofrecer la presencia de metionina como precursor de etileno.

La aplicación de Biofertilizante al follaje se debe considerar los momentos de mayor actividad fisiológico de los cultivos; es decir, unas dos o tres veces durante las etapas críticas del cultivo, mojando bien las hojas con unos 400 – 800 litros de solución/ha, dependiendo de la edad del cultivo y aplicando con boquillas de alta presión en abanico (Medina, 1990). Para estimular el crecimiento de la planta, así como su floración, cuajado y engrosamiento de frutos, se puede recurrir al uso de Biofertilizantes al 25% (Figura N° 10), cuando la planta inicia su emisión de ramas (Suquilanda, 1995).



**Figura N° 10.** Aplicación foliar de Biofertilizante.

**Aplicación antes del trasplante.** Se recomienda sumergir las raíces y parte del follaje en una solución de Biofertilizante al 12.5 % por un tiempo no mayor de 10 minutos.

**Aplicación a bulbos, tubérculos y raíces.** Cuando el propósito es plantar bulbos de cebolla o raíces de zanahoria con el fin de producir semilla o tubérculos de papa, se procede a sumergir tales órganos en tanques o cilindro que contengan una solución de Biofertilizante al 25% por más de 25 minutos.

## 5. MATERIALES Y METODOS

A través del uso de herramientas experimentales y de la revisión bibliográfica se trazó como objetivo general la evaluación de la influencia de biofertilizantes orgánicos preparados en el crecimiento, desarrollo y rendimiento en cultivos hortofrutícolas, como fuente alternativa de nutrientes. Partiendo de la hipótesis de que los biofertilizantes son una fuente alternativa de nutrientes para los cultivos hortofrutícolas y que existen diferencias en la concentración de aplicación en los cultivos de melón y pimentón.

### 5.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### 5.1.1. Ubicación geográfica

El área de estudio está ubicada en la granja de la Universidad Surcolombiana, situada a los  $2^{\circ} 53' 20.290''$  latitud Norte, a los  $75^{\circ} 18' 37.227''$  longitud Oeste y a una elevación de 442 m.s.n.m. en el distrito de riego El Juncal, municipio de Palermo en el departamento del Huila (Figura N° 11 y 12).

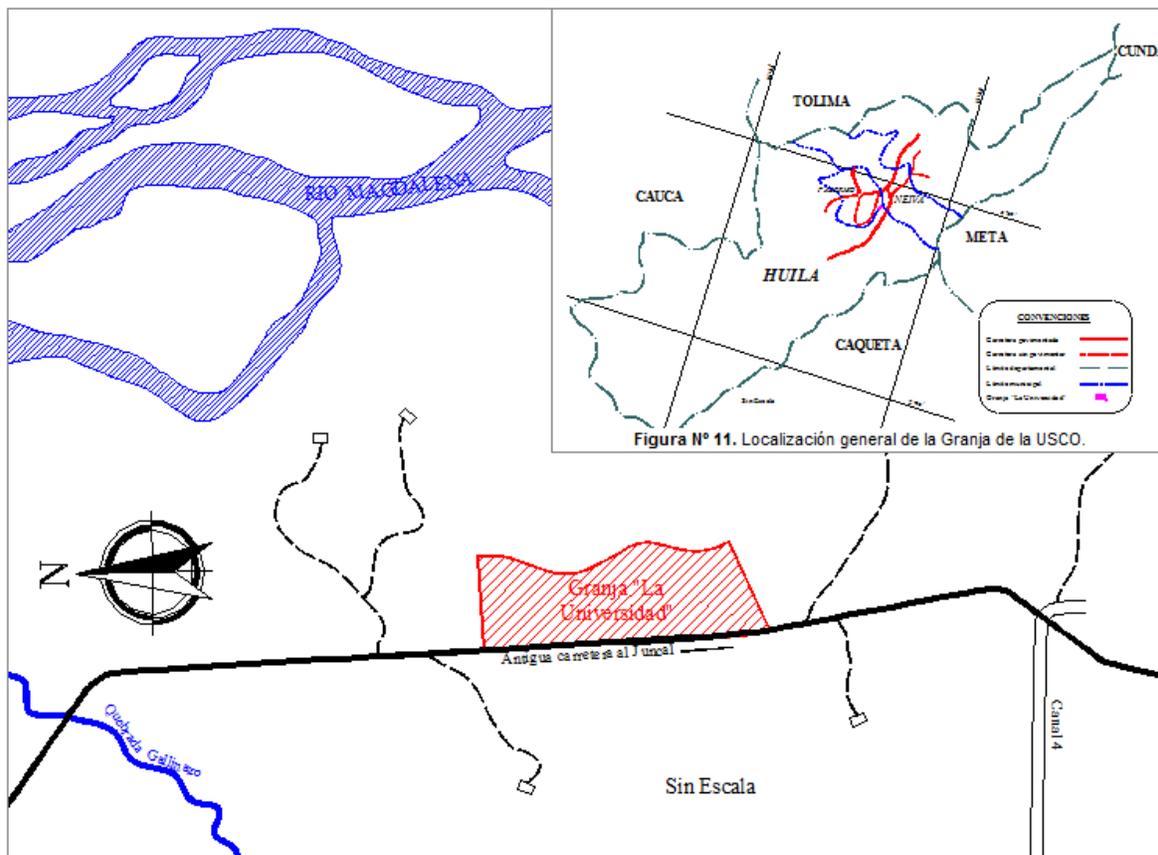


Figura N° 12. Ubicación de la granja de la Universidad Surcolombiana.

### 5.1.2. Clasificación ecológica y características meteorológicas

La granja está ubicada en la formación vegetal (Holdridge) bosque seco tropical (bs-T), con temperatura media de 26.7 °C, humedad relativa media del 71.3%, brillo solar 5.21 h/día y precipitación anual bimodal de 1358 mm. La mayor precipitación se registra en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre con el 42.85% de la precipitación (581.9 mm) y el período seco corresponde a los meses de Junio, Julio y Agosto, cuya precipitación es del 5.54% del total anual (75.2 mm). La red hídrica está conformada por el río Magdalena, el cual es la arteria principal del Distrito de Riego El Juncal y cerca al lote están las quebradas Gallinazo, Pajarito y Sardinata.

En la vegetación natural se encuentran las siguientes especies; Pegapega (*Desmodium sp.*), Mosquero (*Croto-Freeuginens*), Escoba dura (*Malvastum-sp.*), Guásimo (*Guazuma Sulmifolia*), Dinde (*Chlophoratimetoria*), Carbonero (*Callianfra glaberiana*), y algunas especies de Cactus. (Jaramillo, 1983).

### 5.1.3. Características del suelo

Según Jaramillo (1983), se delimitaron 7 series de suelos en la granja de la Universidad Surcolombiana (Figura N° 13).

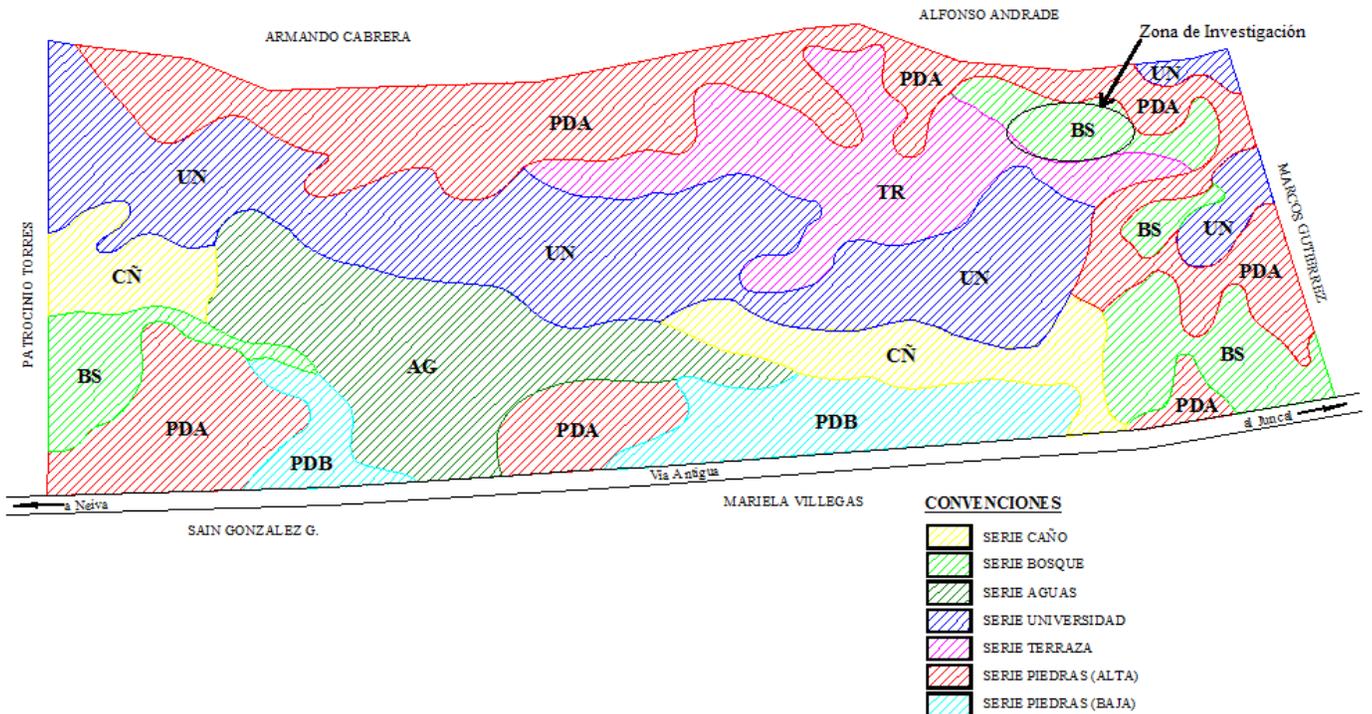


Figura N° 13. Mapa de suelos granja de la Universidad Surcolombiana.

### 5.1.3.1. Características y descripción del perfil BS

La serie Bosque (BS) presenta relieve plano, ligeramente inclinado, tiene una extensión de 3.40 has que equivale al 11.33% del área. Está conformado por suelos superficiales de textura liviana cuya profundidad varía de 0.25 m a 0.50 m, limitados por Hardpan (Figura N° 13).

La descripción del perfil modal se encuentra así:

**0.00 – 0.22 m.** Textura franco arenosa, estructura simple, muy friable y muy débil en húmedo, suelo semicompacto, no plástico y no pegajoso en mojado, presencia de raicillas; mezcla de colores 7.5YR3/2 – 7.5YR3/4 en húmedo.

**0.22 – 0.37 m.** Capa extremadamente dura en seco, presenta grava y gravilla hasta de 2 pulgadas de diámetro, no plástico y no pegajoso en mojado, sin estructura.

**> 0.37 m.** Roca dura, conglomerados de cantos finos y cementados por arena gruesa de color gris claro. Presenta minerales en proceso de oxidación.

### 5.1.3.2. Detalle de las pruebas físicas e hidrodinámicas

Prueba de la serie BS realizados por Anacona y Rojas (1999), presentan los siguientes datos (Tabla N° 10):

**Tabla N° 10.** Resultados de las pruebas físicas e hidrodinámicas (1999)

SERIE	PRUEBA	UNIDAD	REPETICIÓN				MEDIA	
			I	II	III	IV		
SERIE BOSQUE (BS)	Da	g/cm <sup>3</sup>	1.31	1.39	1.33	1.37	1.35	
	Dr	g/cm <sup>3</sup>	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	
	η	%	49.51	46.70	48.70	47.32	48.06	
	DPM	Mm	1.62	1.32	1.59	-	1.51	
	R.H. Bars	0.3	%	13.13	11.96	13.39	14.23	13.18
		1.0	%	6.75	7.11	11.64	7.51	8.25
		5.0	%	4.78	4.59	4.85	4.92	4.79
		15.0	%	4.63	4.43	4.78	4.82	4.67
	Ea	%	32.28	30.09	30.85	27.84	30.26	
	Pe	Cm	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	
	A.A.	%	8.50	7.53	8.61	9.41	8.51	
	L.A.A.	cm/m	11.14	10.47	11.45	12.89	11.49	
	Textura	%	68 Arena	19 Limo	13 Arcilla	-	FA	
	K	cm/h	1.75	1.13	1.50	-	1.46	
I	cm/h	7.43	4.96	3.90	-	5.43		

**Fuente:** Laboratorio de suelos Universidad Surcolombiana. (LABGAA).

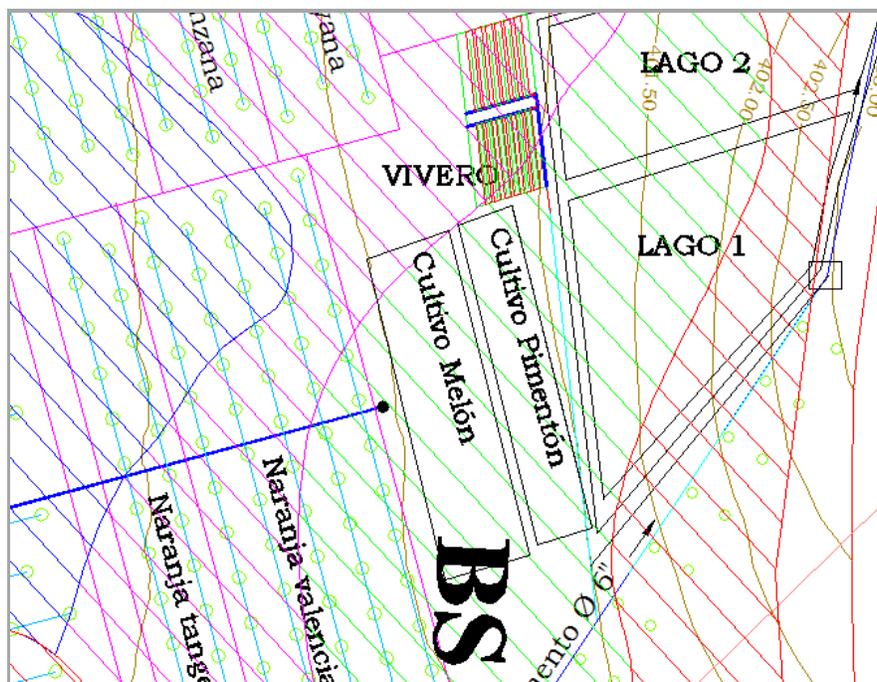
En la tabla N° 11, se presenta el análisis realizado en el laboratorio de suelos de la Universidad Surcolombiana, correspondiente al área del ensayo, en el presente año (2013), como base comparativa del estudio anteriormente citado, se tomaron dos muestras de suelo (L87 y L88), en Zig - Zag del terreno.

**Tabla N° 11.** Resultados de las pruebas físicas e hidrodinámicas (2013)

SERIE	PRUEBA	UNIDAD	L88	L87	
SERIE BOSQUE (BS)	Da	g/cm <sup>3</sup>	1.30	1.35	
	Dr	g/cm <sup>3</sup>	2.45	2.50	
	η	%	46.94	46.0	
	DPM	mm	1.45	1.50	
	R.H.	0.3	%	12.54	13.25
	Bars	15.0	%	4.56	4.42
	Pe		cm	30.0	30.0
	pH			5.23	5.46
	Conductividad		μs/cm	204	161.3
	Textura		%	62.5 Arena 12.6 Arcilla 24.9 Limo <b>FA</b>	64.8 Arena 14.5 Arcilla 20.7 Limo <b>FA</b>

**Fuente:** Laboratorio de suelos Universidad Surcolombiana. (LABGAA).

El suelo donde se realizó el ensayo presenta superficies de textura Franco – Arenoso (FA). La pendiente promedio del terreno es del 1% (Figura N° 14).



**Figura N° 14.** Ubicación zona de Investigación y cultivos.

### 5.1.4 Materiales, equipos e insumos

Los materiales, equipos e insumos utilizados en la investigación se describen a continuación (Tabla N° 12).

**Tabla N° 12.** Materiales, equipos e insumos

MATERIALES	EQUIPOS	INSUMOS
Manguera de riego N° 12	Bomba de mochila	Semillas de melón
Tanque plástico 100 lts	Maquina agrícola	Semillas de pimentón
Baldes	Herramientas agrícolas	Agua
Piolas	Cámara fotográfica	Leche
Papel en blanco	Calibrador FWP Mauf	Melaza
Medidor de pH (Papel)	Balanza	Estiércol de ganado
Película de polietileno	Computador	Ceniza de leña
		Cal

## 5.2. METODOS

### 5.2.1. Diseño experimental

En la presente investigación se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial (AxB)+1.

### 5.2.2. Factores de estudio

**Factor A.** Se realiza la aplicación del Biofertilizante:

A1	Biofertilizante
----	-----------------

**Factor B.** Se realiza la dosificación del Biofertilizante:

B1	Dosis al 5 %
B2	Dosis al 10 %

**Tratamientos.** Los tratamientos en estudio son tres (3) para cada uno de los cultivos en el caso del melón se le designo la letra M y en el pimentón la letra P:

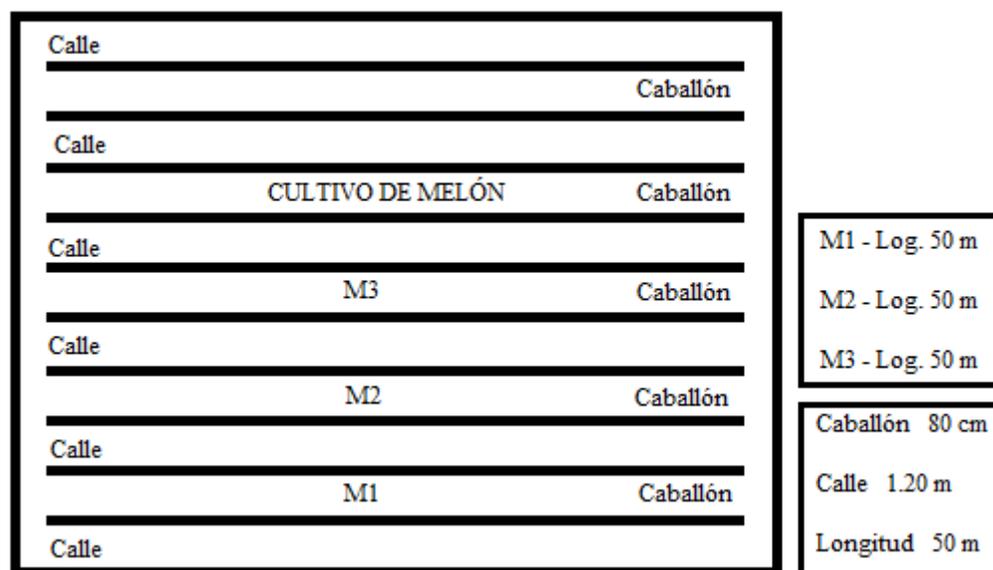
N°	Tratamiento
M1	A1B1
M2	A1B2
M3	Testigo

Nº	Tratamiento
P1	A1B1
P2	A1B2
P3	Testigo

**Repeticiones.** Se realizaron diez repeticiones por cada uno de los tratamientos.

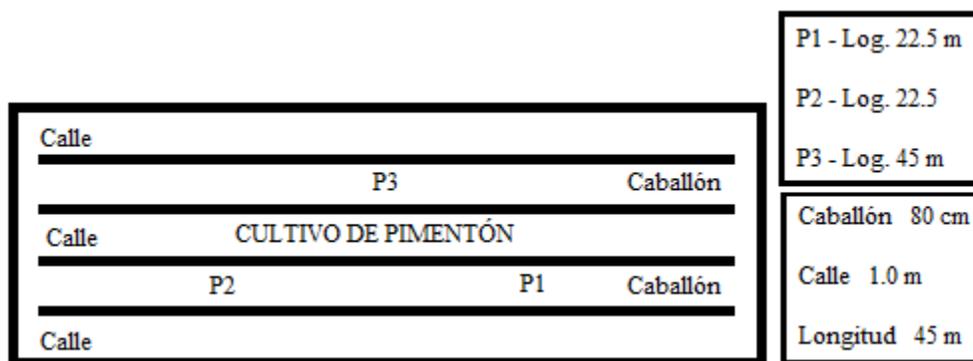
### 5.2.3. Unidad experimental

El cultivo del melón se estableció en un lote, cerca al vivero de 11.2 m de ancho por 50 m de largo, con un área de 560 m<sup>2</sup>, en donde se ubicaron verticalmente cinco surcos (unidades experimentales), con caballones de 80 cm de ancho por calles de 1.20 m ancho. Cada surco alberga un total de 167 plantas de melón por unidad experimental (Figura N° 15).



**Figura N° 15.** Distribución unidades experimentales cultivo de Melón.

Para el cultivo de pimentón se contó con un lote de 4.6 m de ancho por 45 m de largo, con un área de 207 m<sup>2</sup>, en donde se ubicaron verticalmente 2 surcos con caballones de 80 cm de ancho por calles de 1.0 m de ancho (Figura N° 16).



**Figura N° 16.** Distribución unidades experimentales cultivo de Pimentón.

#### 5.2.4. Esquema de análisis de varianza

Se determinaron los grados de libertad de las fuentes de variación experimental (Tabla N° 13).

**Tabla N° 13.** Análisis de varianza

FUENTE DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD (GL)
Bloques	2
Tratamientos	3
A	1
B	2
A x B	2
Testigo	1
Error	6
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>

#### 5.2.5. Variables e indicadores

En la medición de las variables de respuesta se seleccionaron los indicadores dados en la tabla N° 14.

**Tabla N° 14.** Variables e indicadores del proyecto

VARIABLES	INDICADORES
Altura de la planta	Centímetros
Diámetro del tallo	Milímetros
Número de frutos por planta	Unidades/planta
Tamaño del fruto	Largo/centímetro – peso/Kg
Rendimiento de la cosecha	Kg/ha y TM/ha
Análisis económico	Relación costo/beneficio

### 5.2.6. Variables de crecimiento evaluadas

**Altura de la planta.** Para la medición de datos de esta variable se tomó una muestra al azar de 10 plantas establecidas dentro de la parcela útil, midiendo desde la superficie del suelo hasta la base del ápice, expresándolo en centímetros, para cada tratamiento cada 30, 45 y 60 días.

**Diámetro del tallo.** Se midió el diámetro de 10 tallos escogidos al azar por cada tratamiento a los 30, 45 y 60 días después de la germinación, en la parte media del tallo.

### 5.2.7. Variables del rendimiento evaluadas

**Número de frutos por planta.** Seleccionamos 10 plantas de la parcela neta de cada unidad experimental, de las mismas que tomamos los datos de los meses de cosecha (55 días después de la siembra), y se obtuvo el promedio de cada parcela que fue expresado para los frutos y datos registrados en unidades/planta.

**Tamaño del fruto.** Se utilizaron los frutos cosechados de las 5 plantas seleccionadas de cada parcela neta, los mismos fueron medidos con un calibrador que nos indicó el tamaño del fruto en centímetros y una balanza para el peso total y de sus partes.

**Rendimiento de la cosecha.** Se evaluó los datos obtenidos en campo hasta los dos (2) meses de la cosecha y estos fueron expresados en Kg/ha y ton/ha.

**Análisis económico.** Se registraron todos los costos directos e indirectos de producción en cada tratamiento, versus el beneficio que se obtuvo de cada uno de ellos para obtener el análisis económico y saber cuál de las dosificaciones fue la más eficiente.

## 5.3. MANEJO DEL EXPERIMENTO

El estudio se realizó en la serie de suelo BS de la granja de la Universidad Surcolombiana.

### 5.3.1. Preparación del Biofertilizante

En la realización del Biofertilizante se tuvo en cuenta la dosificación que se planteaba en las bibliografías. Como esta cantidad era demasiada para lo requerido en la germinación y proceso de crecimiento de los cultivos de melón y pimentón, se realizó un cambio manteniendo la relación de dosificación de los componentes la cual se procedió a así, para una cantidad de 50 litros de Biofertilizante (Figura N° 17):

- ✓ 45 litros de agua
- ✓ 2 litros de leche
- ✓ 2 litros de melaza
- ✓ 12.5 libras de estiércol de ganado
- ✓ 6.25 libras de Ceniza de leña o caña
- ✓ 2.5 libras de Cal



**Figura N° 17.** Preparación del Biofertilizante.

Con los materiales ya mezclados se esperó un tiempo mínimo de 30 días de fermentación anaeróbica para verificar su calidad por el olor, temperatura, el color y el pH, los cuales se les ha llevado un control permanente cada 8 días hasta la culminación del tiempo estimado de fermentación (Tabla N° 15).

**Tabla N° 15.** Datos registrados del Biofertilizante

Día	Olor	T (°C)	Color	pH
6 Marzo 2013	Estiércol fresco de vaca	32°C	Café Oscuro	-
13 Marzo 2013	Fermentación	29°C	Café Claro	7
20 Marzo 2013	Fermentación	30°C	Café Claro	7
27 Marzo 2013	Fermentación	29°C	Café Claro	7
3 Abril 2013	Fermentación	28°C	Café Claro	7
10 Abril 2013	Fermentación	30°C	Café Claro	7

### 5.3.2. Manejo agronómico de los cultivos

Las labores de manejo agronómico se efectuaron de igual manera para ambos cultivos (melón y pimentón), y para todas las unidades experimentales, de forma que en toda la parcela las únicas diferencias fueran las dosificaciones aplicadas (A1B1 5% y A1B2 10%) y evaluadas.

### 5.3.3. Preparación del terreno

En primer lugar se realizó la toma de las muestras de suelo en forma aleatoria dentro del área asignada para el desarrollo de la investigación, las muestras obtenidas fueron llevadas al laboratorio de suelos para su respectivo análisis (Tabla N° 11).

En la preparación del suelo se utilizó un sistema de labranza convencional, consistiendo en la limpieza del terreno, seguido de un pase de arada y un pase de rastra para nivelar el suelo.

El surcado de siembra se utilizó una cultivadora con profundidad de 0.4 m y una distancia de surco de 0.8 m (Figura N° 18 y 19).



**Figura N° 18.** Preparación del terreno.



**Figura N° 19.** Surcado del terreno.

### 5.3.4. Instalación del riego

Para la necesidad hídrica de los cultivos, se implementó riego por goteo, con la instalación de una derivación de la tubería que abastece el invernadero y de allí se conectó la tubería de 1 pulgada de diámetro, la cual mide aproximadamente 12 metros dejando adicionalmente 1.0 metro para el tapón de lavado (Figura N° 20). Las silletas para la manguera de goteo se encontraban a 1.5 metros, con el fin de que se ubicaran en el centro del caballón, esta se extendió sobre todo el surco.

### 5.3.5. Instalación de los cultivos

La instalación y siembra del cultivo de melón se realizó el 1 de Mayo del 2013, utilizando semillas certificadas de variedad *Halest Best Jumbo*, que corresponde a una variedad intermedia de 85 días, con una germinación del 85%.

En ambos cultivos se utilizó siembra manual, colocando para el melón semilla por sitio, a una profundidad de 1.5 cm y 30 cm entre plantas (Figura N° 21).



**Figura N° 20.** Instalación del riego.



**Figura N° 21.** Siembra del melón.

El cultivo de pimentón se instaló en terreno el mismo día que el melón, debido a que este sembró en germinadores ubicados en el vivero hasta que alcanzaron los 10 cm de elongación del tallo, seguido al trasplante en campo (Figura N° 22 y 23).

En el caso del pimentón de variedad *California Wonder* se colocó una plántula por sitio, a una profundidad de 15 cm y distancia entre plántulas de 30 cm.



**Figura N° 22.** Pimentón en germinadores.



**Figura N° 23.** Altura adecuada de trasplante

### 5.3.6. Trasplante

Para el caso del cultivo de pimentón se requirió trasplante debido a que la siembra ocurrió en germinadores, por ello el suelo fue humedecido una hora antes, con la ayuda de una barra se realizó orificios en donde se colocaron las plantas, luego se presionó el suelo alrededor de las plantas para no dejar aire en las raíces. Las plantas al momento del trasplante presentaron de 8 a 10 hojas y una altura de 10 cm.

### 5.3.7. Labores culturales

Se realizaron deshierbas manuales con un intervalo de cada 12 días cada una de ellas (Figura N° 24).



**Figura N° 24.** Deshierbe manual.



**Figura N° 25.** Manejo de plagas.

Se efectuaron controles de plagas en forma ecológica, con cascarilla de arroz mezclada con LORSBAN en pocas cantidades, de acuerdo a la incidencia de plagas (Figura N° 25).

Después de la siembra del melón y trasplante del pimentón se efectuó riego por goteo y las frecuencias del mismo según a las condiciones climáticas y necesidades de los cultivos (cada 4 días).

### 5.3.8. Biofertilización

La Biofertilización se aplicó cada 4 días para la unidad experimental M1 y P1 con el tratamiento A1B1 al 5%. Cada 8 días para la unidad experimental M2 y P2 con el tratamiento A1B2 al 10% (Figura N° 26).



**Figura N° 26.** Aplicación del Biofertilizante.

Para las unidades experimentales M3 y P3 que son las testigos no se le aplicó tratamiento, solo se le aportó agua y los nutrientes que recogían del aporte del suelo.

### **5.3.9. Cosecha**

Se recolectaron los frutos de forma manual una vez que alcanzaron su madurez fisiológica (Figura N° 27 y 28).



**Figura N° 27.** Fruto del pimentón.



**Figura N° 28.** Fruto del melón.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Efecto de los nutrientes aportados por el Biofertilizante orgánico preparado a base de biomasa bovina, sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento en cultivos hortifrutícolas, en el ámbito de la seguridad alimentaria (Figura N° 29).



**Figura N° 29.** Envasado del Biofertilizante.

Los resultados de los análisis físico-químicos del Biofertilizante orgánico, se detallan en la tabla N° 16.

**Tabla N° 16.** Análisis físico-químicos del Biofertilizante orgánico

Elementos	Unidad	Biofertilizante
Ph	-	7.1
Materia Orgánica	%	47.37
Nitrógeno (N)	%	1.39
Fósforo (P)	%	0.38
Potasio (K)	%	0.91
Calcio (Ca)	%	0.35
Azufre (S)	%	0.2
Sodio (Na)	%	0.3
Carbono (C)	%	27.8
C/N	-	20:1

La relación C/N posee 20 partes de C por 1 parte de N, marcando el límite entre la inmovilización y liberación de N. Indicando que los restos contienen suficiente nitrógeno para soportar una intensa actividad microbiana. Por ello es de mencionar que al implementar la aplicación de Biofertilizantes orgánicos, estamos aportando al enriquecimiento del suelo tanto nutricional como al aumento de la flora microbiana, y mejoramiento en los cultivos.

## 6.1. VARIABLES PARA EL CULTIVO DE PIMENTÓN

Se tuvo en cuenta para el procesamiento de las variables la dosificación aplicada por tratamiento los cuales fueron indicados en la Biofertilización para cada una de las unidades experimentales.

### 6.1.1. Altura de la planta 30, 45 y 60 días

A continuación se muestra los datos para las alturas en el cultivo de pimentón.

**Tabla N° 17.** Tratamientos para el cultivo de pimentón – altura

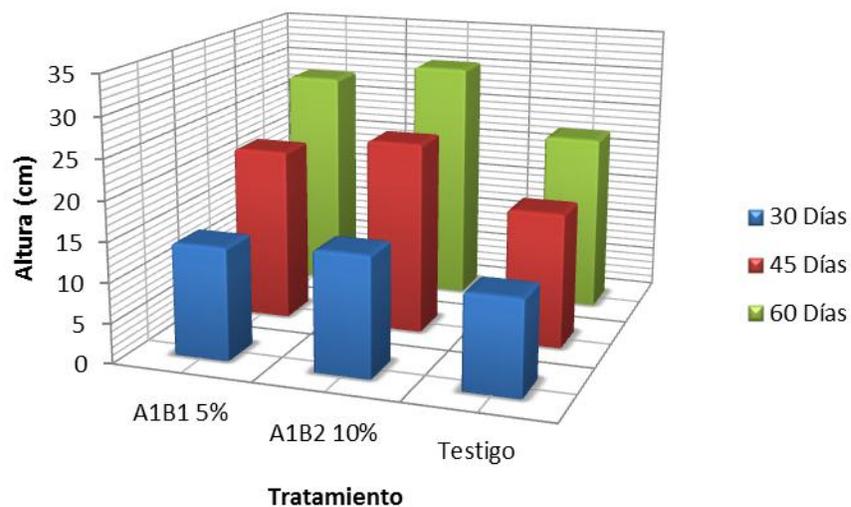
N° de Planta	ALTURA DE PLANTA (cm)								
	A1B1 5%			A1B2 10%			Testigo		
	30 días	45 días	60 días	30 días	45 días	60 días	30 días	45 días	60 días
Pim1	13,80	19,50	26,80	14,50	22,50	31,20	11,20	17,50	22,30
Pim2	14,10	21,80	27,30	14,80	23,30	29,50	12,40	17,20	24,20
Pim3	14,90	22,40	28,50	15,20	24,60	30,20	11,50	16,40	21,60
Pim4	14,20	22,10	28,90	14,90	24,80	31,10	11,90	17,30	22,40
Pim5	13,30	19,90	26,70	14,80	23,10	28,90	12,40	16,80	21,80
Pim6	14,10	23,00	28,70	14,90	25,50	29,10	12,50	17,20	22,80
Pim7	13,40	21,60	27,60	14,70	23,60	29,80	11,40	16,50	21,60
Pim8	14,50	22,80	29,20	15,80	24,80	32,10	11,80	17,10	22,10
Pim9	13,90	21,90	28,60	14,80	24,10	31,40	11,30	16,30	21,90
Pim10	14,90	23,10	29,10	15,90	25,60	32,10	12,60	17,20	22,70
$\bar{x}$	14,11	21,81	28,14	15,03	24,19	30,54	11,90	16,95	22,34
$\sigma$	0,52	1,16	0,90	0,44	0,99	1,13	0,51	0,40	0,74
<b>Cv</b>	3,69	5,33	3,21	2,95	4,09	3,71	4,30	2,35	3,30

Estadísticamente el crecimiento de las 10 plantas de pimentón seleccionadas de las unidades experimentales P1, P2 y P3, presentan diferencias significativas en cuanto a la elongación del tallo (Tabla N° 17).

El coeficiente de variación nos indica que con la aplicación de los tratamientos A1B1 5% y A1B2 10%, el crecimiento y absorción de mayor cantidad de nutrientes se da a los 45 días en rangos del Cv que van del 4.09% hasta 5.33% y alturas que oscilan entre el 21.81 cm y 24.19 cm. En cuanto al testigo la variación en el crecimiento se da a los 30 días con una altura media de 11.90 cm y un CV de 4.30%, lo cual indica que la incidencia de los micronutrientes en el testigo se da en la fase de desarrollo (Figura N° 32) y no en la fructificación como ocurre con los tratamientos aplicados (Figura N° 30).

En esta evaluación, el uso de Biofertilizante demostró una incidencia en la altura de las plantas seleccionadas, demostrando que con la aplicación al A1B2 10% el crecimiento es normal y homogéneo en las plantas en todo el ciclo vegetativo (Gráfico N° 1).

**Gráfico N° 1.** Tratamientos aplicados al pimentón - altura



También se observa que el crecimiento con el tratamiento A1B2 10%, es más eficiente al pasar el tiempo, obteniendo plantas saludables y de un tamaño que en un 60% de las plantas es mayor que la media (Figura N° 31).



**Figura N° 30.** Altura P1 (A1B1 5%).



**Figura N° 31.** Altura P2 (A1B2 10%).



Figura N° 32. Altura P3 (Testigo).

### 6.1.2. Diámetro del tallo 30, 45 y 60 días

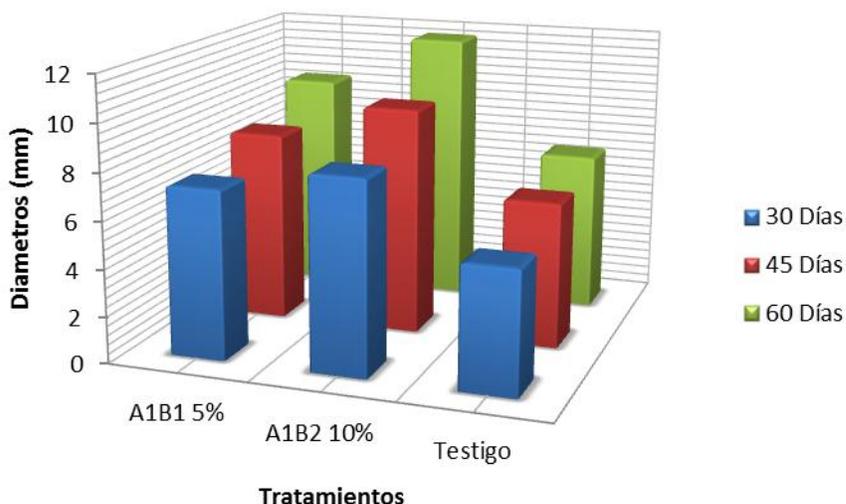
A continuación se muestra los datos para los diámetros en el cultivo de pimentón.

Tabla N° 18. Tratamientos para el cultivo de pimentón – diámetro

N° de Planta	DIÁMETRO DE LOS TALLOS (mm)								
	A1B1 5%			A1B2 10%			Testigo		
	30 días	45 días	60 días	30 días	45 días	60 días	30 días	45 días	60 días
Pim1	5,50	7,00	9,00	6,00	9,50	12,50	4,50	5,50	7,00
Pim2	5,50	7,50	9,50	6,50	8,50	12,00	4,50	5,00	7,00
Pim3	6,00	7,00	9,50	6,50	8,50	12,00	4,00	5,00	6,50
Pim4	5,50	7,00	9,00	6,00	9,00	12,50	4,50	5,00	7,00
Pim5	6,00	7,50	9,50	7,00	8,50	12,50	4,50	5,50	7,00
Pim6	6,00	7,00	9,50	6,50	9,50	12,50	4,00	5,50	6,50
Pim7	5,50	7,00	9,00	6,50	8,50	12,00	4,00	5,00	6,50
Pim8	6,00	7,00	9,50	6,50	8,50	11,50	4,50	5,00	7,00
Pim9	5,50	7,50	9,50	7,00	9,00	12,00	4,00	5,50	6,50
Pim10	6,00	7,00	9,50	7,50	9,50	12,50	4,00	5,00	6,50
$\bar{x}$	5,75	7,15	9,35	6,60	8,90	12,20	4,25	5,20	6,75
$\sigma$	0,25	0,23	0,23	0,44	0,44	0,33	0,25	0,24	0,25
Cv	4,35	3,20	2,45	6,60	4,90	2,72	5,88	4,71	3,70

Como se observa en las tablas N° 18, estadísticamente el engrosamiento del tallo es directamente proporcional a los nutrientes que tome la planta. Como en las unidades experimentales P1 y P2, se les proporciono Biofertilización orgánica, el engrosamiento es mayor en cada una de las plantas de estudio hasta en 4 mm (Gráfico N° 2). Esto demuestra que al aplicar una dosis más concentrada se mejora la calidad de la planta, su fuerza de agarre, mejorando la calidad de las raíces (Figura N° 33).

**Gráfico N° 2.** Tratamientos aplicados al pimentón – diámetros



En cambio el testigo P3 muestra que con los cuidados en aplicación de agua y manejo fitosanitario, el cambio en el engrosamiento en el tallo solo es de 2 mm de diámetro, siendo uniformes, manteniendo su engrosamiento en el mismo grado que el crecimiento; demostrando un coeficiente de variación inferior al 19.89%, en comparación con los dos tratamientos aplicados A1B1 5% y A1B2 10%; debido a que estos tratamientos muestran un incremento de más del 20% para cada planta de la unidad experimental P1 y P2.



**Figura N° 33.** Raíces de pimentón (A1B2 10%).

### 6.1.3. Numero de frutos por planta de pimentón

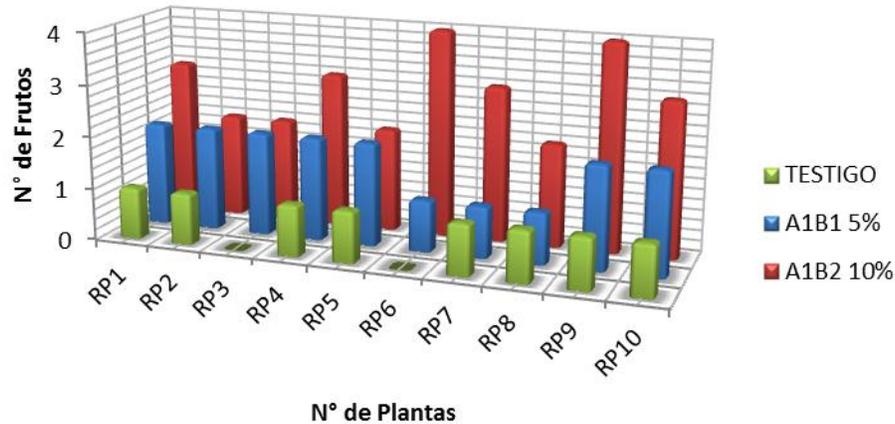
Las unidades experimentales para el pimentón (P1, P2 y P3), dieron sus frutos a los 55 días después del trasplante de cada unidad experimental (Tabla N° 19).

**Tabla N° 19.** N° de frutos por tratamiento para el pimentón

N° de Planta	N° DE FRUTOS		
	A1B1 5%	A1B2 10%	Testigo
	55 días	55 días	55 días
RP1	2,00	3,00	1,00
RP2	2,00	2,00	1,00
RP3	2,00	2,00	0,00
RP4	2,00	3,00	1,00
RP5	2,00	2,00	1,00
RP6	1,00	4,00	0,00
RP7	1,00	3,00	1,00
RP8	1,00	2,00	1,00
RP9	2,00	4,00	1,00
RP10	2,00	3,00	1,00
$\bar{x}$	1,70	2,80	0,80
$\Sigma$	0,46	0,75	0,40
<b>Cv</b>	26,96	26,73	50,00

Las unidades P1 y la P2 poseen 75 plantas cada una para la experimentación. De estas unidades se seleccionaron las mismas 10 de estudio para continuar con el registro y toma de datos de las muestras representativas.

**Gráfico N° 3.** N° de frutos por tratamiento – pimentón



Como se puede observar en los análisis estadísticos por tratamiento (Tabla N° 19), las diferencias son significativamente altas entre sí, las dosificaciones suministradas demuestran que entre mayor sea el aporte de nutrientes para el cultivo su respuesta en el desarrollo y producción es mejor, la calidad de la planta se mejora en todos sus aspectos así el suelo posea déficit de nutrientes (Figura N° 34 y 35).



**Figura N° 34.** Fruto de pimentón rojo.



**Figura N° 35.** Fruto de pimentón verde.

Las variaciones entre tratamientos por planta indican que las diferencia en el coeficiente de variación por tratamiento se encuentran entre el 26% mientras que al no aplicar ninguna dosificación de Biofertilizante al cultivo el coeficiente de variación es de un 50%, diferencia alta para la producción en cosechas puesto que los resultados se verán reflejados en el costo/beneficio del cultivo (Gráfico N° 3).

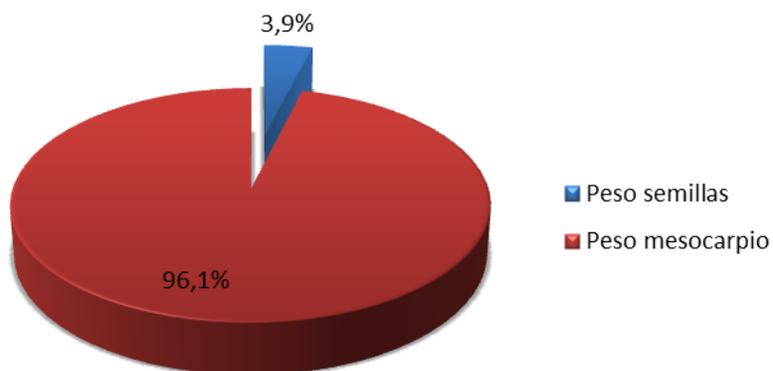
#### 6.1.4. Tamaño del fruto de pimentón

**Tabla N° 20.** Tratamiento A1B1 5% - fruto de pimentón

N° de Planta	Peso Total (gr)	Peso semillas (gr)	Peso mesocarpio (gr)	Estadísticas			Ancho del fruto (cm)	Largo del fruto (cm)
				$\bar{x}$	$\sigma$	Cv		
RP1	38,00	1,60	36,40	19,00	14,21	74,77	11,9	13
RP 2	39,00	1,50	37,50	19,50	14,70	75,37	10,2	12,4
RP 3	42,00	1,60	40,40	14,00	16,84	120,28	11,2	12,6
RP 4	42,50	1,60	40,90	14,17	17,05	120,39	10,8	13,7
RP 5	39,00	1,50	37,50	13,00	15,63	120,20	11,4	11,8
$\bar{x}$	40,10	1,56	38,54				5,55	6,35
$\sigma$	1,27						3,95	4,51
Cv	3,17						71,09	71,06

En las estadísticas por fruto se ve un coeficiente de variación que va del 74% al 120% indicando que la muestra no presenta una marcada heterogeneidad en el cultivo (Tabla N° 20). En cuanto al fruto su apariencia es agradable al igual que su color brillante, y semillas saludables (Figura N° 36).

**Gráfico N° 4.** Peso promedio frutos de pimentón (A1B1 5%)



Como se observa en el peso promedio de los pimentones, el 96.1% del peso pertenece al mesocarpio más el epicarpio debido a que este es muy fino para retirar, indicando que el producto es en su totalidad consumible (Gráfico N° 4).



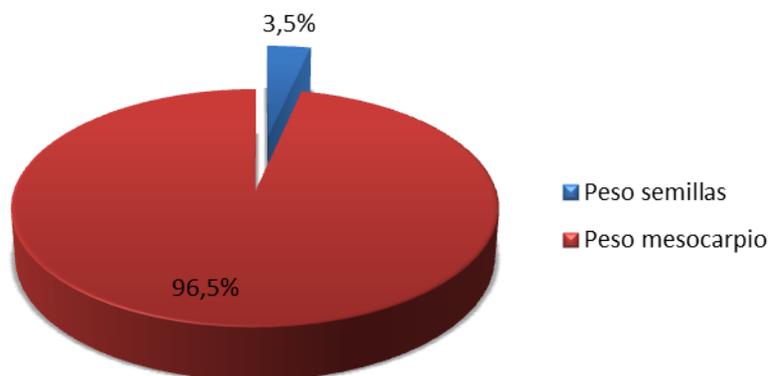
**Figura N° 36.** Fruto de pimentón (A1B1 5%).

**Tabla N° 21.** Tratamiento A1B2 10% - fruto de pimentón

N° de Planta	Peso Total (gr)	Peso semillas (gr)	Peso mesocarpio (gr)	Estadísticas			Ancho del fruto (cm)	Largo del fruto (cm)
				$\bar{x}$	$\sigma$	Cv		
RP1	54,00	2,10	51,90	27,00	20,33	75,30	12,4	15,9
RP 2	59,00	2,00	57,00	29,50	22,45	76,11	11,4	14
RP 3	62,00	2,20	59,80	20,67	24,98	120,88	11	13,5
RP 4	57,00	1,90	55,10	19,00	23,06	121,38	10,8	12,8
RP 5	60,00	1,90	58,10	20,00	24,35	121,77	12	13,8
$\bar{x}$	58,40	2,02	56,38				5,76	7,00
$\sigma$	1,93						4,10	5,00
Cv	3,30						71,09	71,48

Aunque la diferencia en el peso de los pimentones del tratamiento A1B2 10% es significativa (Tabla N° 21), el porcentaje de producto consumible se mantiene en un 96.5% (Gráfico N° 5), significando que el producto mantiene un coeficiente de variación por peso de 3.30%; observándose que la homogeneidad en los valores de la variable son mayores que con el primer tratamiento (A1B1 5%).

**Gráfico N° 5.** Peso promedio frutos de pimentón (A1B2 10%)



El fruto presenta una coloración brillante, buena apariencia y un mesocarpio más grueso con el tratamiento A1B2 10% (Figura N° 37).



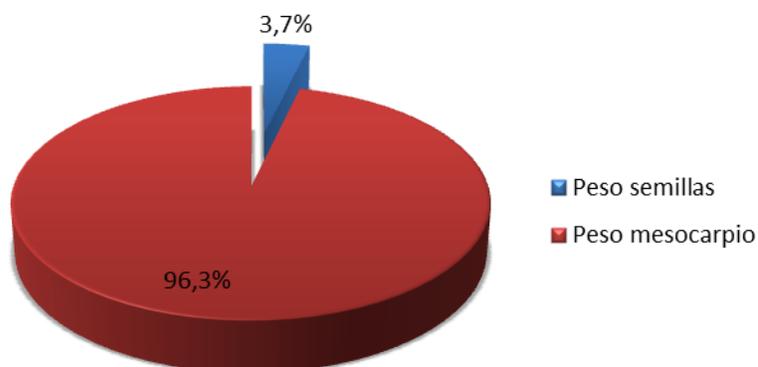
**Figura N° 37.** Fruto de pimentón (A1B2 10%).

**Tabla N° 22.** Testigo - fruto del pimentón

N° de Planta	Peso Total (gr)	Peso semillas (gr)	Peso mesocarpio (gr)	Estadísticas			Ancho del fruto (cm)	Largo del fruto (cm)
				$\bar{x}$	$\sigma$	Cv		
RP1	36,00	1,40	34,60	18,00	13,55	75,30	10,9	9,6
RP 2	34,00	1,10	32,90	17,00	12,98	76,37	11,8	9,2
RP 3	32,00	1,40	30,60	10,67	12,69	118,98	11,6	10
RP 4	38,00	1,30	36,70	12,67	15,35	121,18	10,3	9,8
RP 5	36,00	1,30	34,70	12,00	14,49	120,74	10,9	9,5
$\bar{x}$	35,20	1,30	33,90				5,55	4,81
$\sigma$	1,44						3,94	3,41
Cv	4,10						71,05	70,82

Si se observa en los gráficos para el fruto del pimentón las diferencias en la parte del mesocarpio que es lo consumible es relativamente baja (Gráfico N° 6), indicándonos que sí el tamaño del fruto es mayor la proporción de la pulpa no varía (Tabla N° 22).

**Gráfico N° 6.** Peso promedio frutos de pimentón (Testigo)



La variación es dada en punto de vista económico que a mayor peso del fruto, mayor será el ingreso a generar debido a que si una planta produce cuatro frutos pequeños es menor el costo/beneficio a una planta que produce los mismos cuatro frutos pero grandes de mayor peso (Figura N° 38).



**Figura N° 38.** Fruto de pimentón (Testigo).

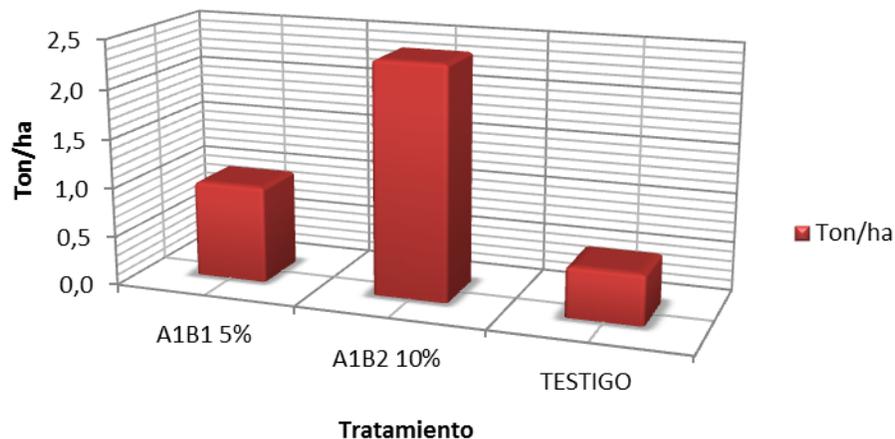
### 6.1.5. Rendimiento en la cosecha

Teniendo en cuenta las unidades experimentales, para cada uno de los cultivos y los datos promedios obtenidos en campo, se obtiene (Tabla N° 23).

**Tabla N° 23.** Rendimiento del cultivo de pimentón

CULTIVO DEL PIMENTÓN						
TRATAMIENTO	× Fruto	Nº de Plantas	Peso × (gr)	Área (m <sup>2</sup> )	Kg/ha	Ton/ha
A1B1 5%	1,7	75	40,10	51,75	987,97	0,99
A1B2 10%	2,8	75	58,40	51,75	2369,86	2,37
TESTIGO	1,0	150	35,20	103,5	510,14	0,51

**Gráfico N° 7.** Rendimiento cultivo de pimentón



Como se puede observar en la tabla N° 23, los rendimientos del cultivo son significativamente altos dependiendo el tratamiento utilizado, esto demuestra que a mayor dosificación el rendimiento en el cultivo es mayor.

Demostrando que los Biofertilizantes orgánicos son aportadores de nutrientes y que pueden proporcionarlos oportunamente según la demanda del cultivo (Gráfico N° 7). Y confirmando lo dicho por Bethiol *et al* (1998), que el uso de los Biofertilizantes implica una adición al cultivo de macro y micronutrientes, microorganismos y sus metabolitos, y de compuestos orgánicos e inorgánicos con efectos sobre las plantas y sobre la comunidad microbiana de la hoja y del suelo.

## 6.2. VARIABLES PARA EL CULTIVO DE MELÓN

Se tuvo en cuenta para el procesamiento de las variables la dosificación aplicada por tratamiento los cuales fueron indicados en la Biofertilización para cada una de las unidades experimentales.

### 6.2.1. Altura de la planta 30, 45 y 60 días

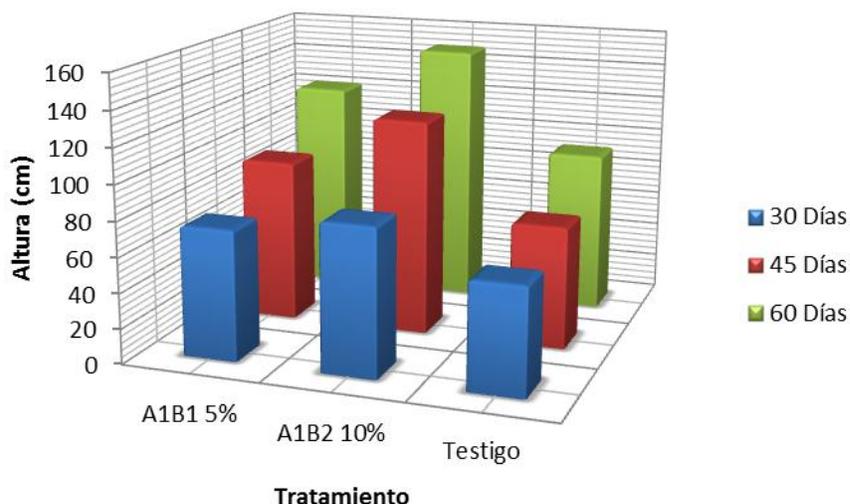
A continuación se muestra los datos para las alturas en el cultivo de melón.

**Tabla N° 24.** Tratamientos para el cultivo de melón - altura

N° de Planta	ALTURA DE LA PLANTA (cm)								
	A1B1 5%			A1B2 10%			Testigo		
	30 días	45 días	60 días	30 días	45 días	60 días	30 días	45 días	60 días
Mel1	72,50	94,40	123,40	82,30	124,30	150,30	60,30	69,50	92,10
Mel2	73,40	92,60	121,20	83,10	122,40	148,20	61,20	70,10	91,30
Mel3	76,60	91,30	120,80	85,20	122,10	149,50	60,40	69,80	92,40
Mel4	72,40	93,70	120,70	82,80	123,50	148,30	61,60	70,70	92,60
Mel5	74,30	94,10	121,20	83,90	124,10	150,20	61,50	69,90	91,80
Mel6	75,30	93,50	122,60	86,30	123,90	149,50	60,40	70,20	92,90
Mel7	73,80	92,10	123,20	82,60	123,10	148,60	60,80	69,80	91,70
Mel8	72,90	91,60	120,80	83,20	121,90	150,10	61,10	69,50	92,80
Mel9	74,80	93,50	121,20	85,30	122,80	149,80	60,70	70,30	92,70
Mel10	76,20	94,50	123,10	86,10	123,20	150,20	61,30	69,70	92,90
$\bar{x}$	74,22	93,13	121,82	84,08	123,13	149,47	60,93	69,95	92,32
$\sigma$	1,41	1,10	1,06	1,43	0,79	0,77	0,45	0,36	0,54
<b>Cv</b>	1,90	1,18	0,87	1,70	0,64	0,52	0,74	0,51	0,58

Para el melón la toma de datos se realizó al tallo principal debido a que este cultivo, por ser una planta rastrera se le llamo altura a la longitud total que tenía el tallo, el cual fue marcado para su identificación y posterior seguimiento en cada una de las unidades experimentales del proyecto (Tabla N° 24).

**Gráfico N° 8.** Tratamientos aplicados al melón - altura



Como se puede observar en la tabla N° 24, el crecimiento del melón con el A1B1 5%, obtiene un crecimiento significativo para cada una de las plantas, a medida que pasa el tiempo, demostrando que el crecimiento es normal y homogéneo en el ciclo del cultivo. Aunque el coeficiente de variación (Cv) es menor que en el cultivo de pimentón para los días, se demuestra que el cultivo crece en la misma proporción de la dosificación suministrada (Figura N° 39).

Se observan diferencias significativas para esta unidad experimental M2 (Tabla N° 24), el tratamiento A1B2 10% estimula el crecimiento hasta 10 cm más que con el tratamiento A1B1 5%. El resultado de los tratamientos no son estadísticamente iguales. Esta diferencia se explica en el Cv por días ya que en este tratamiento son mayores al 20% del tratamiento A1B1 5% (Gráfico N° 8).

Aunque el aumento del tamaño de las plantas de melón es significativo, al aplicar una mayor concentración de Biofertilizante A1B2 10%, se logra demostrar que este cultivo mantiene un crecimiento uniforme y no se ve retrasos en su estado vegetativo (Figura N° 40).

Al testigo del melón se le dio mismo cuidado que el testigo del pimentón, aplicación de agua y manejo fitosanitario (Tabla N° 24), la unidad experimental M1, demuestra que el crecimiento en el melón es lento y menor que con los tratamientos A1B1 5% y A1B2 10%, siendo uniforme y no se observa una diferencia marcada en las alturas del cultivo, esto indica que el melón no varía su proceso de crecimiento, manteniéndose constante (Figura N° 41).

El rango de crecimiento en los tres tratamientos es más notorio a los 60 días, debido a que las plantas han absorbido mayores nutrimentos del Biofertilizante.



**Figura N° 39.** Altura M1 (A1B1 5%).



**Figura N° 40.** Altura M2 (A1B2 10%).



**Figura N° 41.** Altura M3 (Testigo).

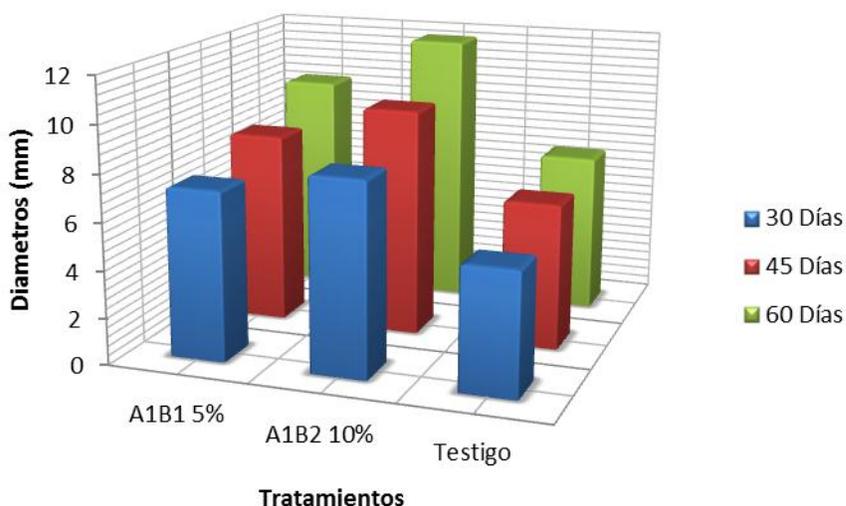
### 6.2.2. Diámetro del tallo 30, 45 y 60 días

A continuación se muestra los datos para los diámetros en el cultivo de melón.

**Tabla N° 25.** Tratamientos para el cultivo de melón – diámetro

N° de Planta	DIÁMETRO DEL TALLO (mm)								
	A1B1 5%			A1B2 10%			Testigo		
	30 días	45 días	60 días	30 días	45 días	60 días	30 días	45 días	60 días
Mel1	7,00	8,00	10,00	8,00	9,50	12,00	5,00	6,50	7,00
Mel2	7,50	8,00	9,00	8,00	9,50	11,50	5,50	6,50	7,00
Mel3	7,00	8,50	9,50	8,50	10,00	11,50	5,00	6,00	6,50
Mel4	7,00	8,00	9,00	8,50	10,00	12,00	5,00	6,00	6,50
Mel5	7,50	8,00	9,00	8,00	9,50	11,50	5,50	6,50	7,00
Mel6	7,50	8,50	9,50	8,50	10,00	12,00	5,50	6,50	7,00
Mel7	7,00	8,00	9,50	8,50	9,50	11,50	5,00	6,00	7,00
Mel8	7,00	8,50	10,00	8,50	10,00	12,00	5,50	6,00	6,50
Mel9	7,50	8,50	10,00	8,00	10,00	12,00	5,00	6,00	7,00
Mel10	7,50	8,00	9,50	8,00	9,50	11,50	5,50	6,50	7,00
$\bar{x}$	7,25	8,20	9,50	8,25	9,75	11,75	5,25	6,25	6,85
$\sigma$	0,25	0,24	0,39	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,23
Cv	3,45	2,99	4,08	3,03	2,56	2,13	4,76	4,00	3,34

**Gráfico N° 9.** Tratamientos aplicados al melón – diámetros



Al observar el engrosamiento de la planta de melón (Tabla N° 25), para el tratamiento A1B1 5%, al pasar los días en el tallo se evidencia que es significativamente alto, pero bajo en comparación al cultivo de pimentón debido a que el coeficiente de variación en este tratamiento muestra que en el melón es inferior al 14% mientras que en el pimentón es mayor al 18%.

Estadísticamente el engrosamiento del tallo (Tabla N° 25), se confirma que este es directamente proporcional a los nutrientes que el cultivo toma para su desarrollo. Como en la unidad experimental M3, no se le proporciono al testigo Biofertilización orgánica, sino los cuidados de aplicación de agua y manejo fitosanitario, nos demuestra que el

coeficiente de variación es inferior al 13% en comparación con los dos tratamientos aplicados A1B1 5% y A1B2 10%. Debido a que estos tratamientos muestran un incremento de más del 14% para cada planta de la unidad experimental M1 y M2 (Gráfico N° 9).

En el cultivo de melón se mejora su engrosamiento significativamente a la dosificación A1B2 10% (Tabla N° 32), y este cambio se ve reflejado en el mejoramiento en la raíz y su agarre al suelo (Figura N° 42).



**Figura N° 42.** Raíces de melón (A1B2 10%).

### 6.2.3. Numero de frutos por planta de melón

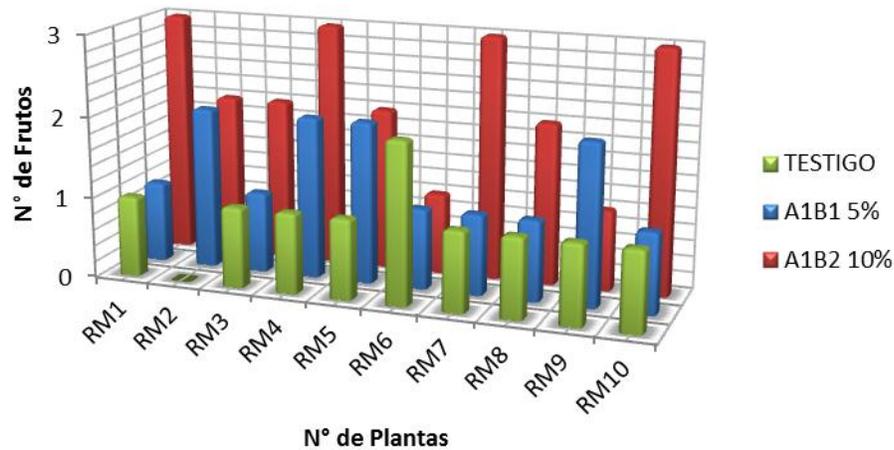
Las unidades experimentales para el melón (M1, M2 y M3), dieron sus frutos a los 55 días después de la siembra realizada en campo de cada unidad experimental (Tabla N° 26).

**Tabla N° 26.** N° de frutos por tratamiento para el melón

N° de Planta	N° DE FRUTOS		
	A1B1 5% 55 días	A1B2 10% 55 días	Testigo 55 días
RM1	1,00	3,00	1,00
RM2	2,00	2,00	0,00
RM3	1,00	2,00	1,00
RM4	2,00	3,00	1,00
RM5	2,00	2,00	1,00
RM6	1,00	1,00	2,00
RM7	1,00	3,00	1,00
RM8	1,00	2,00	1,00
RM9	2,00	1,00	1,00
RM10	1,00	3,00	1,00
$\bar{x}$	1,40	2,20	1,00
$\Sigma$	0,49	0,75	0,45
<b>Cv</b>	34,99	34,02	44,72

Las unidades M1, M2 y M3 poseen 167 plantas cada una para la experimentación. De estas unidades se seleccionaron las mismas 10 de estudio para continuar con el registro y toma de datos de las muestras representativas.

**Gráfico N° 10.** N° de frutos por tratamiento – melón



La respuesta de este cultivo a la fertilización orgánica es significativamente más alta que en el cultivo de pimentón (Tabla N° 26), uno de los factores sería que el crecimiento de este se dio precozmente 55 días después del trasplante ya que el fruto se dio antes del desarrollo vegetativo completo; que sería aproximadamente 90 días después del trasplante.

A su vez el coeficiente de variación en el cultivo del melón es más alto que en el pimentón con respecto a la fructificación, ya que en el melón el Cv es del 34% indicándonos su mayor heterogeneidad de los valores de la variable y el Cv del pimentón es del 26% índice del mayor homogeneidad en los valores de la variable; manteniéndose un rango de diferencia entre cultivos del 8% (Gráfico N° 10).

En el cultivo de melón el aporte de nutrientes demarca más el aumento en crecimiento de frutos (Figura N° 43), la recolección en estas unidades experimentales demostró que en este cultivo entre mayor sea el aporte de nutrientes al cultivo, mayor será su desarrollo vegetativo (Figura N° 44).



Figura N° 43. Melón (A1B1 5%).



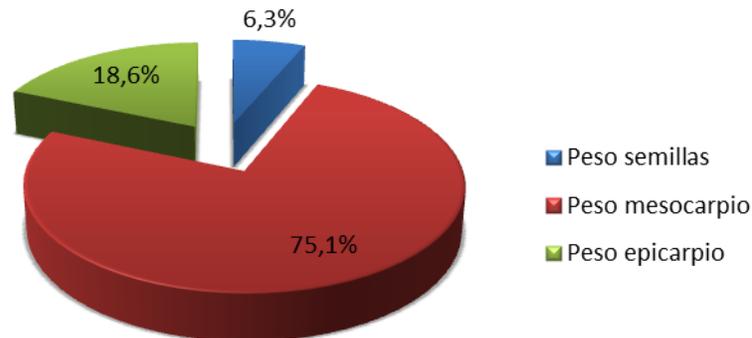
Figura N° 44. Melón (A1B2 10%).

### 6.2.4. Tamaño del fruto de melón

Tabla N° 27. Tratamiento A1B1 5% - fruto de melón

N° de Planta	Peso Total (gr)	Peso semillas (gr)	Peso mesocarpio (gr)	Peso epicarpio (gr)	Estadísticas			Ancho del fruto (cm)	Largo del fruto (cm)
					$\bar{x}$	$\sigma$	Cv		
RM1	730,00	46,00	536,00	148,00	243,33	211,09	86,75	11,9	13
RM2	885,00	51,00	688,00	146,00	295,00	280,59	95,11	10,2	12,4
RM3	748,00	48,00	561,00	139,00	249,33	223,49	89,64	11,2	12,6
RM4	822,00	53,00	617,00	152,00	274,00	245,88	89,74	10,8	13,7
RM5	831,00	56,00	614,00	161,00	277,00	242,12	87,41	11,4	11,8
$\bar{x}$	803,20	50,80	603,20	149,20				5,55	6,35
$\Sigma$	40,28							3,95	4,51
Cv	5,01							71,09	71,06

Gráfico N° 11. Peso promedio frutos de melón (A1B1 5%)



El melón presenta un porcentaje de mesocarpio menor al pimentón debido a que este se

le retira el epicarpio (Figura N° 45), ya que no es consumible pero estadísticamente se demuestra que presenta un porcentaje alto de pulpa (Gráfico N° 11).

En las estadísticas se demuestra que esta fruta presenta una marcada heterogeneidad debido a que su coeficiente de variación se mantiene en un rango menor (86% - 95%) que el pimentón (74% - 120%), (Tabla N° 27).



**Figura N° 45.** Fruto de melón (A1B1 5%).

**Tabla N° 28.** Tratamiento A1B2 10% - fruto de melón

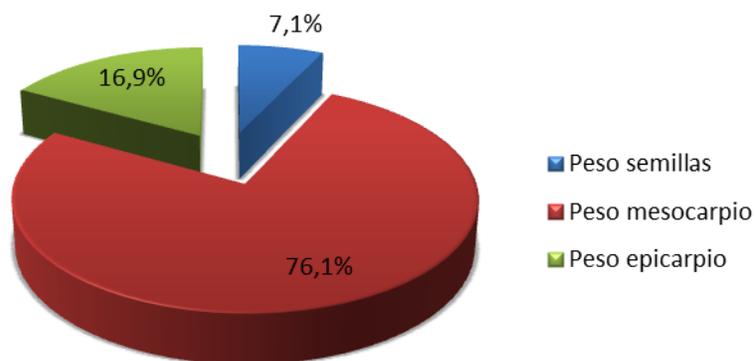
N° de Planta	Peso Total (gr)	Peso semillas (gr)	Peso mesocarpio (gr)	Peso epicarpio (gr)	Estadísticas			Ancho del fruto (cm)	Largo del fruto (cm)
					$\bar{x}$	$\sigma$	Cv		
RM1	1240,00	76,00	994,00	170,00	413,33	412,38	99,77	12,4	15,9
RM2	1135,00	79,00	871,00	185,00	378,33	351,05	92,79	11,4	14
RM3	986,00	70,00	727,00	189,00	328,67	285,82	86,96	11	13,5
RM4	942,00	71,00	701,00	170,00	314,00	276,62	88,10	10,8	12,8
RM5	1025,00	81,00	759,00	185,00	341,67	298,14	87,26	12	13,8
$\bar{x}$	1065,60	75,40	810,40	179,80				5,76	7,00
$\Sigma$	76,48							4,10	5,00
Cv	7,18							71,09	71,48

Para el cultivo de melón el coeficiente de variación es de 7.18% lo cual nos indica que estadísticamente el fruto posee una mayor homogeneidad en los valores de la variable (Tabla N° 28).

En cuanto a su peso se observa que al aumentar la dosificación del producto el fruto aumenta en gran tamaño, adicional se obtiene un fruto con mayor pulpa, menos semilla y menos epicarpio (Gráfico N° 12).

Las diferencias del tratamiento A1B1 5% al A1B2 10% son significativas y estas se ven reflejadas en el aumento del fruto, mejoramiento en la planta y rendimiento del cultivo.

**Gráfico N° 12.** Peso promedio frutos de melón (A1B2 10%)



A mayores nutrientes aplicados al cultivo su respuesta es satisfactoria al crecimiento del ciclo vegetativo, obteniendo en un menor tiempo frutos para la cosecha (Figura N° 46).

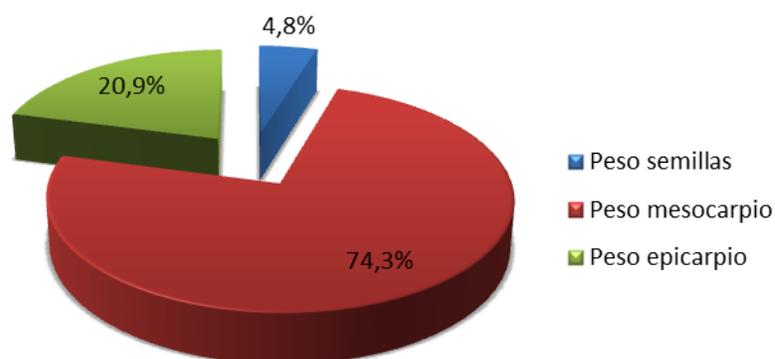


**Figura N° 46.** Fruto de melón (A1B2 10%).

**Tabla N° 29.** Testigo - fruto de melón

N° de Planta	Peso Total (gr)	Peso semillas (gr)	Peso mesocarpio (gr)	Peso epicarpio (gr)	Estadísticas			Ancho del fruto (cm)	Largo del fruto (cm)
					$\bar{x}$	$\sigma$	Cv		
RM1	504,00	20,00	382,00	102,00	168,00	154,98	92,25	10,9	9,6
RM2	620,00	30,00	466,00	124,00	206,67	187,35	90,65	11,8	9,2
RM3	683,00	35,00	513,00	135,00	227,67	205,85	90,42	11,6	10
RM4	542,00	25,00	391,00	126,00	180,67	154,34	85,43	10,3	9,8
RM5	512,00	27,00	375,00	110,00	170,67	148,41	86,96	10,9	9,5
$\bar{x}$	572,20	27,40	425,40	119,40				5,55	4,81
$\sigma$	48,73							3,94	3,41
Cv	8,52							71,05	70,82

**Gráfico N° 13.** Peso promedio frutos de melón (Testigo)



En el melón las diferencias entre el peso del mesocarpio son significativas, ya que entre mayor sea el fruto, mayor será el porcentaje de pulpa consumible y aprovechable (1.8% más) (Gráfico N° 13).

En el coeficiente de variación para el melón, se puede concluir que este mantiene una mayor homogeneidad en los valores de la variable (Tabla N° 37).

Adicional el cultivo responde mejor a una recarga de nutrimento que al efecto de no adquirirlos ni suministrárselos.

### 6.2.5. Rendimiento en la cosecha

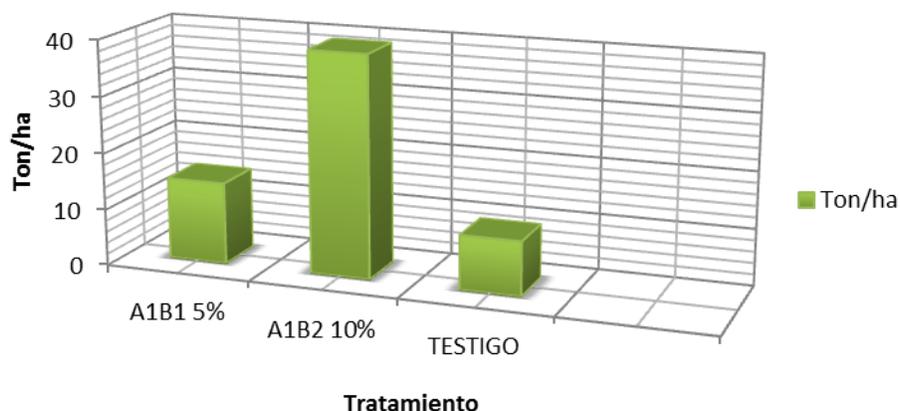
Teniendo en cuenta las unidades experimentales, para cada uno de los cultivos y los datos promedios obtenidos en campo (Tabla N° 30).

**Tabla N° 30.** Rendimiento del cultivo de melón

CULTIVO DEL MELÓN						
TRATAMIENTO	× Fruto	Nº de Plantas	Peso × (gr)	Área (m <sup>2</sup> )	Kg/ha	Ton/ha
A1B1 5%	1,4	167	803,20	130	14445,24	14,45
A1B2 10%	2,2	167	1065,60	100	39150,14	39,15
TESTIGO	1,0	167	572,20	100	9555,74	9,56

Al igual que en el cultivo del pimentón el rendimiento en el melón es mayor según la dosificación aplicada, entre más nutrimentos se le aporte al cultivo mayor será su rendimiento (Tabla N° 30).

**Gráfico N° 14.** Rendimiento cultivo de melón



Los abonos orgánicos superan a los minerales y químicos en el contenido de nutrientes, adicional por ser orgánicos no contaminan el entorno donde se implementen, demostrando que la fertilización es de vital importancia para el buen desarrollo y crecimiento de la planta lo cual se expresa con los resultados obtenidos en los rendimientos (Gráfico N° 14).

### **6.3. ANÁLISIS ECONÓMICO**

#### **6.3.1. Costo Biofertilizante**

Según el boletín de materias orgánicas fertilizantes de la FAO (1975), el estiércol es un fertilizante orgánico que más abunda y del que se dispone más fácilmente.

Se obtiene recogiendo y elaborando los excrementos de los animales domésticos empleando procesos tecnológicos, al ser preparados con distintos productos fermentantes se obtiene subproductos, con micronutrientes y macronutrientes benéficos para la relación suelo-planta.

Como se observa en la tabla N° 31, al procesar los insumos y materias primas para la preparación de Biofertilizantes orgánicos, se obtiene un producto de bajo costo, el cual no perjudica el medio ambiente y suple tanto las necesidades de la planta, y ayuda al enriquecimiento de la flora microbiana (Anexo A).

**Tabla N° 31.** Costo preparación del Biofertilizante

<b>PREPARACIÓN DEL BIOFERTILIZANTE</b>				
<b>INSUMOS Y MATERIA PRIMA</b>				
Agua	Litros	45	\$ 250,0	\$ 11.250,0
Leche	Litros	2	\$ 2.200,0	\$ 4.400,0
Melaza	Litros	2	\$ 3.450,0	\$ 6.900,0
Estiércol de ganado	Libras	25	\$ 500,0	\$ 12.500,0
Ceniza de Leña	Libras	6,25	\$ 500,0	\$ 3.125,0
Cal	libras	2,5	\$ 650,0	\$ 1.625,0
			<b>COSTO PARCIAL 50 Lts</b>	\$ 39.800,0
			<b>COSTO PARCIAL x 1 Lts</b>	\$ 796,0
<b>RECIPIENTES CONTENEDORES</b>				
Tanque con tapa #3 110 litros	Und	1	\$ 23.000,0	\$ 23.000,0
Galones de 20 litros	Und	3	\$ 10.000,0	\$ 30.000,0
			<b>COSTO TOTAL 50 Lts</b>	\$ 92.800,0
			<b>COSTO 1 Lts</b>	\$ 1.856,0

### 6.3.2. Costo de producción experimento

El cultivo del melón se estableció en un lote de 11.2 m de ancho por 50 m de largo, con un área de 560 m<sup>2</sup> (Anexo B, C y D), y el cultivo de pimentón un lote de 4.6 m de ancho por 45 m de largo, con un área de 207 m<sup>2</sup> (Anexo E, F y G); para los costos de producción en estas áreas de experimentación se tuvo un gasto específico, detallado a continuación (Tabla N° 32 y 33).

**Tabla N° 32.** Costo producción cultivo del melón

<b>COSTO PRODUCCIÓN MELÓN</b>					
<b>1.</b>	<b>PREPARACIÓN DEL TERRENO</b>				
1.1.	Nivelación	m <sup>2</sup>	1	\$ 100.000,0	\$ 100.000,0
1.2.	Rastra	m <sup>2</sup>	1	\$ 50.000,0	\$ 50.000,0
1.3.	Caballoneo	m <sup>2</sup>	1	\$ 20.000,0	\$ 20.000,0
<b>2.</b>	<b>APLICACIÓN DEL RIEGO</b>				
2.1.	Riego	Jornal	12	\$ 17.750,0	\$ 213.000,0
<b>3.</b>	<b>ACOLCHADO PLASTICO</b>				
3.1.	Instalación Todoplast N° 5	ml	250	\$ 5.840,0	\$ 1.460.000,0
<b>4.</b>	<b>SIEMBRA</b>				
4.1.	Siembra y tapada	Jornal	10	\$ 17.750,0	\$ 177.500,0
<b>5.</b>	<b>LABORES CULTURALES</b>				
5.1.	Fertilización	Jornal	10	\$ 17.750,0	\$ 177.500,0
5.2.	Manejo fitosanitario	Jornal	10	\$ 17.750,0	\$ 177.500,0
<b>6.</b>	<b>COSECHA</b>				
6.1.	Recolección	Jornal	5	\$ 17.750,0	\$ 88.750,0
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>\$ 2.464.250,0</b>

**Tabla N° 33.** Costo producción cultivo del pimentón

<b>COSTO PRODUCCIÓN PIMENTÓN</b>					
<b>1.</b>	<b>PREPARACIÓN DEL TERRENO</b>				
1.1.	Nivelación	m <sup>2</sup>	1	\$ 100.000,0	\$ 100.000,0
1.2.	Rastra	m <sup>2</sup>	1	\$ 50.000,0	\$ 50.000,0
1.3.	Caballoneo	m <sup>2</sup>	1	\$ 20.000,0	\$ 20.000,0
<b>2.</b>	<b>APLICACIÓN DEL RIEGO</b>				
2.1.	Riego	Jornal	12	\$ 17.750,0	\$ 213.000,0
<b>3.</b>	<b>SIEMBRA</b>				
3.1.	Siembra y tapada	Jornal	10	\$ 17.750,0	\$ 177.500,0
<b>4.</b>	<b>LABORES CULTURALES</b>				
4.1.	Fertilización	Jornal	10	\$ 17.750,0	\$ 177.500,0
5.	Manejo fitosanitario	Jornal	10	\$ 17.750,0	\$ 177.500,0
<b>5.1.</b>	<b>COSECHA</b>				
5.2.	Recolección	Jornal	5	\$ 17.750,0	\$ 88.750,0
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>\$ 1.004.250,0</b>

### 6.3.3. Valor producción por cultivo

En el establecimiento de los cultivos hortifrutícolas en el país es importante, la rentabilidad económica que ellos produzcan.

Por ello se presentan los valores producidos por los cultivos establecidos en la granja de la Universidad Surcolombiana (Tabla N° 34 y 35).

En la aplicación de Biofertilización orgánica, se puede establecer que se pueden obtener rentabilidades superiores o iguales, que cuando se aplica fertilización química; en este caso se observa que la reducción en los costos de fertilización se reducen ya que fabricar abonos orgánicos es más económico que fabricar productos químicos.

**Tabla N° 34.** Valor producción cultivo del pimentón

<b>PIMENTÓN</b>				
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Kg/ha</b>	<b>Ton/ha</b>	<b>\$/TON</b>	<b>\$ TOTAL</b>
<b>A1B1 5%</b>	987,97	0,99	\$ 826.000,0	\$ 816.064,1
<b>A1B2 10%</b>	2369,86	2,37	\$ 826.000,0	\$ 1.957.500,3
<b>TESTIGO</b>	510,14	0,51	\$ 826.000,0	\$ 421.379,7

**Tabla N° 35.** Valor producción cultivo de melón

<b>MELÓN</b>				
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Kg/ha</b>	<b>Ton/ha</b>	<b>\$/TON</b>	<b>\$ TOTAL</b>
<b>A1B1 5%</b>	14445,24	14,45	\$ 525.000,0	\$ 7.583.752,6
<b>A1B2 10%</b>	39150,14	39,15	\$ 525.000,0	\$ 20.553.825,6
<b>TESTIGO</b>	9555,74	9,56	\$ 525.000,0	\$ 5.016.763,5

## 7. CONCLUSIONES

Después de analizar los resultados obtenidos en la unidad experimental de la granja de la Universidad Surcolombiana, durante el primer semestre del 2013, se concluye:

- ✓ La evaluación de los biofertilizantes líquidos demostró la potencialidad y eficiencia para ser usados en la producción de melón y pimentón, obteniendo mayores rendimientos en estos cultivos en comparación con la serie histórica en el departamento del Huila en los años 2004 al 2011 (Anexo C y F), alcanzando rendimientos de 2.37 ton/ha para el pimentón y 39.15 ton/ha para el melón.
- ✓ La aplicación del biofertilizantes orgánicos preparado demostró que al tener una relación C/N 20:1 (20 partes de C por 1 parte de N), marca el límite entre la inmovilización y la liberación de N, indicando que estos sustratos orgánicos contienen suficiente nitrógeno para soportar una intensa actividad microbiana. Al implementar la aplicación de fertilización orgánica, estamos aportando al enriquecimiento del suelo, tanto nutricional como al aumento de la flora microbiana y al mejoramiento de los cultivos.
- ✓ La aplicación de biofertilizantes al suelo ayuda a la fructificación de los cultivos, reduciendo el ciclo vegetativo del pimentón de 90 a 55 días después del trasplante, recolectando 4 frutos por planta con pesos promedio de 58.4 gr; en el cultivo del melón se reduce su ciclo vegetativo de 120 a 55 días, recolectando por planta 3 frutos, con pesos promedio de 1065.6 gr. Esto indica una mayor capacidad de absorción de los cultivos para proveer de los nutrimentos presentes en el suelo.
- ✓ Los cultivos de melón variedad *Halest Best Jumbo* y pimentón variedad *California Wonder*, en forma general mostraron resultados satisfactorios a la aplicación de biofertilizantes preparados artesanalmente, indicando que estos influyen en las características agronómicas del cultivo, las diferencias son significativas en cuanto a la producción, siendo el tratamiento más eficiente el A1B2 10%.

## 8. RECOMENDACIONES

- ✓ Los grandes volúmenes de fertilizantes que se manejan en los cultivos, obligan a idear nuevas transferencias tecnológicas, por ello se recomienda idear formas de llegarle al cultivador con medios de información y experimentaciones en campo para demostrar las bondades de aplicar biofertilizantes orgánicos fomentando la agricultura limpia.
- ✓ Indicar que los biofertilizantes son mejor adaptados cuando son usados con el objetivo de prevenir deficiencias de micronutrientes y protección sanitaria.
- ✓ Para limitar la infiltración rápida de los biofertilizantes al suelo es recomendable realizar riego un día antes, u horas previas a la aplicación de estos.
- ✓ Realizar nuevas experiencias pero agregando nuevas biomásas como la de los caballos, cerdos, gallinas y ovejas en dosificaciones y concentraciones más altas a las propuestas en la investigación.
- ✓ Motivar y continuar con estudios que incluyan el uso racional de insumos sintéticos, fomentando más el uso de biofertilizantes, agricultura orgánica y limpia, con el fin de entregarle al consumidor alimentos sanos, de alta calidad nutritiva y de duraciones más prolongadas.
- ✓ Es importante continuar con los trabajos de este tipo en diversas zonas climáticas, épocas de siembra observando el comportamiento en el rendimiento del cultivo, así como el del biofertilizante para determinar dosis correctas de fertilización orgánica en los cultivos.

## BIBLIOGRAFIA

Anacona Chavarro, Paula Yaned. Rojas García, Fayver Jamir. 1999. Clasificación de los suelos de la granja “la universidad” con fines de riego y drenaje. 100 pag.

Aggelis, A., I. John, Z. Karvouni, D. Grierson. 1997. Characterization of two cDNA clones for mRNAs expressed during ripening of melon (*Cucumis melo* L.) fruits. *Plant Molecular Biology*, 33:313-322.

Agrobit. 2013. El cultivo de pimiento para pimentón: sus posibilidades. Disponible en: URL: [http://www.agrobit.com/Info\\_tecnica/alternativos/horticultura/AL\\_000020ho.htm](http://www.agrobit.com/Info_tecnica/alternativos/horticultura/AL_000020ho.htm) [27 Julio 2013].

Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes, M. Smith. 2002. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO irrigation and drainage paper 56. 3rd Edition, 300 pages, Rome, Italy.

Asami, D. K.; Hong, Y. J.; Barret, D. M.; Mitchell, A. E. 2003. Comparison of the Total Phenolic and Ascorbic Acid Content of Freeze-Dried and Air-Dried Marionberry, Strawberry, and Corn Grow Using Conventional, Organic, and Sustainable Agricultural Practices. *J. Agric. Food Chem.* 51, 1237 – 1241.

Ávila, J.M., B. Beltrán, C. Cuadrado, S. del Pozo, M.V. Rodríguez, E. Ruiz, O. Moreiras, G. Varela-Moreiras. 2007. La Alimentación en España: Características nutricionales de los principales alimentos de nuestra dieta. 632 p. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Fundación Española de la Nutrición (FEN) (Eds.), Madrid, España.

Baixauli, C., A. Giner, J.M. Aguilar, A. Núñez. 2008. Comparativa de nuevas variedades de melón del tipo piel de sapo. *Horticultura Internacional*, 61:44-47.

Baker, J.T., V.R. Reddy. 2001. Temperature effects on phenological development and yield of muskmelon. *Annals of Botany*, 87:605-613.

Baudoin, W., M. Grafiadellis, R. Jimenez, G. La Malfa, P.F. Martínez-García, O.A.A. Monteir, A. Nisen, H. Verlodt, O. De Villele, V. Zabeltitz, J.C. Garnaud. 2002. El cultivo protegido en clima mediterráneo. En: Estudios FAO: Producción y protección vegetal. No. 90. Roma, Italia. 338 p. Disponible en: URL: <http://www.fao.org/docrep/005/s8630s/s8630s00.htm> [26 Julio 2013].

Bethiol, W. Tratch, R. Galvao, J. 1998. Controle de Doenças de Plantas com Biofertilizantes. Jaguariúna, SP. EMBRAPA-CNPMA. Circular Técnica 02. 22 pag.

Bethlenfalvai, G., Linderman, R. Mycorrhizae in sustainable agriculture. (1992). SA. Special Publication. No 54, 124p.; Madison, USA.

Bosland, P. W. 1996. *Capsiums*: Innovative uses of an ancient crop. En J. Janick, Ed.; Progress in new crops (Arlington, VA; ASHS Press), pp. 479 – 487.

Cabello, M.J., F. Ribas, M.T Castellanos, N. Figueiró. 2004. Effect of plant density on melon yield and quality. p. 61-62. In: S.E. Jacobsen, C.R. Jensen, J.R. Porter (Eds.). Proceedings of the VIII ESA Congress. Copenhagen (Denmark).

Cantamutto, M., M. Ayastuy, I. Kroeger. 2003. Reducción del área cubierta por acolchado plástico en cultivo de melón. Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias, 3(4):51-60.

Cho, H. 1999. Utilización de microorganismos autóctonos: pensamientos y prácticas de agricultura natural coreana. 9 ed. Nobunkyo. Tokyo, Japón. 151 pag.

Claire, C. 1992. Manejo de efluentes. Proyecto Biogás. Cochabamba Bolivia UMSS, GTZ. Pag 18.

Cucurbit. 2013. Web site for the plant family. Cucurbitaceae & home of The Cucurbit Network [Online Database]. Disponible en: URL: <http://www.cucurbit.org/> [25 Julio 2013].

Daood, H. G.; Vinkler, M.; Markus, F.; Hebshi, E. A.; Biacs, P. A. 1996. Antioxidant vitamin content of spice red pepper (paprika) as affected by technological and varietal factors. *Food Chem.* 55, 365 – 372.

Doorenbos, J., W.O. Pruitt. 1977. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudios F.A.O. Riego y Drenaje, 24 Ed., 194 p., FAO, Roma, Italy.

Elías, F., F. Castellví. 2001. Agro-meteorología. 2ª Ed. 517 p. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

El Comercio. 1995. El BIOL Quito, (1995) “El Comercio” Sección Futuro B5. Domingo 4 de Junio.

Etiégni L., Campbell A.G., 1991. Physical and chemical characteristics of wood ash. *Bioresour. Technol.* 37, 173 - 178.

Faci, J.M., A. Martínez-Cob, A. Tercero. 1997. La hoja informativa de riegos, en marcha. *Surcos de Aragón*, 53:14-16.

FAO y USDA. 2013. PIMIENTO (*Capsicum annuum*). Disponible en: URL: [http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/PIMIENTO.HTM](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/PIMIENTO.HTM) [27 Julio 2013].

FAO: Los Mercados Mundiales de Frutas y Hortalizas de Origen Orgánico. Pág. 5-7, 2003.  
Fares, A., A.K. Alva. 2000. Soil water components based on capacitance probes in a sandy soil. *Soil Science Society of America Journal*, 64:311-318.

Fuentes, J. 1996. Curso de Riego para Regantes. 160 p. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

Grundey, K. 1982. Tratamiento de los residuos agrícolas y ganaderos, Editorial GEA, Barcelona, España.

Harlan, J.R., J.M.J. Wet, A.B.L. Stemler, 1997. Origin of Africa plant domestication. In: The origin of agriculture and crop domestication. A.B. Damania et al. (Eds.). ICARDA, IPGRI, FAO e UC/GRCP.

Hegde, D.M. 1988. Physiological analysis of growth and yield of watermelon (*Citrillus lanatus* Thunb. Musf.). In relation to irrigation and nitrogen fertilization. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 160(5):296-302.

Howard, L. R.; Pandjaitan, N.; Morelock, T.; Gil, M. I. 2002. Antioxidant capacity and phenolic content of spinach as affected by genetics and growing season. *J. Agric. Food Chem.* 50, 5891 – 5891.

Howard, L. R.; Talcott, S. T.; Brenes, C. H.; Villalon, B. 2000. Changes in Phytochemical and Antioxidant Activity of Selected Pepper Cultivars (*Capsicum Species*) As Influenced by Maturity. *J. Agric. Food Chem.* 48, 1713 – 1720.

InfoAgro. 2013. Temperaturas críticas para melón en las distintas fases de desarrollo. Disponible en: URL: [http://www.infoagro.com/frutas/frutas\\_tradicionales/melon.htm](http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/melon.htm) [26 Julio 2013].

InfoAgro. 2013. El cultivo del pimiento (1ª parte). Disponible en: URL: <http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm> [27 Julio 2013].

Ismail, M.R., M.K. Yusof. 1996. Effects of irradiance on growth, physiological processes and yield of melon (*Cucumis melo*) plants grown in hydroponics. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 19(2/3):103-110.

Jaramillo J., Daniel Francisco. 1983. Estudio detallado de suelos del lote “La Universidad”. Neiva: Universidad Surcolombiana. 27 pag.

Kerje T. 2003. Descriptors for Melon (*Cucumis melo*, L.). Internacional Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

Kerje T., M. Grum, H.S Paris. 2000. The origin of melon, *Cucumis melo*: a review of the literature. *Acta Horticulturae*, 510:37-44.

Kirkbride, J.H. 1993. Biosystematic monograph of the genus *Cucumis* (Cucurbitaceae). Parkway Publishers, 159 p., Boone, North Carolina, USA.

Kozlowski, T.T. 1968. Water deficits and plant growth. Vol 2. Plant water consumption and response. 333 p. Kozlowski T.T. (Ed.). Academic Press, New York, USA.

Lee, S. K.; Kader, A. A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biol. Technol.* 20, 207 – 220.

Lovelli, S., S. Pizza, T. Caponio, A.R. Rivelli, M. Perniola. 2005. Lysimetric determination of muskmelon crop coefficients cultivated under plastic mulches. *Agricultural Water Management*, 72:147-159.

Maestro, M.C., J. Álvarez. 1988. The effects of temperature on pollination and pollen tube growth in muskmelon (*Cucumis melo* L). *Scientia Horticulturae*, 36(3-4):173-181.

Marín, A.; Ferreres, F.; Tomás-Barberán, F. A.; Gil, M. I. 2004. Characterization and quantification of antioxidant constituents of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *J. Agric. Food Chem.* 52, 3861 – 3869.

Maroto, J.V. 2008. Elementos de Horticultura General. 3ª Ed. 481 p. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

Martínez, V. R. 2002. Biofertilización y producción agrícola sostenible: retos y perspectivas. XIII congreso científico del INCA. La Habana, Cuba.

Martínez, V. R. 2002. Características de los Biofertilizantes y bioestimuladores en las regiones tropicales. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humbolt” (INIFAT). La Habana, Cuba. 68 p.

Medina, A. 1990. El Biol, fuente de fitoestimulante en el Desarrollo Agrícola, Programa Especial de Energía. Cochabamba Bolivia, UMSS. GTZ. Pag. 28-58.

Milla, A. 1996. *Capsiums* de capsas, cápsula: el pimiento. En Pimientos. Compendios de Horticultura, Ediciones de Horticultura, S. L. Ed.; (Reus. España), pp. 21 – 31.

Navarro, E.M. 2008. Influencia de las alteraciones texturales del suelo sobre la calidad del melón Galia cultivado en invernadero. Tesis presentada en el Departamento de Edafología y Química Agrícola de la Universidad de Almería y el Departamento de Nutrición y Bromatología de la Universidad de Granada.

Nicklow, C., W. Gomez. 1965. Fertilizer practices, in comercial musk melon production in Michigan. Extension Bulletin E – 418. Cooperative Extension Service Michigan State University. pp. 2-6.

Nuez, F.; Gil, R.; Costa. J. 1996. El cultivo del pimiento, chiles y ajíes. Madrid. España.

Ohno T., Erich, M.S., 1990. Effect of wood ash application on soil pH and soil test nutrient level. Agric. Ecosyst. Environ. 32, 223 - 239.

Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO), 1975. Materias Orgánicas Fertilizantes, Boletín # 27 Roma –Italia.

Ortega, J.F., J.A. De Juan, J.M. Tarjuelo. 2003. Evaluación y análisis del funcionamiento del riego localizado en cultivos hortícolas de Castilla-La Mancha. Actas de Horticultura N° 39. X Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas, Pontevedra, 61-63.

Palevitch, D.; Craker, L. E. 1995. Nutritional and medicinal importance of red pepper (*Capsicum* spp.) *J. Herbs Spices Med. Plants*. 3, 55 – 83.

Pew, W.D., B.R. Gardner. 1983. Effects of irrigation practices on vine growth, yield and quality of muskmelon. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 108:134-137.

Pitrat, M., M. Chauvet, C. Foury 1999. Diversity, history and production of cultivated cucurbits. *Acta Horticulturae*, 492:21-28.

Ramírez, G. 2001. Agricultura Orgánica, Sexta Edición. Pag. 52 – 61.

Reche, J. 2007. Cultivo intensivo del melón. Hojas divulgadoras Núm. 2125HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

Restrepo, J. 2007. Manual Práctico, Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca. Cali, Primera edición, Ilustraciones Feriva.

Restrepo, J.1996. Abonos orgánicos fermentados. Experiencias de Agricultores de Centroamérica y Brasil. OIT, PSST- AcyP; CEDECE. 51 pag.

Revista desde el Surco. “Como hacer abonos orgánicos”, adaptado del “Western Ferlize Handbook”. 3<sup>ra</sup> edición California Fertiliza Asociation. Pag. 23.

Ribas, F., M.J. Cabello, M.M. Moreno, A. Moreno, L. López-Bellido. 2001. Influencia del riego y de la aplicación de potasio en la producción de melón (*Cucumis melo* L.). I: Rendimiento. Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales, 16(2):283-297.

Ribas, F., M.J. Cabello, M.M. Moreno, A. Moreno, L. López-Bellido. 2000. Physiological response of a melon crop (*Cucumis melo* L.) to different watering regimes. Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales, 15:195-212.

Ribas, F., M.J. Cabello, M.M. Moreno. 1995. Necesidades de riego del melón y respuesta del cultivo a riegos diferenciales en la provincia de Ciudad Real (Castilla-La Mancha). XIII Jornadas Técnicas sobre Riegos (Tenerife). 12-20.

Rincón, L. 2002. Riego y fertirrigación de melón en riego por goteo. Horticultura global: Revista de Industria, distribución y socioeconomía hortícola, 161:14-22.

Rincón, L. 1997. Estimación de las necesidades hídricas del melón. En Melones: Compendios de Horticultura 10, 277 p. Ediciones de Horticultura, Barcelona.

Robinson, R.W., D.S. Decker-Walters. 1997. Cucurbits. New York CAB International (Ed.), 226 p., Crop Production Science in Horticulture nº6, New York, USA.

Rojas, R. y González, L. 1993. Diseño, construcción y operación de un Biodigestor para la obtención de Biogás y Bioabono en el centro experimental Uyumbicho U.C.E. Tesis medicina veterinaria y zootecnia Quito – Ecuador.

Romero, F., M.C. Martínez Madrid, M.T. Pretil. 2007. Factores precosecha determinantes de la calidad y conservación en poscosecha de productos agrarios. Disponible en: URL: <http://www.horticom.com/pd/imagenes/65/906/65906.pdf> [26 Julio 2013].

Salas, J. A. 2006. Compartiendo nuestras experiencias en investigación participativa. Caso: cultivo del melón en San José de los Ranchos. Maracay, Ven., Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Lara. 31 p. (Serie D N°6). Disponible en: URL: [http://ojs.inia.gob.ve/pub/Compart\\_exper\\_IP\\_Cultivo\\_melon\\_VD.pdf](http://ojs.inia.gob.ve/pub/Compart_exper_IP_Cultivo_melon_VD.pdf) [27 Julio 2013].

Santos R. *et al*, 1994. Calidad de Alface Cultivada com Composto Orgánico. Hort. Bras.12 (1).

Sen, B., S. Majumder, S. Kumar. 1999. Fungal and bacterial diseases of cucurbits. In: Diseases of Horticultural crops - Vegetables, Ornamentals and Mushrooms. L.R. Verma, R.C. Sharma (Eds.). Indus Publishing Co., New Delhi.

Serrano, Z. 1996. Veinte cultivos hortícolas en invernadero. Sevilla, España.

Silberstein, L., I. Kovalski, R. Huang, K. Anagostou, J.M. Jahn, R. Perl-Treves. 1999. Molecular variation in melon (*Cucumis melo* L.) as revealed by RFLP and RAPD markers. *Scientia Horticulturae*, 79:101-111.

Solorzano, H.L. 2008. Beneficios de un sistema de riego por goteo en las parcelas de cultivo de hortalizas de la asociación de desarrollo integral de la Aldea. Lo de Ramírez, Villa Nueva, Guatemala. Tesis del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales - Facultad de Agronomía - Universidad de San Carlos de Guatemala, p. 98.

Someshwar A.V., 1996. Wood and combination wood-fired boiler ash characterisation. *J. Environ. Qual.* 25, 962 - 972.

Soria Fregoso, Manuel, et al, 2001. Producción de Biofertilizante mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. *Terra volumen* 19:353 – 362.

Soubes, Matilde. 1994. Microbiología de la fermentación Anaerobia. Tratamiento Anaerobio III taller y Seminario Latinoamericano “ Tratamiento Anaerobio de Aguas Residuales”. Montevideo Uruguay 1994 pag. 15 – 28.

Suquilanda, M. 1995. Agricultura orgánica alternativa tecnológica del futuro, serie Agricultura orgánica # 1. Ediciones UPS, Fundagro, Quito – Ecuador. pp. 172 – 173.

Trentini, L., 1998. Origine e botanica del melone. *Supplemento a l'Informatore Agrario* 3: 5-6.

Tudela, J. A.; Espín, J. C.; Gil, M. I. 2002. Vitamin C retention in fresh-cut potatoes. *Postharvest Biol. Technol.* 26, 75 – 84.

USDA-ARS. 2013. National Genetic Resources Program. Germplasm Resources Information Network - (GRIN) [Online Database]. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. Disponible en: URL: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?404410> [25 Julio 2013].

Usugami, H. 1999. How to make and use the fermented fertilizer. Nobunkyo. Tokyo, 139 p.

Vance E.D., 1996. Land application of wood-fired and combination boiler ashes: an overview. *J. Environ. Qual.* 35, 937 - 944.

Vanderslice, J. T.; Higgs, D. J.; Hayes, J. M.; Block, G. 1990. Ascorbic acid and dehydroascorbic acid content of food-as-eaten. *J. Food Compos. Anal.* 3, 105 – 118.

Vian, M. A.; Tomao, V.; Coulomb, P. O.; Lacombe, J. M.; Dangles, O. 2006. Comparison of the Anthocyanin Composition during Ripening of Syrah Grapes Grown Using Organic or Conventional Agricultural Practices. *J. Agric. Food Chem.* 54, 5230 – 5235.

Viñas, María. 1999. Los Procesos de Tratamiento en los Efluentes Lácteos. Seminario: Manejo Integral del Agua en Predios Lecheros e Industriales Lácteos. Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, Conaprole y Facultad de Veterinaria. 136 pag.

Zapata, M, P. Cabrera, S. Bañon, P. Roth. 1989. El melón. 174 p. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

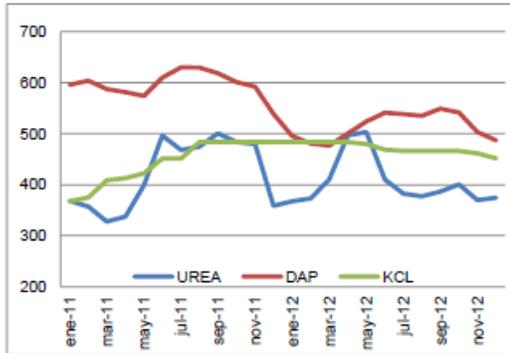
Zhang, D.; Hamauzu, Y. 2003. Phenolic compounds, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant properties of Green, red and yellow bell peppers. *Food Agric. Environ.* 1, 22 – 27.

Zonadiet. 2013. La Leche y sus propiedades nutricionales. Disponible en: URL: <http://www.zonadiet.com/bebidas/leche.htm> [28 Julio 2013].

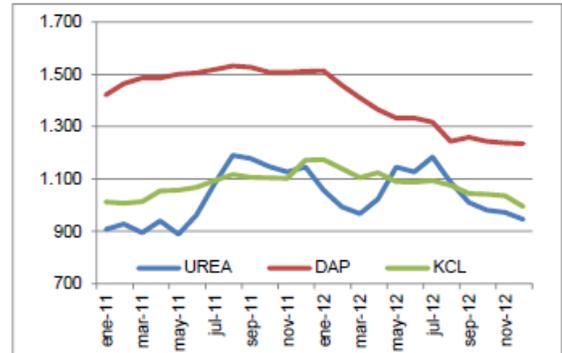
# ANEXOS

## ANEXO A. GRAFICO DE FERTILIZANTES

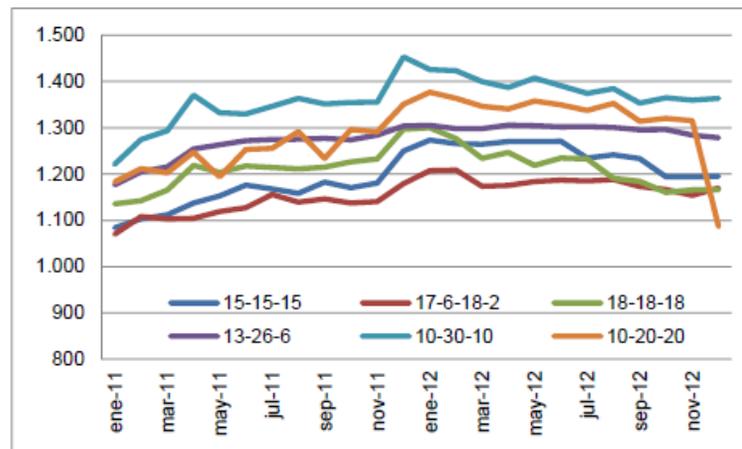
**Precios Internacionales de Fertilizantes Simples  
(US\$ FOB por tonelada)**



**Precios Nacionales de Fertilizantes Simples  
(Miles de pesos por tonelada)**



**Precios Nacionales de Fertilizantes NPK  
(Miles de pesos por tonelada)**



Fuente: Precios internacionales tomados de The Market – ICIS Pricing. Precios nacionales tomados de los reportes de los Productores-Importadores al MADR.

Cálculos: Dirección de Política Sectorial - MADR.

El precio nacional corresponde al promedio ponderado por ventas del precio de los principales productores-importadores.

## ANEXO B. PRODUCCIÓN DE MELÓN EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA

### Melón

MAYOR PRODUCTOR	
Municipio	Rivera
A.S.N.M (mts)*	729
Temperatura Media °C	24
Area (Km <sup>2</sup> )	435

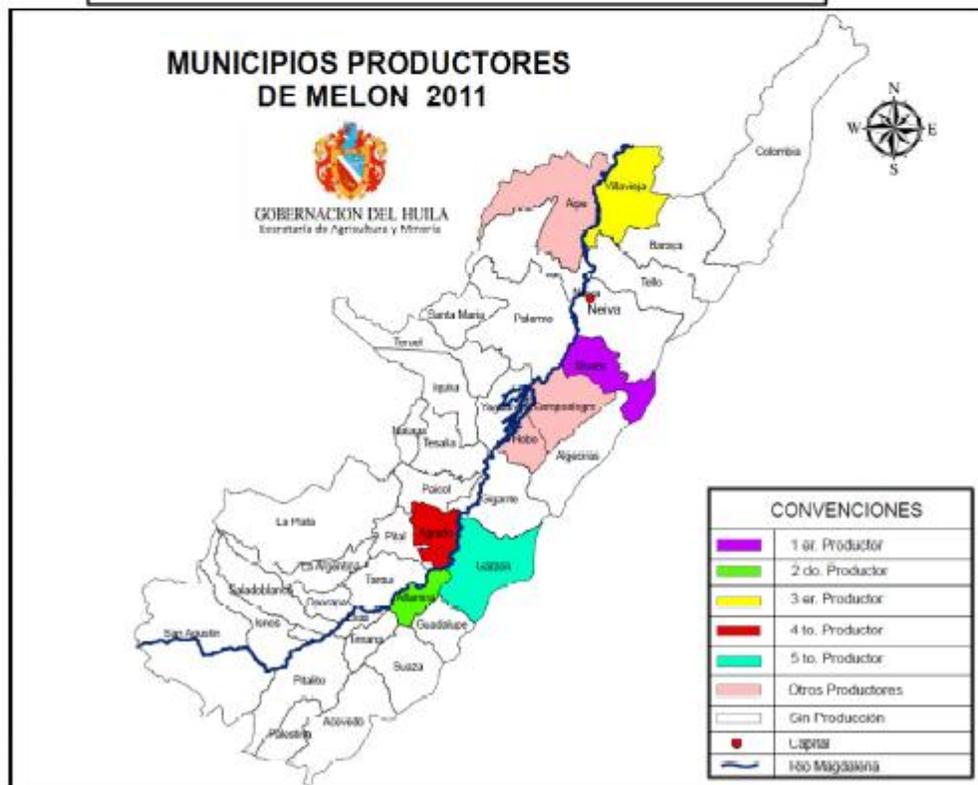
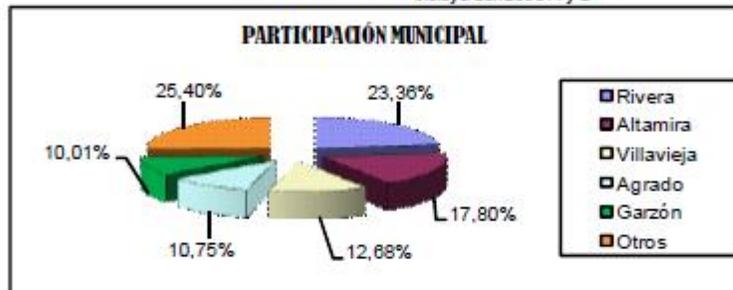
\* Casco Urbano

### PARTICIPACIÓN MUNICIPAL 2011

MUNICIPIO	PRODUCCIÓN (Ton) *	PARTICIPACIÓN %
Rivera	630,0	23,36
Altamira	480,0	17,80
Villavieja	342,0	12,68
Agrado	290,0	10,75
Garzón	270,0	10,01
Otros	685,0	25,40
<b>TOTAL</b>	<b>2.697,0</b>	<b>100,00</b>

\* Fruta

Incluye Semestre A y B

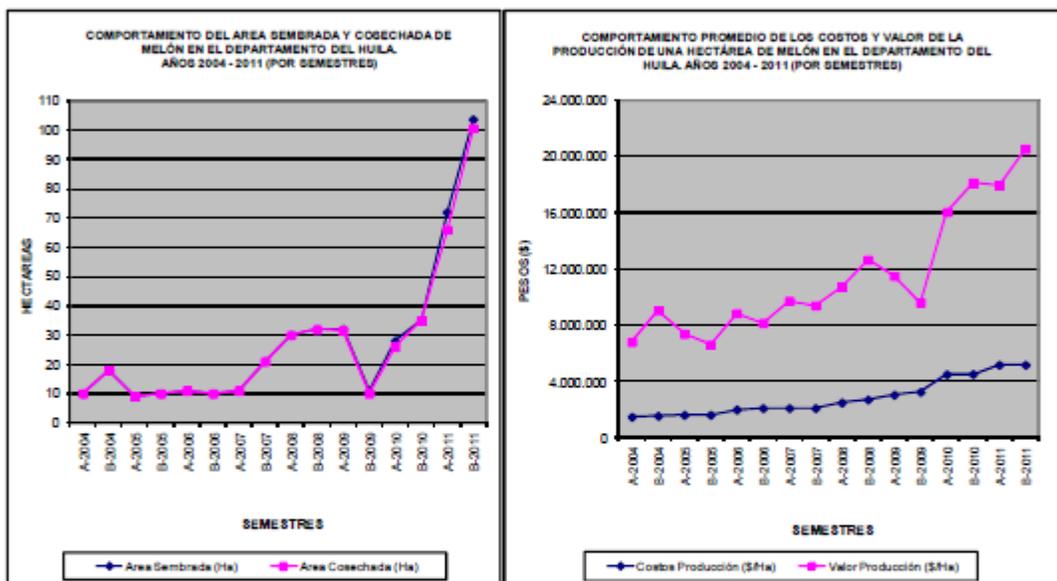


## ANEXO C. SERIE HISTÓRICA PARA EL CULTIVO DE MELÓN EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA

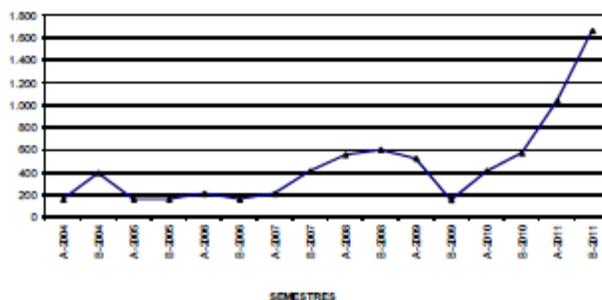
AÑOS 2004 A 2011 (POR SEMESTRES)

DETALLE	2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Área Sembrada (Ha)	10	10	9	10	11	10	11	21	30	30	32	11	20	35	72	104
Área Cosechada (Ha)	10	10	9	10	11	10	11	21	30	30	31,5	10	26	35	66	101
Rendimiento (Kg/Ha) *	18.400	22.111	15.440	16.300	19.455	16.300	19.455	19.714	18.067	19.900	16.746	16.000	16.030	16.306	15.997	16.495
Producción (Ton)	164	390	109	163	214	163	214	414	500	605	528	160	417,0	573,5	1.036,0	1.661,0
Precio Productor (\$/Ton)	370.000	410.000	400.000	405.000	455.000	500.000	499.533	476.570	574.000	668.661	696.356	600.000	1.000.000	1.105.607	1.145.000	1.245.000
Costos Producción (\$/Ha)	1.458.000	1.550.000	1.615.000	1.620.000	2.000.000	2.100.000	2.100.000	2.100.000	2.500.000	2.700.000	3.050.000	3.250.000	4.505.000	4.520.000	5.180.000	5.180.000
Rentabilidad (%)	357,53	454,07	356,72	307,50	342,44	286,10	362,70	347,39	328,59	368,21	276,67	195,30	256,00	300,03	246,97	296,45
Valor Producción (\$/Ha)	6.806.000	9.065.510	7.376.000	6.601.500	8.649.750	8.150.000	9.718.415	9.395.101	10.714.850	12.541.705	11.494.423	9.600.000	16.030.000	16.117.459	17.973.065	20.536.275

FUENTE: Secretaría de Agricultura y Minería/Observatorio de Territorios Rurales/Evaluaciones Agropecuarias Municipales  
\* Rendimiento expresado en FRUTA



Producción (Ton)



## ANEXO D. PRODUCCIÓN DE MELÓN EN EL PAIS

# MELÓN

### MAYOR PRODUCTOR

DEPARTAMENTO: Valle del cauca

MUNICIPIO: Roldanillo



Departamento	Participación %
Valle del cauca	48,7
Norte de Santander	23,5
Boyacá	5,7
Bolívar	5,4
Magdalena	3,7
Otros	13,0
Total	100,0

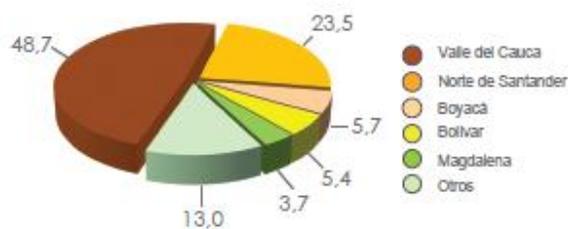
Información correspondiente al año calendario

### PARTICIPACIÓN MUNICIPAL DE LA PRODUCCIÓN EN VALLE DEL CAUCA - 2011

Municipio	Participación %
Roldanillo	28,1
La Unión	21,2
Bolívar	16,0
Zarzal	15,3
Toro	11,2
Total	91,8

Información correspondiente al año calendario

### Participación Departamental



**Fuente:** Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVAS).  
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

**Elaboró:** Grupo Sistemas de Información.

## ANEXO E. PRODUCCIÓN DE PIMENTÓN EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA

### Pimentón

MAYOR PRODUCTOR	
Municipio	Garzón
A.S.N.M (mts)*	828
Temperatura Media °C	24
Area (Km <sup>2</sup> )	580

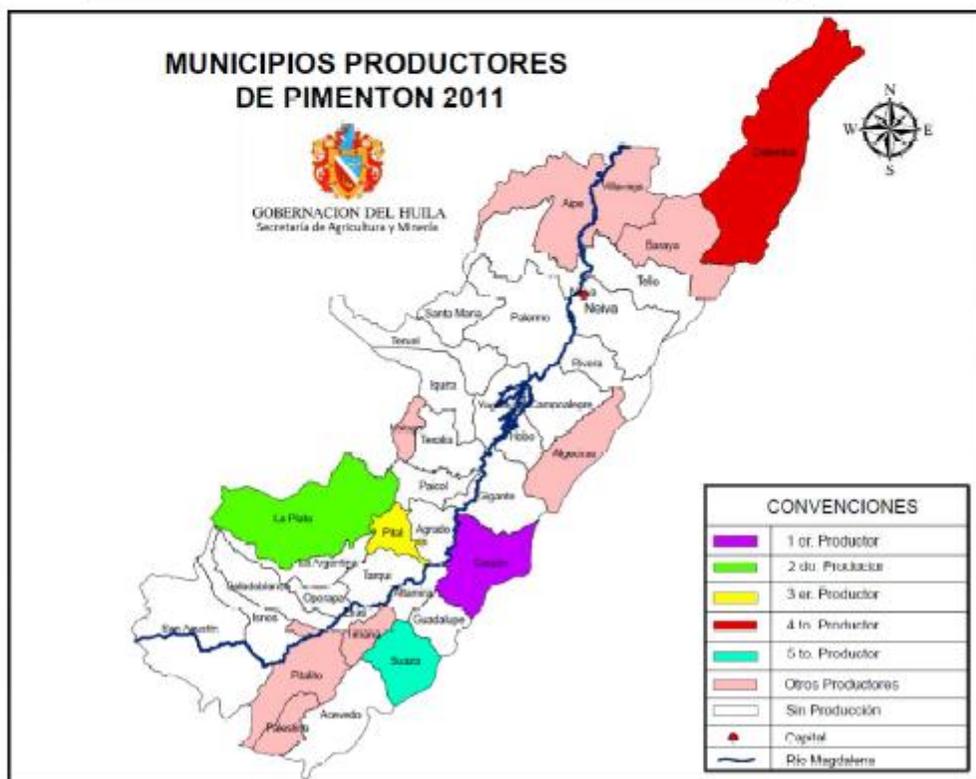
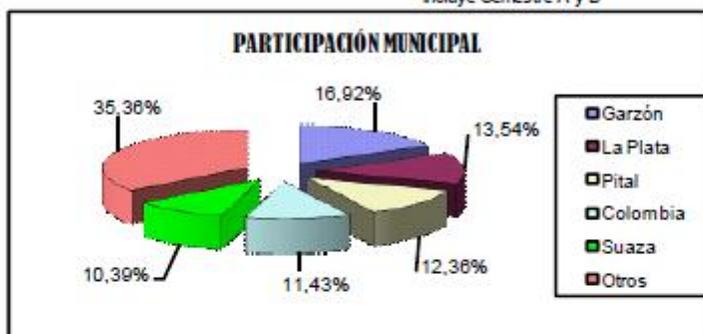
\* Casco Urbano

### PARTICIPACIÓN MUNICIPAL 2011

MUNICIPIO	PRODUCCIÓN (Ton) *	PARTICIPACIÓN %
Garzón	195,5	16,92
La Plata	156,4	13,54
Pital	142,8	12,36
Colombia	132,0	11,43
Suaza	120,0	10,39
Otros	408,5	35,36
<b>TOTAL</b>	<b>1.155,2</b>	<b>100,00</b>

\* Verde

Incluye Semestre A y B

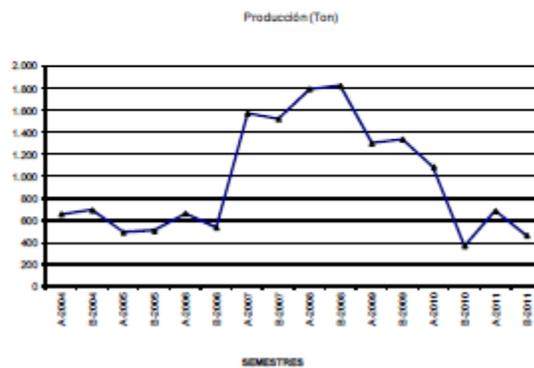
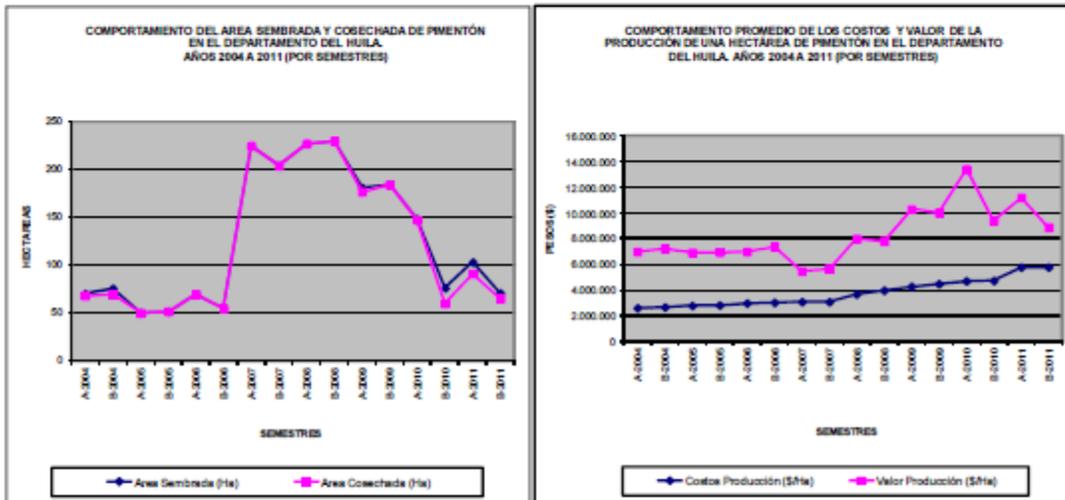


## ANEXO F. SERIE HISTÓRICA PARA EL CULTIVO DE PIMENTÓN EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA

**AÑOS 2004 A 2011 (POR SEMESTRES)**

DETALLE	2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Área Sembrada (Ha)	70	75,5	50	51,5	89,5	54,5	224,5	204	227	229,5	181	184	148,0	76,0	103,0	70,5
Área Cosechada (Ha)	68	69,5	50	51,5	89,5	54,5	224,5	204	227	229,5	176,5	184	147,0	60,0	91,0	65,0
Rendimiento (kg/Ha) *	9.706	10.007	9.890	9.890	9.590	9.880	7.010	7.480	7.900	7.930	7.363	7.269	7.406	6.257	7.962	7.189
Producción (Ton)	680	696	495	510	867	539	1.575	1.522	1.793	1.825	1.299,7	1.337,5	1.088,5	374,5	688,2	467,0
Precio Productor (\$/Ton)	722,576	723,000	700,384	705,000	730,180	750,000	762,232	758,574	1.013,887	985,580	1.400,000	1.381,955	1.811,001	1.505,064	1.482,000	1.238,000
Costo Producción (\$/Ha)	2.624,286	2.700,000	2.890,000	2.890,000	3.000,000	3.060,000	3.105,000	3.105,000	3.700,000	4.000,000	4.300,000	4.500,000	4.730,000	4.750,000	5.800,000	5.800,000
Rentabilidad (%)	167,25	167,37	147,39	144,65	133,41	142,16	76,80	82,25	116,45	96,39	139,73	123,23	183,52	96,26	93,22	83,36
Valor Producción (\$/Ha)	7.013,323	7.235,061	6.925,798	6.972,450	7.002,426	7.410,000	5.483,446	5.858,962	8.009,707	7.815,649	10.308,200	10.048,432	13.410,462	9.417,186	11.206,884	8.895,000

FUENTE: Secretaría de Agricultura y Miera/Observatorio de Territorios Rurales/Estadísticas Agropecuarias Múltiples  
\* Rendimiento expresado en FRUTA



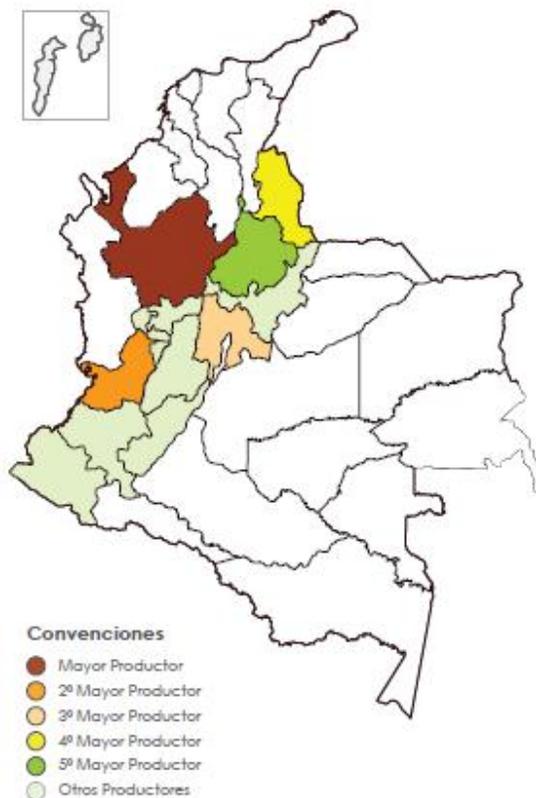
## ANEXO G. PRODUCCIÓN DE PIMENTÓN EN EL PAIS

# PIMENTÓN

### MAYOR PRODUCTOR

DEPARTAMENTO: Antioquia

MUNICIPIO: El Peñol



Departamento	Participación %
Antioquia	31,2
Valle del Cauca	19,7
Cundinamarca	18,8
Norte de Santander	10,8
Santander	8,3
Otros	11,2
<b>Total</b>	<b>100,0</b>

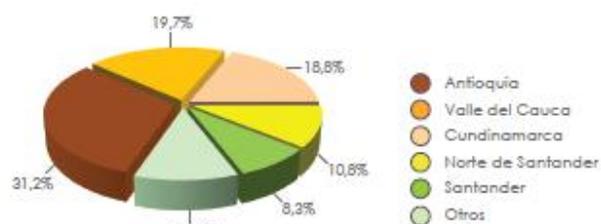
Información correspondiente al año agrícola

### PARTICIPACIÓN MUNICIPAL DE LA PRODUCCIÓN EN ANTIOQUIA - 2011

Municipio	Participación %
El Peñol	77,8
Marinilla	19,0
Medellín	2,0
Jardín	0,9
San Jerónimo	0,2
<b>Total</b>	<b>99,9</b>

Información correspondiente al año agrícola

### Participación Departamental



**Fuente:** Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVAS).  
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

**Elaboró:** Grupo Sistemas de Información