

La Pimienta

Su cultivo y perspectivas en la República Dominicana



Feliciano Andújar
Juan de Dios Moya

El material consignado en esta publicación puede ser reproducido por cualquier medio, siempre y cuando no se altere su contenido. La Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) agradece a los usuarios incluir el crédito correspondiente en los documentos y actividades en los que se utilice.

Cita correcta:

Andújar, F.; Moya, J. 2009. La pimienta (*Pipernigrum* L.): su cultivo y perspectivas en la República Dominicana. Agencia Internacional de Cooperación Internacional del Japón (JICA). Santo Domingo, DO. 136 p.

AGRIS: F01

Descriptores:

Piper nigrum; Cultivo; Clima; Propagación de las Plantas; Manejo del Cultivo; Plantas Madres; Sustratos de Cultivo; Plancton de Vivero; Aplicación de Abonos; Poda; Plagas de Las Plantas; Enfermedades de Las Plantas; Cosecha; Secado; Mercadeo; República Dominicana.

ISBN: 978-9945-448-09-2

Revisión:

José Miguel Méndez
Carlos Céspedes

Maquetación y diseño:

Edward Fulcar
Francis Santos

Diseño de portada:

Francis Santos

Fotografías:

Feliciano Andujar
Juan de Dios Moya

Fotografía de portada:

edward fm

LA PIMIENTA (*Piper nigrum* L.)
Su cultivo y perspectivas en la República Dominicana

Feliciano A. Andújar Amarante
Juan de Dios Moya Franco

CONTENIDO

CONTENIDO

PREÁMBULO	9
1. INTRODUCCIÓN	11
1.1 Importancia de la pimienta.....	11
1.2 Historia del cultivo.....	12
1.3 Antecedentes del cultivo en la República Dominicana.....	13
1.4 Situación actual sobre área, producción y productores en la República Dominicana.....	15
2. LA PLANTA DE PIMIENTA	16
2.2 Historia y origen de la planta.....	17
2.3 Descripción botánica.....	17
2.4 Condiciones de clima y suelo.....	22
2.5 Variedades de pimienta cultivadas.....	22
2.6 Desarrollo del cultivo en la República Dominicana.....	24
2.6.1 Aspectos generales.....	24
2.6.2 Aspectos fitosanitarios.....	26
2.6.3 Multiplicación de plantas.....	27
3. MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE LA PIMIENTA	29
3.2. Condiciones apropiadas para el cultivo.....	29
3.2.1. Clima.....	29
3.2.2. Topografía.....	30
3.2.3. Suelo.....	31
3.2.4. Drenaje.....	33
3.3. Zonificación del cultivo.....	33
3.4. Selección de terrenos.....	34
3.5. Preparación de suelos.....	35
3.5.1. Suelos planos.....	36
3.5.2. Suelos con pendiente pronunciada.....	37
3.6. Siembra y preparación de tutores.....	38
3.6.1. Marco de siembra.....	43
3.6.2. Época de siembra.....	43
3.6.3. Trazado.....	45
3.6.4. Preparación y manejo de tutores, siembra.....	46
3.7. Propagación de plantas.....	47
3.7.1. Métodos de propagación.....	48
3.8. Selección de plantas madres, manejo de esquejes y de enraizadores.....	50

3.8.1 Plantas madres en maceta pequeña	51
3.8.2. Plantas madres en macetas grandes	52
3.8.3. Manejo de esquejes	53
3.8.4. Preparación de sustratos y enraizadores	56
3.9. Manejo de plantas en vivero	57
3.10 Siembra de plantas	59
3.10.1. Construcción de hoyos y fertilización básica	59
3.10.2. Fertilización	59
3.10.3. Siembra (métodos de siembra)	60
3.10.4. Colocación de sombra temporal	61
3.10.5. Resiembra	61
3.11. Manejo del cultivo	61
3.11.1. Manejo del cultivo durante el primer año	61
3.11.2. Manejo del cultivo después del primer año	61
3.12. Plagas y enfermedades de la pimienta	74
3.12.1. Generalidades	74
3.12.2. Manejo de plagas y enfermedades	75
3.13. Buenas prácticas agrícolas	94
3.14. Cosecha	95
3.14.1. Características de los frutos para la cosecha	95
3.14.2. Inspección en campo	96
3.14.3. Cosecha	96
4. POST-COSECHA	99
4.2. Descripción general de la post-cosecha	99
4.3. Transporte de la pimienta de la finca al beneficiado	99
4.4. Desgrane	99
4.5. Opciones del beneficiado	100
4.5.1. Pimienta verde	100
4.5.2. Pimienta negra	100
4.5.3. Pimienta blanca	100
4.5.4 Pimienta roja	101
4.6. Procedimientos para producir los diferentes tipos de pimienta	101
4.6.1. Para producir pimienta verde	101
4.6.2. Para producir pimienta negra	101
4.6.3. Para producir pimienta blanca	103
4.7. Secado de la pimienta	104
4.8. Limpieza de la pimienta	105
4.9. Clasificación y normas de calidad	105
4.10. Composición química de los granos de pimienta	105
4.11. Envasado y almacenamiento	106

4.12. Trazabilidad	107
4.12.1. Inocuidad	108
4.13. Buenas prácticas de manufactura (BPM).....	108
5. ECONOMÍA	111
5.2. Costos de producción	111
5.3. Costos de valor agregado (procesamiento)	112
5.4. Cadena de comercialización (de la finca a la mesa).....	113
5.5. Mercadeo de la pimienta	114
5.6. Rentabilidad del cultivo de la pimienta	116
6. REFERENCIAS	119
ANEXOS	131

PREÁMBULO

En la República Dominicana, el cultivo de la pimienta ha sido una nueva experiencia para los agricultores desde su introducción en el 1968. Las investigaciones y experiencias con agricultores están recogidas en los informes técnicos del Proyecto de Desarrollo del Cultivo de Pimienta, “Proyecto Pimienta” (Fase I y Fase II) y en publicaciones de artículos en varias revistas y actas de reuniones de eventos científicos.

La publicación de un manual de pimienta surge de la necesidad de recopilar la información que se generó durante la ejecución del “Proyecto Pimienta”, para ponerla en manos de interesados, con el objetivo de que conozcan su manejo de forma sistemática. En vista de esto la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA, por sus siglas en inglés), el Instituto Agrario Dominicano (IAD) y la Secretaría de Estado de Agricultura (SEA), en el año 1997, publican el primer manual sobre el cultivo de la pimienta. Éste contribuyó con la disponibilidad de información actualizada sobre el cultivo en la República Dominicana y sirvió como referencia para la aplicación de las técnicas aceptadas sobre su manejo.

Desde la publicación del primer manual sobre el cultivo de pimienta en la República Dominicana se han generado nuevas experiencias. Éstas deben ser recogidas e incorporadas en un documento actualizado que responda a las necesidades de técnicos y productores que demandan nuevos conocimientos y tecnologías sobre el cultivo.

El presente documento es un manual sobre el cultivo de pimienta que abarca desde los orígenes y las técnicas para su manejo, hasta el aspecto económico de su producción. El manual incluye las experiencias de investigación en otros países y la República Dominicana. Para esto se hizo una exhaustiva revisión de la literatura disponible en los informes del Proyecto de Desarrollo del Cultivo de la Pimienta y del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Se consultaron además, otros medios impresos en bibliotecas especializadas y publicaciones en el internet.

El documento también incluye las experiencias de los técnicos con agricultores en el ámbito del Proyecto de Desarrollo Agrícola en Áreas de Montañas (PRODEAM). Además, incluye informaciones, publicadas o no, que se generaron en los últimos 10 años del cultivo en la República Dominicana.

La elaboración de este manual se llevó a cabo con el financiamiento de la JICA, con la dirección y supervisión del PRODEAM y las informaciones técnicas, edición y artes finales del IDIAF. Estas instituciones han estado involucradas en el desarrollo del cultivo en la República Dominicana y han contribuido con el mejoramiento del nivel de vida de los productores de pimienta en las diferentes regiones del país.

Debido a la importancia que tiene la difusión de la tecnología del cultivo de pimienta a los agricultores dominicanos y la correcta aplicación de estos conocimientos para el mejoramiento de sus ingresos, este manual va dirigido a los técnicos agrícolas involucrados en la investigación y la extensión del cultivo. Se espera que el manual sirva como un instrumento de referencia clave para la elaboración de cursos, charlas, jornadas y otras actividades relacionadas con la transferencia y aplicación efectiva del conocimiento.

Los técnicos agrícolas interesados en el cultivo de pimienta tendrán una herramienta que les permitirá mejorar su conocimiento sobre esta especia. Esto contribuirá con el mejoramiento de su desempeño como facilitadores en las actividades de capacitación de los agricultores y otros actores involucrados en el sector agrícola.

La disponibilidad de un instrumento actualizado sobre el cultivo de pimienta es muy importante para expandir el cultivo y mejorar la productividad del mismo. En consecuencia, los objetivos de esta publicación son los siguientes: i) mejorar el conocimiento actual sobre el cultivo de pimienta, ii) ampliar la información disponible sobre el cultivo, iii) contribuir con la correcta aplicación de las técnicas para una mayor eficiencia en el manejo del cultivo y iv) suministrar información actualizada sobre el cultivo de pimienta.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Importancia de la pimienta

La pimienta (*Piper nigrum L.*) conocida también como “pimienta negra” es la especia más común y más comercializada en el mundo. Para el año 2008, la producción y exportación estimadas fueron de 262,900 y 190,800 toneladas respectivamente. Estos datos corresponden a once países dentro de los cuales se encuentran los mayores productores de pimienta (Anexo 1). Los mayores productores son Vietnam, India, Indonesia y Brasil. Estados Unidos es el mayor importador de la especia. Para el año 2007, este país importó un total de aproximadamente 51,000 toneladas métricas, mientras que hasta agosto del 2008, importó 31,820 toneladas (Anexo 2).

La producción mundial de pimienta aumentó de 218,000 toneladas en el año 1999 a 323,000 toneladas en el 2003 con un crecimiento anual de 10.28%. Este aumento se debió al incremento en los países que tradicionalmente producen la especia como Brasil, India, Indonesia, Malasia y Sri Lanka; aumento de la producción en Vietnam y el surgimiento de nuevos productores como China, Ecuador y Camboya (IPC 2004).

La exportación de pimienta de los países productores, también se incrementó de 160,465 toneladas en el 1999 a 222,735 en el 2003, mostrando un incremento promedio de 8.5%. Sin embargo, el crecimiento en las importaciones de los principales importadores (Estados Unidos, Alemania, Inglaterra y Japón) para el mismo período fue de 2 a 3% anualmente, esta cifra comparada con el incremento de la exportación en 8.5% sugiere que la importación en los mercados no tradicionales se ha incrementado significativamente (IPC 2004).

En países desarrollados o con una industria alimenticia desarrollada, el sector industrial es el que más utiliza la pimienta. En los países con una industria menos desarrollada, la mayor parte de la pimienta se consume en los hogares. Dependiendo de la cultura alimenticia y del nivel de desarrollo de la industria de alimentos, las empresas de servicio de alimentos utilizan aproximadamente del 5 a 20% de la pimienta que se consume en un país (IPC 2004).

Además del uso en la alimentación, la pimienta se utiliza en la medicina. En países orientales se ha utilizado en la medicina tradicional desde hace mucho tiempo y aún en la actualidad constituye el mayor uso no alimenticio. Los extractos de pimientos se han usado en la industria de fragancias y perfumería. Sin embargo, el consumo no alimenticio de la pimienta se ha limitado a pequeñas cantidades (IPC 2004).

La República Dominicana posee condiciones agroclimáticas favorables para el cultivo de la pimienta. En la mayoría de las zonas potenciales para el cultivo, existen agricultores de

escasos recursos que pudieran diversificar su producción y sus ingresos con el cultivo de pimienta. La pimienta proporciona ingresos adicionales a los obtenidos por otros cultivos tradicionales.

En la República Dominicana, la pimienta ha producido cambios positivos en el nivel de vida de agricultores con escasos recursos económicos localizados en áreas de montañas, con suelos ácidos y de baja productividad. En el país existen aproximadamente 700 productores de pimienta que han logrado diversificar sus sistemas de producción y sus ingresos. Además, debido a que la pimienta se puede almacenar por más tiempo que otros productos sin perder sus propiedades, ha sido una ventaja para que el agricultor pueda almacenarla hasta conseguir precios atractivos en el mercado.

1.2 Historia del cultivo

La pimienta tiene su origen en los Ghats en la costa de Malabar, suroeste de La India. Se ha encontrado de forma silvestre en las colinas de Assam y el norte de Burma (Mianmar o Birmania), donde pudo haber sido naturalizada después de una más antigua introducción (Purseglove 1968, Maistre 1969, Purseglove et al. 1981, Ravindran 2000). Se ha observado la planta silvestre creciendo en el bosque bajo la sombra de árboles los cuales le sirven como soporte (Gentry 1955).

Según escritos en Sánscrito antiguos, el cultivo de la pimienta es históricamente antiguo. De acuerdo con criterios geográficos, pudo haberse encontrado dentro de las 100 primeras especies cultivadas en el mundo (Gentry 1955). Fue llevado a la isla de Java por los colonizadores hindúes entre los años 100 a. C. y 600 d. C. Marco Polo lo reportó en Malasia en el 1280 d. C. En el Siglo XVI la pimienta se cultivaba en la costa oeste de La India con Malabar como centro de producción y con una menor producción en Java, Sunda, Malacca, Kedah y Siam (Purseglove 1968).

El cultivo de la pimienta se dispersó por el sur de Asia y por América. Era cultivada por los Chinos en Borneo. En los Siglos XVII y XVIII los holandeses establecieron grandes plantaciones en Java y Sumatra. En el Siglo XVIII se cultivaba en Ceylan (Sri Lanka) y más tarde en Camboya. En los inicios del Siglo XIX, los ingleses establecieron plantaciones organizadas en Singapur y parte de Malasia donde la pimienta se cultivaba en asociación con la especie *Uncaria gambir*. Durante el Siglo XX la pimienta se introdujo en la mayoría de los países tropicales incluyendo Brasil en el continente americano (Purseglove 1968). Sin embargo, probablemente la primera introducción en este continente la hicieron los franceses en las Guayanas Francesas, a mediados del Siglo XVIII. Su cultivo fue aparentemente exitoso por la mano de obra esclava que entonces se empleaba. Sin embargo, cuando se abolió la esclavitud en el Siglo XIX, su cultivo perdió importancia (Gentry 1955).

El cultivo de pimienta ha ido evolucionando en la medida en que se ha ido introduciendo en diferentes países. La forma más antigua y simple de producción de pimienta se encuentra en La India, en donde los esquejes o estacas se plantan en el pie de un árbol cerca de la casa, se le da poca atención y los rendimientos son muy bajos (Purseglove 1968). Tradicionalmente se ha cultivado en su lugar de origen en forma de huerto casero. A partir de su domesticación, el cultivo en Malabar era manejado por las familias en pequeñas parcelas individuales, generalmente en asociación con la palma areca (*Areca catechu*) y coco (*Cocos nucifera*) los cuales servían de soportes o tutores a la planta (Gentry 1955).

Según Gentry (1955) no se usaba tutores artificiales, y las parcelas más grandes eran de 4 a 8 hectáreas en una zona aclarada de la selva o en terrenos de otros cultivos con árboles para sombra o soporte. Este autor también reporta que la pimienta era cultivada intercalada con café (*Coffea arábica*), té (*Camellia sinensis*) en elevaciones entre 600 y 1200 msnm. Muchas de esas parcelas se han manejado con mejor atención profesional como mejores variedades, poda y fertilización. Esta forma de cultivo se ha mantenido en algunos lugares donde se ha introducido el cultivo, llegando a cultivarse en algunos lugares con tutores artificiales o tutores de madera. El mayor cambio en la forma de cultivo de la pimienta a través del tiempo ha sido en el incremento de otras especies de árboles como tutores, métodos de fertilización, mejores cultivares, y mejores controles de malezas y plagas.

1.3 Antecedentes del cultivo en la República Dominicana

En la República Dominicana no existen registros sobre la pimienta en estado silvestre. Las introducciones que se tienen constancia fueron las reportadas por Reyes *et al.* (1990) y Andújar *et al.* (1997). Reportaron que en 1968 un ciudadano japonés introdujo varios esquejes de la variedad Singapur, procedentes de Brasil. De estos se sembraron dos esquejes en Santo Domingo los cuales derivaron en plantas con un buen crecimiento. Después de 7 años las plantas produjeron más de un kilogramo de pimienta negra por planta. De las plantas se cortaron esquejes y se sembraron en la finca del IAD en Sierra Prieta, Yamasá, Provincia Monte Plata.

En el año 1976, a través del Centro Sur de Desarrollo Agropecuario (CESDA) se introdujeron 70 esquejes de una variedad no identificada, procedente de Costa Rica. Tres de los esquejes se sembraron con tutores muertos en San Francisco de Macorís, en la finca del Centro de Desarrollo Tecnológico del Cacao (CENDETECA), hoy Estación Experimental Mata Larga, del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF).

Con el objetivo de diversificar la producción agrícola de los asentamientos campesinos del Cibao Oriental y aumentar los ingresos de los agricultores de la República Dominicana,

a solicitud del Gobierno Dominicano, el Gobierno de Japón envió al país al técnico Sannosuke Yasumori. El señor Yasumori observó que en la República Dominicana habían condiciones agroclimáticas adecuadas para el cultivo de pimienta. Para experimentar en un asentamiento campesino del IAD en Sierra Prieta, Yamasá, el señor Yasumori sembró 200 plantas de pimienta variedad “Singapur” traídas de Brasil en el 1982.

Las plantas se cultivaron con tutor muerto y alcanzaron una altura de 3 metros y un rendimiento de 2 a 4 kg de pimienta negra por planta. Algunas de estas plantas murieron por enfermedades y las que sobrevivieron se utilizaron como plantas madres para producir material de propagación.

También en el asentamiento de Sierra Prieta se sembraron cinco plantas posiblemente “Balankotta” introducidas de Costa Rica en 1982. Las plantas se cultivaron con tutor muerto y alcanzaron una altura de 2.5 metros. Asimismo en el 1982 otro ciudadano japonés sembró 7 plantas variedad “Singapur” en su finca de Dajabón. Sin embargo, estas plantas no desarrollaron lo suficiente debido posiblemente a un manejo no adecuado o a condiciones de clima desfavorables para la planta.

La experiencia del señor Yasumori fue el punto de partida para que en 1983 el Gobierno Dominicano, a través del IAD, elaborara una propuesta para el desarrollo del cultivo de pimienta. La propuesta fue sometida al Gobierno de Japón para una cooperación técnica. El gobierno de Japón envió dos expertos, los cuales confirmaron el potencial de República Dominicana para el cultivo de pimienta.

Más tarde en 1987 se firma un acuerdo entre ambos gobiernos para iniciar el Proyecto de Desarrollo del Cultivo de Pimienta en la República Dominicana. El objetivo del proyecto fue desarrollar las técnicas del cultivo de pimienta y contribuir con el desarrollo de la agricultura dominicana. A partir de este acontecimiento se inician las investigaciones sobre el cultivo de pimienta en el país.

En el 1984 un agricultor sembró 10 plantas “Singapur”, introducidas por Yasumori, en la Majagua de Sánchez. Más tarde, en el 1985 otro agricultor sembró 30 plantas de pimienta “Singapur” en una finca cerca de San Francisco de Macorís. Ese mismo año se sembraron 40 plantas introducidas de Puerto Rico, en la finca de la Fundación Progressio en Cevicos, provincia Sánchez Ramírez. Cinco años después de la siembra, estas plantas habían alcanzado alturas de hasta 3 metros. En el 1988, el Gobierno dominicano introdujo 6 esquejes de la variedad Balankotta procedentes del CATIE en Costa Rica. De estos esquejes sobrevivió solo uno, del que se obtuvieron 3 plantitas (Reyes *et al.* 1990).

Durante la ejecución del proyecto del cultivo de pimienta se introdujeron otras variedades procedentes de Brasil. Entre ellas se encuentran: Inatam, Guayarina, Singapur, Balankotta

y Kottanada. De estas variedades, Guayarina, Balankotta y Singapur se han sembrado en parcelas de agricultores. Sin embargo, se han hecho investigaciones sobre ellas. La introducción más reciente de esquejes de pimienta la hizo el ingeniero agrónomo Andrés Lora Batista, técnico del Proyecto de Desarrollo Agrícola en Áreas de Montañas. Los esquejes se introdujeron desde Brasil y correspondían a las variedades Iasará, Kottanadan, Kuthiravalli y Apra. Se sembraron en fundas en los invernaderos de la Estación Experimental de Mata Larga del IDIAF. Actualmente de estas variedades se tienen plantas en macetas.

La Primera etapa del Proyecto Pimienta duró desde el 1987 al 1992 y luego se expandió la siembra a un grupo de agricultores líderes, localizados en Yamasá, Sánchez y Cotuí. A cada agricultor, el proyecto le suministraba plantas y la asesoría técnica para el cultivo en sus parcelas. El cultivo se expandió poco a poco y para 1996 en el país existían 300 productores de pimienta. Cada agricultor tenía un área promedio de 1.25 tareas (0.08 ha) por lo que el área total sembrada (sin contar la siembra de la Fundación Progressio) era de 375 tareas (23.4 ha).

1.4 Situación actual sobre área, producción y productores en la República Dominicana

Desde 1992, se han involucrado en el cultivo de pimienta unos 1,151 agricultores. Dentro de estos, se encuentran agricultores de asentamientos de la Reforma Agraria y agricultores con parcelas privadas. La superficie promedio del cultivo por cada productor es de 3 tareas (0.19 ha). Sin embargo, actualmente existen aproximadamente 700 productores de pimienta en un área total cultivada de 2,100 tareas (131.25 ha) (Andrés Lora, comunicación personal).

La producción total acumulada de pimienta durante el período 1996-2008 fue de 396 toneladas, con un promedio anual de 30.48 toneladas. La venta generó un total acumulado de RD\$ 31,387,174.82 con un promedio por año de RD\$ 2,414,398.06 (Anexo 3). Esta producción está repartida en tres regiones: Yamasá, Provincia Monte Plata; Nagua, Provincia María Trinidad Sánchez; Sánchez, Provincia Samaná y Cotuí, Provincia Sánchez Ramírez. Sierra Prieta tiene el mayor porcentaje de participación en la producción, seguido por Nagua y Cotuí (Figura 1).

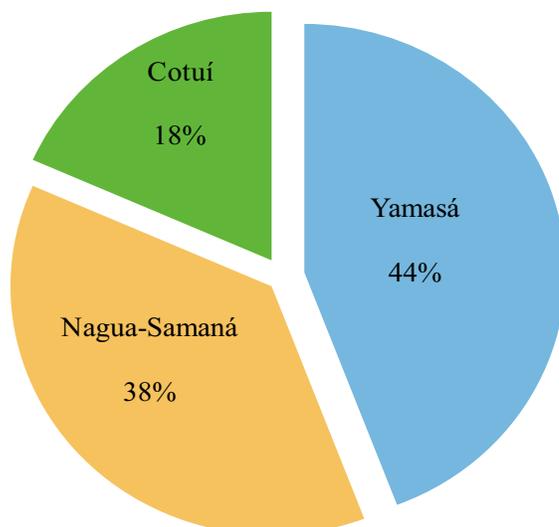


Figura 1. Producción de pimienta por zona productora (en porcentaje)(1996-2008)

2. LA PLANTA DE PIMIENTA

2.2 Historia y origen de la planta

La planta de pimienta es originaria de las selvas tropicales en la costa de Malabar en el suroeste de La India, donde aún se encuentran especímenes silvestres desde el nivel del mar hasta los 1300 msnm. Según Pillay (1997) una prueba del origen de la planta en este lugar es la presencia de un gran número de variedades y especies relacionadas con la pimienta. Por ejemplo, en estudios realizados por Pillay (1997) en esa zona, se pudieron identificar alrededor de diez especies de *Piper* y un gran número de variedades de *P. nigrum* con “increíble variabilidad de caracteres”.

La pimienta es una de las especias más antiguas. Desde hace más de 1000 años a. C. la planta se usaba en medicina y como condimento para las comidas. Teofrasto la menciona en el Siglo IV a. C. reconociendo dos tipo de pimienta: la pimienta negra (*Piper nigrum*) y la pimienta larga (*Piper longum*), ambas especies utilizadas por los romanos y los griegos. La palabra *Piper* proviene del Sánscrito Pippali, palabra usada para designar a la pimienta larga (*Piper longum*). Esta especie se utiliza en algunas comidas y en la medicina tradicional de La India, y aunque aún se utiliza en La India y otros países de Asia, no tiene valor comercial para los países del continente americano.

Plinio también se refiere a la planta de pimienta en el primer siglo de la Era Cristiana (Maistre 1969, Purseglove *et al.* 1981). Según Maistre (1969) la primera descripción somera de la planta de pimienta se atribuye a Cosmas Indicopleustes durante su visita a las costas

de Malabar en el año 540. En su libro *Topographia Christiana*, Indicopleustes describe el aspecto de la planta, la cosecha y la preparación. La pimienta blanca fue descrita por primera vez por Dioscorides y en aquellos días se creía que era producida por una planta diferente de la que produce la pimienta negra.

De su lugar de origen en el suroeste de La India, la planta de pimienta fue llevada a otros países. Purseglove *et al.* (1981) mencionan que los colonizadores hindúes probablemente llevaron la planta a Java entre los 100 a. C. y 600 d. C. Posteriormente Marco Polo, en sus memorias de 1298, describía la producción de pimienta en la isla de Java, la cual visitó en 1280; mientras que Nicolo Conti en el siglo XV vio plantas de pimienta en Sumatra.

La primera introducción en el continente americano se hizo probablemente durante mediados del Siglo XVIII por los franceses en las Guayanas Francesas (Gentry 1955). Sin embargo, en Brasil se ha reportado la introducción en el Siglo XVII por los portugueses y en el 1933 por inmigrantes japoneses (EMBRAPA 2005). En los años siguientes se introduce en Honduras, México, Perú, Ecuador, El Salvador y la República Dominicana.

2.3 Descripción botánica

El nombre botánico de la planta de pimienta es *Piper nigrum* L. y pertenece a la familia de las piperáceas (Maistre 1969, Purseglove *et al.* 1981, Jaramillo y Manos 2001). El género *Piper* incluye más de 1000 especies de plantas. En su mayoría son herbáceas, arbustos y lianas trepadoras que se encuentran en los trópicos húmedos (Purseglove *et al.* 1981, Jaramillo y Manos 2001). El género *Piper* es de distribución pantropical, encontrándose la mayor diversidad en los trópicos americanos (700 especies), seguido por el sureste asiático (300 especies) (Jaramillo y Manos 2001).

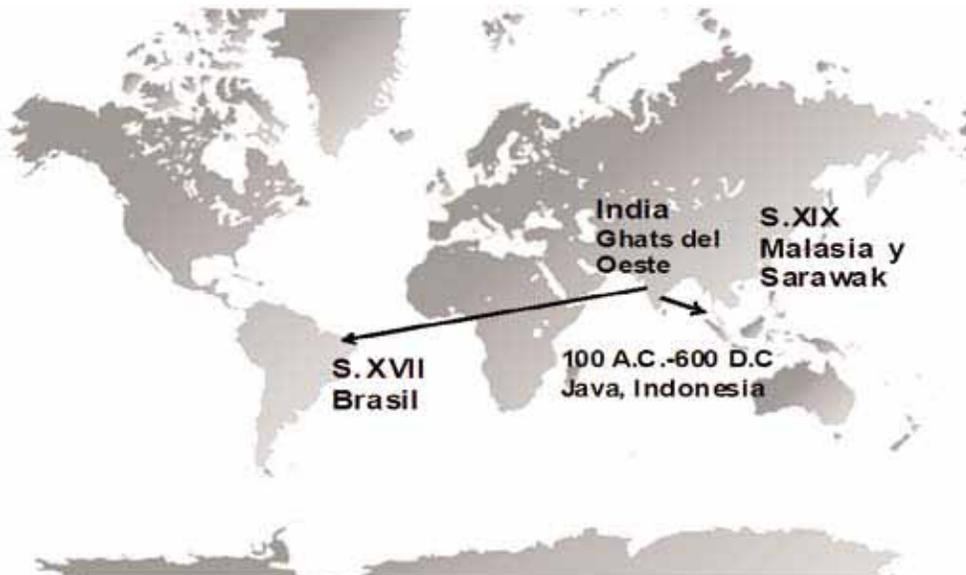


Figura 2. Origen y distribución de la pimienta

Estudios morfológicos y biosistemáticos de las especies en el lugar de origen de *P. nigrum* L., indica que ésta pudo haberse originado de la hibridación entre las especies silvestres *Piper wightii*, *Piper galeatum* y *Piper trichostachyon*. Estas especies son lianas trepadoras leñosas con morfología foliar similar. Las espigas son más parecidas a las de *P. nigrum* que a las de cualquier otra especie. Sus frutos tienen poco picante, aroma y sabor. De estas tres especies, los ancestros más probables podrían ser *P. wightii*, y *P. galeatum* (Ravindran et al. 2000).

Según el Sistema Integrado de Información Taxonómica (Integrated Taxonomic Information System, ITIS) la clasificación de la pimienta es como sigue:

Reino	<i>Plantae</i> – Plantas
Sub-reino	<i>Tracheobionta</i> – Plantas vasculares
División	<i>Magnoliophyta</i> – Plantas con flores, angiospermas, fanerógamas
Clase	<i>Magnoliopsida</i> – Dicotiledóneas
Subclase	<i>Magnoliidae</i> –
Orden	<i>Piperales</i> –
Familia	<i>Piperaceae</i> – Familia de la pimienta
Género	<i>Piper</i> L. – Pimienta
Especie	<i>Piper nigrum</i> L. – Pimienta negra

La planta de pimienta es una liana trepadora perenne que puede alcanzar una altura mayor a los 10 metros. Para su crecimiento necesita un tutor. En las selvas tropicales del suroeste de La India se encuentra cubriendo los árboles. Con un buen desarrollo del follaje una planta adulta tiene una forma cilíndrica o columnar (Figura 3).

La planta está compuesta por tallos principales de crecimiento vertical u ortotrópico, ramas fructíferas de crecimiento horizontal o plagiotrópico. También por tallos de crecimiento horizontal al nivel del suelo o de crecimiento geotrópico. Los tallos y las ramas se dividen en nudos y cada entrenudo tiene una longitud de 5 a 12 cm dependiendo de la variedad.

Los tallos principales dan soporte y forma vertical a la planta. Cuando nuevos son herbáceos y cambian a semileñosos según desarrollan. En cada nudo del tallo nacen varias estructuras, estas son: a) una hoja en forma alterna, b) raíces adventicias cortas que lo mantienen adherido al tutor y c) las ramas fructíferas. Dependiendo de la variedad, el ápice y hojas nuevas de los tallos principales presentan color pardo rojizo a verde amarillento. Una planta adulta de pimienta puede tener entre 3 a más de 5 tallos principales.

Las ramas fructíferas surgen en los nudos del tallo principal y en su conjunto dan la forma cilíndrica o columnar a la planta. En cada nudo de las ramas se desarrollan: a)

una hoja de forma alterna y b) las espigas florales. En estos nudos no se desarrollan raíces. Las ramas tienen forma cilíndrica y los brotes y hojas nuevas son de color verde amarillento (Figura 4). Estas características deben tomarse en cuenta para la multiplicación vegetativa de la planta con fines del establecimiento del cultivo.

Los tallos de crecimiento geotrópico nacen de la base de los tallos principales y crecen horizontalmente sobre el suelo. Estos tallos tienen las mismas características que los tallos principales y sus raíces adventicias pueden crecer en



Figura 3 Planta adulta de pimienta con forma columnar el suelo. Se pueden convertir en nuevas plantas si durante su crecimiento encuentran otro árbol que les sirva de tutor. En algunos países como en La India, estos tallos se utilizan para cortar esquejes en la multiplicación vegetativa (Figura 4).

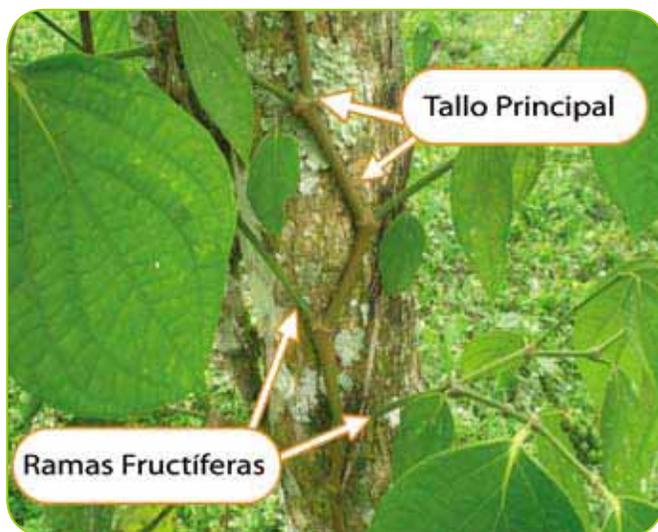


Figura 4. Tipos de tallos que componen una planta de pimienta.

Las hojas de la pimienta son pecioladas, simples y alternas. El pecíolo tiene una longitud de 2 a 5 cm y tiene en su base dos estípulas laterales de poca duración. El limbo es entero ovalado



Figura 6. Inflorescencias de pimienta

y dispuestas en espiral a lo largo del raquis. La floración se inicia en la base de las espigas y continúa hacia el ápice en un período de 7 a 8 días. Las flores pueden ser unisexuales con formas monóicas, dioicas o hermafroditas. Las plantas de pimienta en su estado silvestre son dioicas, pero la mayoría de las cultivadas son bisexuales. Las variedades con un mayor porcentaje de flores bisexuales son las más productivas (Purseglove *et al.* 1981, Ravindran 2000) (Figura 6).

Las flores no tienen periantio. El gineceo está formado por un ovario, un estilo muy corto y un estigma prominente en forma de estrella con papilas succulentas. El ovario es globular, sésil o sentado, unilocular, y con 3 a 5 estigmas en forma de estrella que cuando están receptivas son blancas y más tarde cambian a color pardo (Figura 7). El ovario contiene un óvulo ortótropo con micrópilo inferior.

El androceo está compuesto por 2 a 4 diminutos estambres de aproximadamente 1 mm de largo localizados a cada lado del ovario. El filamento es corto y aplastado y termina en una antera con dos sacos polínicos. Estos sacos contienen granos de polen redondos con tamaño promedio de 11.0 μm de ancho y

8.84 μm de largo (Maistre 1969, Purseglove 1981, Ravindran *et al.* 2000). En la mayoría de las variedades de pimienta, las flores son protógenas, es decir, el gineceo (órganos femeninos) se desarrolla antes que el androceo (órganos masculinos) alcance su madurez.

y de borde liso, con la base oblicua, obtusa, redondeada o acorazonada y con el ápice acuminado. En el haz es verde oscuro y lustroso, mientras que en el envés es verde-blancuzco. Posee de 5 a 7 nervaduras principales. Dependiendo de la variedad, la hoja puede tener de 8 a 20 cm de largo y 4 a 12 cm de ancho (Figura 5).

Las inflorescencias son espigas colgantes que nacen en el nudo de cada rama fructífera y opuestas a una hoja. Pueden tener de 3 a 15 cm de largo, albergan de 50 a 150 flores diminutas, de color verde-amarillento



Figura 5. Rama de pimienta con hojas y frutos

Por lo tanto cuando el estigma está receptivo las anteras aún no se han desarrollado para liberar el polen y es polinizado por anteras desarrolladas de otras flores.

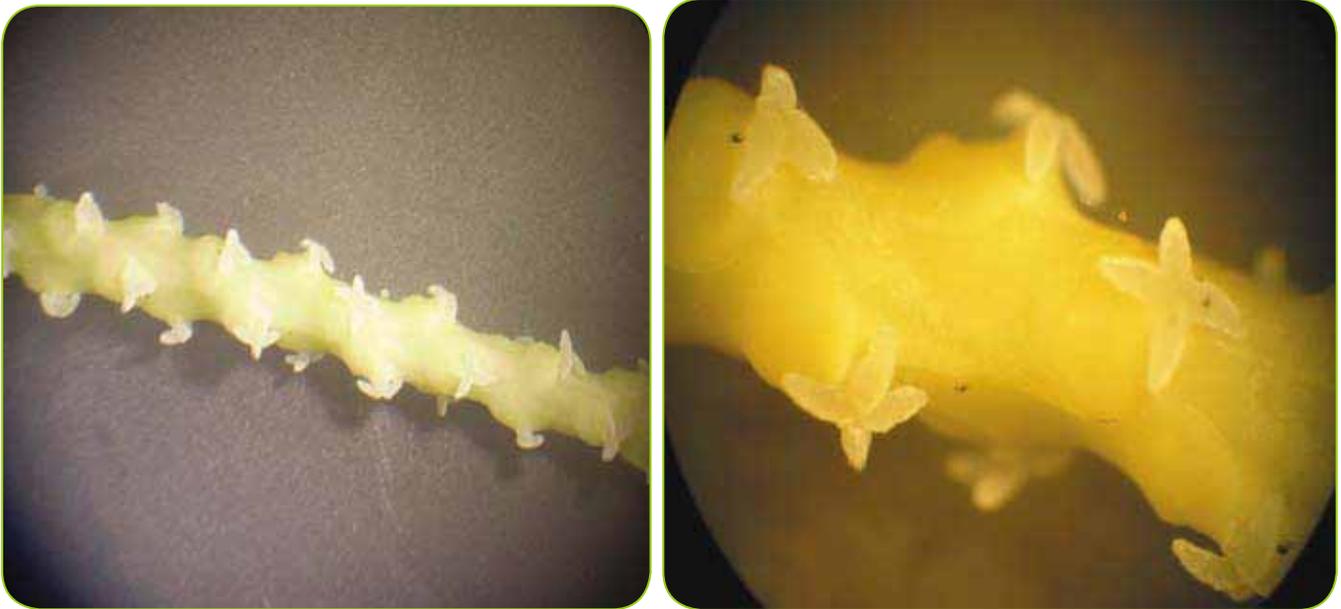


Figura 7. Inflorescencia de pimienta.

Izquierda: espiga, derecha: acercamiento de la espiga (obsérvese los estigmas desarrollados en forma de estrella).

Los estudios sobre polinización en la mayoría de las variedades de pimienta cultivadas indican que la autogamia, es decir, la polinización del estigma por el polen de la misma flor es poco frecuente. La polinización se da por geitonogamia, o sea, ocurre entre distintas flores en la misma espiga. Esto sucede debido a que el geotropismo positivo de las espigas permite que el polen de las anteras desarrolladas más cerca de la base, llegue por gravedad al estigma de las flores más alejadas de la base (Maistre 1969, Purseglove *et al.* 1981, Ravindran 2000). Una vez que el polen de una flor llega al estigma de otra flor se inicia el crecimiento del tubo polínico que contribuirá a la fecundación y el posterior desarrollo del fruto.

El fruto de la pimienta es una drupa sésil globosa de 4 a 6 mm de diámetro y que nace en espigas de 5 a 15 cm de largo. El fruto es verde y al madurar cambian a amarillo y después a rojo. La semilla es de 3 a 4 mm de diámetro y el peso de 100 granos puede variar de 3 a 8 g. El fruto maduro se utiliza como semilla la cual en la germinación da lugar primero a una raíz principal pivotante a partir de la cual se desarrollan las raíces secundarias (Purseglove *et al.* 1981).

Las plantas de pimienta provenientes de estacas o esquejes desarrollan raíces adventicias en la base del tallo adulto. El sistema radicular consta de 10 a 20 raíces principales que pueden crecer a una profundidad de 1 a 2 metros y se subdividen en otras raíces secundarias. Sin embargo, del 85 al 90 % de las raíces de las plantas adultas se encuentran entre los 30

y 60 cm de profundidad en el suelo, mientras que las raíces absorbentes de agua penetran hasta 4 m de profundidad (Maistre 1909, Purseglove *et al.* 1981, Ravindran *et al.* 2000). El alto porcentaje de raíces cerca de la superficie del suelo indica que el sistema radicular de la planta de la pimienta es superficial, por lo que se debe evitar el excesivo laboreo del suelo próximo a la planta.

2.4 Condiciones de clima y suelo

En su estado silvestre la planta de pimienta crece en las selvas tropicales húmedas del suroeste de La India. Esto indica que la planta es de clima ecuatorial. Crece bien en zonas con alta temperatura, con lluvias elevadas bien distribuidas durante el año y alta humedad relativa.

La planta prospera con lluvias entre 1500 y 4000 mm bien distribuidos durante todo el año. Crece en zonas con temperaturas entre 23 y 32 °C con promedio de 28 °C. Requiere una humedad relativa entre 60 y 90%. Zonas con vientos fuertes pueden ser perjudiciales

para la planta, pues pueden desprenderse las raíces adventicias que se adhieren al tutor o soporte y como consecuencia, la planta cae al suelo.



Figura 8. Clorosis en las hojas por pH alcalino como dioicas, es decir, las flores masculinas y femeninas se encuentran en distintas plantas. Sin embargo, se han seleccionado variedades que son principalmente hermafroditas y

Los suelos ideales para la pimienta son los de aluvión con alto contenido de materia orgánica. El pH del suelo determina el desarrollo de la planta de pimienta. Si este es mayor de 7 se puede producir clorosis en las hojas (Figura 8). El pH debe estar en el rango de 5.5 a 6.5. Si el suelo es muy ácido, con pH menor de 4, se debe corregir la acidez con la aplicación de cal.

2.5 Variedades de pimienta cultivadas

Las plantas de pimienta en estado silvestre en su lugar de origen muestran una gran variación en el tamaño de los entrenudos, las hojas, las inflorescencias y los frutos. Además se han reportado

altamente productivas, y se han multiplicado y preservado a través de esquejes o estacas (Pursegrlove *et al.* 1981).

Mediante investigaciones en La India se han desarrollado diversas variedades, tomando en cuenta el rendimiento y la tolerancia a las enfermedades, características agronómicas y de producción. Dentro de las variedades seleccionadas por su alta productividad se encuentran: Kalluvally, Balankotta, Karimunda, Narayakodi, Kottanadan, Kuthiravaaly, Arakalam Munda y Poonjar Munda (Pillay 1997).

Las variedades que se cultivan en Brasil provienen de materiales vegetativos introducidos desde La India. Dentro de estas variedades se encuentran: Apra, Bragantina, Singapur, Guajarina, Iaçará-1, Kottanandan-1, Kuthiravally. Estas variedades no son tolerantes a la fusariosis, la enfermedad de mayor importancia en Brasil .

En un experimento en tres zonas con incidencia de fusariosis en Brasil, las variedades que produjeron más pimienta negra en kg/ha durante cinco años fueron: Kottanadanan 1 (10,779.90), Kuthiravally (8,064.61) y Apra (7,575.84). Sin embargo, todas fueron susceptibles a la enfermedad (Albuquerque *et al.* 1997).

En la República Dominicana se han introducido diferentes variedades. Las primeras que se introdujeron fueron Balankotta y Singapur, provenientes de esquejes de Brasil y Costa Rica. Años después se introdujeron de Brasil las variedades Guayarina, Inatam, Kottanadan, Iaçará, Kuthiravally, Apra y Uthirankotta.

Las variedades Singapur, Balankotta, Guayarina e Inatam se evaluaron en Sierra Prieta, Yamasá; La Majagua de Sánchez y en Tojín, Cotuí. Las plantas se evaluaron durante 5 años. La variedad más productiva (kg de pimienta negra por planta) durante los 5 años en la Majagua fue Guayarina (16.33). Sin embargo, de esta variedad se observó mayor número de plantas muertas afectadas por *Phytophthora capsici*. Balankotta fue más productiva y con menor número de plantas muertas en Sierra Prieta y La Majagua (Andújar *et al.* 1997).



Figura 9. Hojas y frutas de variedades de pimienta cultivadas en la República Dominicana

Sobre las características de las variedades introducidas, se observó mejor crecimiento de la variedad Balankotta en el primer año en todos los lugares de estudio. Sin embargo, en el segundo año el desarrollo radicular fue mejor en las variedades Guayarina e Inatam. En cuanto a la forma de las hojas (una de las características para distinguir las variedades), se determinó que la variedad Balankotta tiene hojas más redondas, mientras que la variedad Singapur tiene hojas pequeñas y alargadas. En cuanto al número de granos por espiga, la variedad Balankotta fue superior a las demás variedades.

Las variedades recomendadas por el Proyecto de Pimienta fueron Singapur y Balankotta (Figura 9). Estas variedades las cultivan la mayoría de los productores en las tres zonas de producción. Sin embargo, es necesario realizar estudios más amplios que abarquen otras zonas potenciales para el cultivo. Además, realizar estudios comparativos con otras variedades introducidas para determinar la compatibilidad, la competencia por agua y nutrientes con diferentes especies de árboles como tutores y en asociación con otros cultivos. Otro aspecto importante es la obtención de variedades tolerantes a la “pudrición del tronco” causada por *Phytophthora capsici*. Aún no existen evidencias de variedades tolerantes o resistentes a esta enfermedad.

2.6 Desarrollo del cultivo en la República Dominicana

2.6.1 Aspectos generales

La pimienta en la República Dominicana es de introducción reciente y su expansión ha sido relativamente lenta si se toma en cuenta el desarrollo en otros países del continente Americano. Las primeras introducciones que se tiene reporte ocurrieron a partir del año 1968, cuando un ciudadano japonés introdujo esquejes de pimienta desde Brasil. Sin embargo, el cultivo de pimienta propiamente dicho se inicia a partir de las introducciones del señor Yasumori quien sembró los primeros esquejes en el asentamiento del IAD en Sierra Prieta, Yamasá en 1982. De estos esquejes también se sembraron plantas en la finca de un agricultor cerca de San Francisco de Macorís y en la finca de un japonés en Dajabón. Otra evidencia del cultivo de pimienta fue la introducción de esquejes provenientes de Puerto Rico que se sembraron en la finca de la Fundación Progressio en Cevicos, Cotuí (Reyes *et al.* 1990, Andújar *et al.* 1997).

A partir del inicio del Proyecto de Desarrollo de Cultivo de Pimienta (SEA-JICA-IAD) se inician investigaciones sobre suelo, multiplicación de plantas, comportamiento de variedades, fertilización, enfermedades, especies de tutores y postcosecha. La primera fase del Proyecto Pimienta duró cinco años (1987-1992). Al finalizar esta fase se inicia la segunda fase con la incorporación de agricultores en asentamientos campesinos del IAD para comenzar a aplicar las técnicas generadas en la primera fase del Proyecto. Con este hecho se comienza a expandir el cultivo de pimienta.

Para 1996 habían 300 productores con un área sembrada de pimienta de 1.25 tareas (0.08 ha) cada uno (Andújar *et al.* 1997); esto representaba un área total de 375 tareas (23.4 ha). Entre las técnicas de manejo se utilizaba como tutor vivo el piñón cubano (*Gliricidia sepium* Jacq.), la construcción de camellones y zanjas de drenaje, la poda del tutor tomando en cuenta los períodos de lluvia. Además se desarrollaron centros de producción de plantas en las zonas de influencia del Proyecto Pimienta.

A medida que se ha ido expandiendo el cultivo, se han incorporado otros agricultores privados que no pertenecen a los asentamientos campesinos. Estos han incrementado el área de cultivo. De esa manera, se ha aumentado la superficie anual sembrada de pimienta, pero aún no se ha alcanzado la producción para suplir la demanda interna que es de aproximadamente 350 toneladas por año.

Además de las recomendaciones que se hacen sobre el cultivo de pimienta, los productores también han incluido otras prácticas como son la incorporación de otras especies del género *Spondias* spp. como tutor, la asociación del cultivo con yuca (*Mahihot esculenta*), guandul (*Cajanus cajan*), batata (*Ipomeas batata*) y orégano (*Lippia micromera*) (Figura 10).



Figura 10. Sistema de cultivo de pimienta asociado a yuca (izq.) y orégano (der.)

La experiencia de los productores es variable según el suelo y el manejo de las asociaciones de cultivo antes mencionadas. A pequeña escala se hizo un ensayo para evaluar el crecimiento de la pimienta asociada con el orégano en Villa Altagracia, provincia San Cristóbal. Este experimento fue realizado por el IDIAF y la Fundación Floresta. Según los resultados del experimento la asociación no afectó el crecimiento ni la producción de ambos cultivos, indicando la posibilidad del cultivo asociado de estas especies. Sin embargo, debido a que

los datos se levantaron en una sola zona, es necesario validar y evaluar esta experiencia en las zonas tradicionalmente productoras de pimienta.

2.6.2 Aspectos fitosanitarios

Uno de los aspectos más importantes en el cultivo de pimienta en la República Dominicana es el relacionado con las enfermedades, especialmente la pudrición del tronco causada por el hongo *Phytophthora capsici* Leonian, y la fusariosis, causada por el hongo *Fusarium solani*. Estas enfermedades fueron detectadas a principio de la introducción del cultivo en el país. Las evaluaciones de las variedades en el país indicaron que la variedad Balankotta fue tolerante a la pudrición del tronco.

Para evitar los estragos de la pudrición del tronco y de la fusariosis, en el país se ha recomendado a los agricultores la siembra de la pimienta en terrenos con declive o pendientes ligeras y con una capa freática profunda. Además, la siembra de las plantas a distancias de 3 x 3 m, y la poda del tutor antes de la época ciclónica y de lluvia, así como la construcción de camellones y de zanjas de drenaje alrededor de la parcela, para evitar la acumulación de agua en el suelo.

Dentro de las medidas preventivas y profilácticas se ha recomendado la aplicación de fungicidas sistémicos. Sin embargo, esta práctica no es realizada por la mayoría de los productores. Una alternativa ecológicamente amigable es el uso de hongos antagonistas. Mediante un experimento que se llevó a cabo con plántulas de pimienta en macetas, el hongo *Trichoderma* sp. tuvo un efecto antagonista preventivo contra *P. capsici* (Moya Franco y Andújar Amarante 2004). La inoculación en el suelo de *Trichoderma* sp. 7 días antes de la inoculación de *Phytophthora capsici* disminuyó significativamente la incidencia y la severidad de la enfermedad. Estos resultados deben ser validados a nivel de campo.

Para el control de la fusariosis también se han adoptado medidas preventivas similares a las de *Phytophthora* y el uso de fungicidas, específicamente a base de benomil en la producción de plántulas y en las plantas adultas. Las investigaciones sobre alternativas de resistencia varietal, sobre variedades tolerantes introducidas y la injertía interespecífica (entre individuos de diferentes especies) e intraespecífica (entre individuos de la misma especie) son aspectos que deben tomarse en cuenta para el desarrollo futuro del cultivo.

Una plaga que últimamente afecta las plantas de pimienta en todas las zonas es el insecto *Peridinetus signatus*, un coleóptero que en su estado adulto hace perforaciones en las hojas en cualquier estado de desarrollo. En su estado de larva hace galerías dentro de los tallos de la planta afectandola considerablemente. Se ha asociado la presencia de fusariosis con este insecto, sugiriendo que éste podría ser vector del hongo *Fusarium solani*.

Aún no se han realizado trabajos cuantificando las pérdidas económicas que producen las plagas y enfermedades señaladas anteriormente. Esto puede limitar la identificación de estrategias económicamente viables para combatirlas.

2.6.3 Multiplicación de plantas

La multiplicación de las plantas se realizaba según las prácticas adoptadas en los países de origen del material de siembra. Sin embargo, con el objetivo de obtener plantas sanas de pimienta, se llevaron a cabo varias investigaciones y se concluyó que un buen método para obtener plantas sanas, es la propagación a partir de esquejes herbáceos de un nudo y una hoja tomados de la parte alta de plantas adultas sanas de alta productividad. Los esquejes se desinfectan en un fungicida (benomil) y se siembran en un sustrato de cáscara de arroz carbonizada. Esto garantiza un enraizamiento de más de 80% a los 45 días después de la siembra en el enraizador.

El manejo de las plantas de pimienta después del enraizamiento es otro aspecto que se ha definido en el cultivo. Éste manejo ha garantizado la producción de plantas sanas y de buen crecimiento. Este sistema de producción ha sido practicado en su mayoría en las fincas “modelos” en las zonas de producción y por la Estación Experimental Mata Larga del IDIAF. Esto no incluye aquellos agricultores que por cuenta propia multiplican sus plantas, de lo cual aunque se conoce, no se tienen registros publicados.

En los actuales momentos, una necesidad básica es la actualización del nivel de tecnología del cultivo de pimienta. Esto determinará con objetividad los cambios y las necesidades de investigación de los nuevos problemas que hayan surgido en los últimos años. Otra necesidad es la investigación sobre mercado, valor agregado, producción de pimienta orgánica y el entrenamiento a los productores sobre estos temas. También es necesario ampliar las investigaciones sobre manejo post cosecha, procesos agroindustriales y de exportación.

Actualmente la pimienta se vende en el mercado local. No se tienen evidencia de exportación de la pimienta que se produce en el país. Sin embargo, es necesario promover agregarle valor al producto para que se pueda insertar en nichos de mercados dentro y fuera del país. De esta manera los agricultores podrán tener mayores ingresos y mejorarían su nivel de vida.

3. MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE LA PIMIENTA

3.2. Condiciones apropiadas para el cultivo

3.2.1. Clima

La pimienta es una planta de clima cálido y húmedo. Se le encuentra en países de clima ecuatorial, con lluvias abundantes y bien distribuidas, sin estación seca definida; también en países de clima tropical con estación seca bien definida y no prolongada (Maistre 1969). Ha sido cultivada exitosamente hasta los 20° al norte y sur del ecuador, pero la mayoría de las plantaciones comerciales se encuentran más cercanas al ecuador (Pulseglobe *et al.* 1981) (Figura 11). Requiere temperatura promedio anual entre 23 y 32 °C (Maistre 1969) y puede tolerar entre 10 y 40° C (Anandaraj *et al.* 2001).

Según Maistre (1969) la pluviometría mínima para la pimienta debe ser alrededor de 1,800 mm anuales, con una media de 2,600 mm y máxima aproximada de 5,000 mm, con humedad relativa superior al 60%. Borget (1989) considera que la especia crece adecuadamente en lugares donde la pluviometría anual está entre 1,700 y 2,000 mm y se presentan estaciones cortas de sequia. Anandaraj *et al.* (2001) indica que una pluviometría de 1,250 a 2000 mm anuales bien distribuida resulta ideal para la pimienta.



Figura 11. Regiones de producción comercial de pimienta en el mundo

La tabla 1 muestra la pluviometría y temperatura en algunos lugares donde se cultiva pimienta.

Tabla 1. Condiciones de pluviometría y temperatura para el cultivo de pimienta en diferentes lugares

Lugar	Lluvia (mm)	Temperatura (°C)	Referencia
India	3,017	25	Purseglove <i>et al.</i> , 1981
Brasil	1,300-3,000	24-27	Reis Duarte, 2005
Sumatra	1,000-4,000	25	Kusumanigtyas, Kobayashi y Takeda, 2006
Java	2,000-3,000	25.5	
República Dominicana	1,731	26	Andújar, <i>et al.</i> 1997
Honduras	2,500-3,600	-	Cueva, 2000

La pimienta crece satisfactoriamente desde cero hasta 1500 metros sobre el nivel del mar (msnm) (Anadaraj *et al.* 2001) y prospera mejor a los 500 msnm (Pulseglobe *et al.* 1981). De acuerdo con Geilfus (1994) la pimienta se cultiva por debajo de los 400 msnm. Andújar *et al.* (1997) recomiendan establecer el cultivo en República Dominicana en altitudes entre 100 y 300 msnm, sin embargo la mayor parte del cultivo se localiza desde los 3 a los 110 msnm, presentando un buen desarrollo y productividad. Además se ha observado un crecimiento inicial aceptable en altitudes cerca de los 400 m. En vista de lo anterior se podría considerar la siembra desde 0 hasta 400 msnm.

La estación seca o de pocas lluvias es favorable para la madurez de los granos y para facilitar la cosecha. Cuando se presentan vientos fuertes, estos sacuden y desprenden las lianas de la planta de pimienta del tutor, lo cual afecta el normal desarrollo del cultivo (Maistre 1969); por tanto, no se recomienda sembrar la pimienta en zonas sometidas constantemente a fuertes vientos ya que provoca la caída de las plantas del tutor (Andújar *et al.* 1997).

3.2.2. Topografía

El éxito del cultivo depende en gran parte de las características topográficas del suelo. La planta es muy sensible al encharcamiento de agua, y se debe cultivar en terrenos con pendientes (Figura 12). La pendiente debe variar entre 3 y 7 grados de inclinación. En aquellos lugares donde la pendiente supera los 10 grados se puede establecer la plantación, pero se dificultan las labores y hay que utilizar prácticas de conservación de suelo para evitar la erosión. En terrenos planos es necesario realizar zanjas de drenaje y establecer el cultivo en camellones (Andújar *et al.* 1997) (Figura 13).

3.2.3. Suelo

El suelo para establecer el cultivo de pimienta debe presentar buen drenaje y fertilidad. Los suelos más convenientes son los que se encuentran en las laderas de las montañas. Deben tener buena estructura física que permita la circulación del aire y el agua. La planta de pimienta prefiere suelos con textura arcillo-arenosa o areno-arcillosa. Se deben evitar los suelos arcillosos, impermeables y pesados. Los suelos deben ser profundos, con la capa freática a más de 2 metros de profundidad. Fértiles, en particular con buena cantidad de nitrógeno y potasio, ya que la planta es muy exigente en estos elementos. Ricos en materia orgánica, ácidos, con pH entre 5.5 y 6.5 (Maistre 1969). Además, crece bien en suelos con pH de 4.5 a 5.0 (Borget 1989). Según el durómetro de Yamanaka la dureza del suelo debe ser menos de 22, con una dureza sobre 26 las raíces podrían tener problemas para penetrar (Andújar *et al.* 1997). Los suelos arenosos no son convenientes por la baja cantidad de nutrientes que aportan y por la poca retención de humedad (Cueva 2000).



Figura 12. Cultivo en zona de ladera



Figura 13. Cultivo en camellones

El éxito del cultivo de pimienta depende de las siguientes condiciones del suelo:

- a) Buen drenaje
- b) Adecuada capacidad de retención de agua
- c) Estructura friable
- d) Baja acidez
- e) Con reservas de nutrientes

Pocas áreas se encuentran con las características de suelo mencionadas anteriormente. Sin embargo, la pimienta puede ser cultivada en diferentes tipos de suelos. Por ejemplo, en La India la pimienta se cultiva en suelos franco arcilloso, franco arenoso, lateríticos rojos, pero las mejores plantaciones se encuentran en suelos vírgenes ricos en humus ubicados en las colinas de los montes de Ghats occidentales (Paulose 1973). En parte de Indonesia, se cultiva en suelos de origen volcánico (Purseglove *et al.* 1981).

En el área del Amazonas donde se cultiva pimienta en Brasil, la mayoría de los suelos son de baja fertilidad y con baja capacidad de nutrientes disponibles. Sin embargo, esa baja reserva de nutrientes puede ser compensada con la aplicación de fertilizantes, pues lo más importante a considerar son las propiedades físicas del suelo (Tabla 2) (Camacho Baena

y Rodríguez 2005). Las características del suelo en lugares cultivados de pimienta de La India y República Dominicana, se muestran en la tabla 3.

3.2.4. Drenaje

El drenaje del terreno es muy importante y se debe tomar en cuenta al momento de iniciar el establecimiento del cultivo de la pimienta. El propósito es conducir el exceso de agua fuera de la parcela para mantener el terreno en condiciones óptimas de humedad que permitan un desarrollo adecuado del cultivo, y evitar la incidencia de enfermedades radiculares.

3.3. Zonificación del cultivo

El cultivo de la pimienta en nuestro país se puede establecer adecuadamente en zonas que presenten las siguientes características: altura inferior o igual a los 400 msnm, pluviometría mayor o igual a los 1250 mm anuales, temperatura entre 23 y 32 °C., y suelos ácidos (pH 5.5-6.5). En suelos con pH inferior al señalado, es recomendable aplicar la cantidad de cal necesaria para conseguir el pH adecuado.

Tabla 2. Parámetros edáficos para evaluar el desempeño de uso de la tierra para el cultivo de pimienta

Parámetros	Características	
	Favorable	Desfavorable
Profundidad efectiva	>120 cm	< 75 cm
Textura	Arcillosa/de media a muy arcillosa+ estructura fuerte granular	Arenosa/muy arcillosa
Estructura	Franco / moderada o fuerte	Sin estructura
Consistencia	Muy friable/friable	Muy firme
Permeabilidad	Moderada	Rápida/lenta
Regimen de humedad	Húmedo	Seco/excesiva humedad
Drenaje	Bueno	Moderado/excesivo
Topografía	Plana/suave ondulada	Ondulada / fuerte ondulada/ montañoso
Declive	0 - 8 %	> 20%
Pedregosidad	No pedregoso	Pedregoso/muy pedregoso
Compactación	Ausente	Muy compacto

Fuente: Embrapa Amazônia Oriental. Citado por Camacho Baena y Rodríguez (2005)

Tabla 3. Características de suelos en lugares cultivados de pimienta en La India y República Dominicana

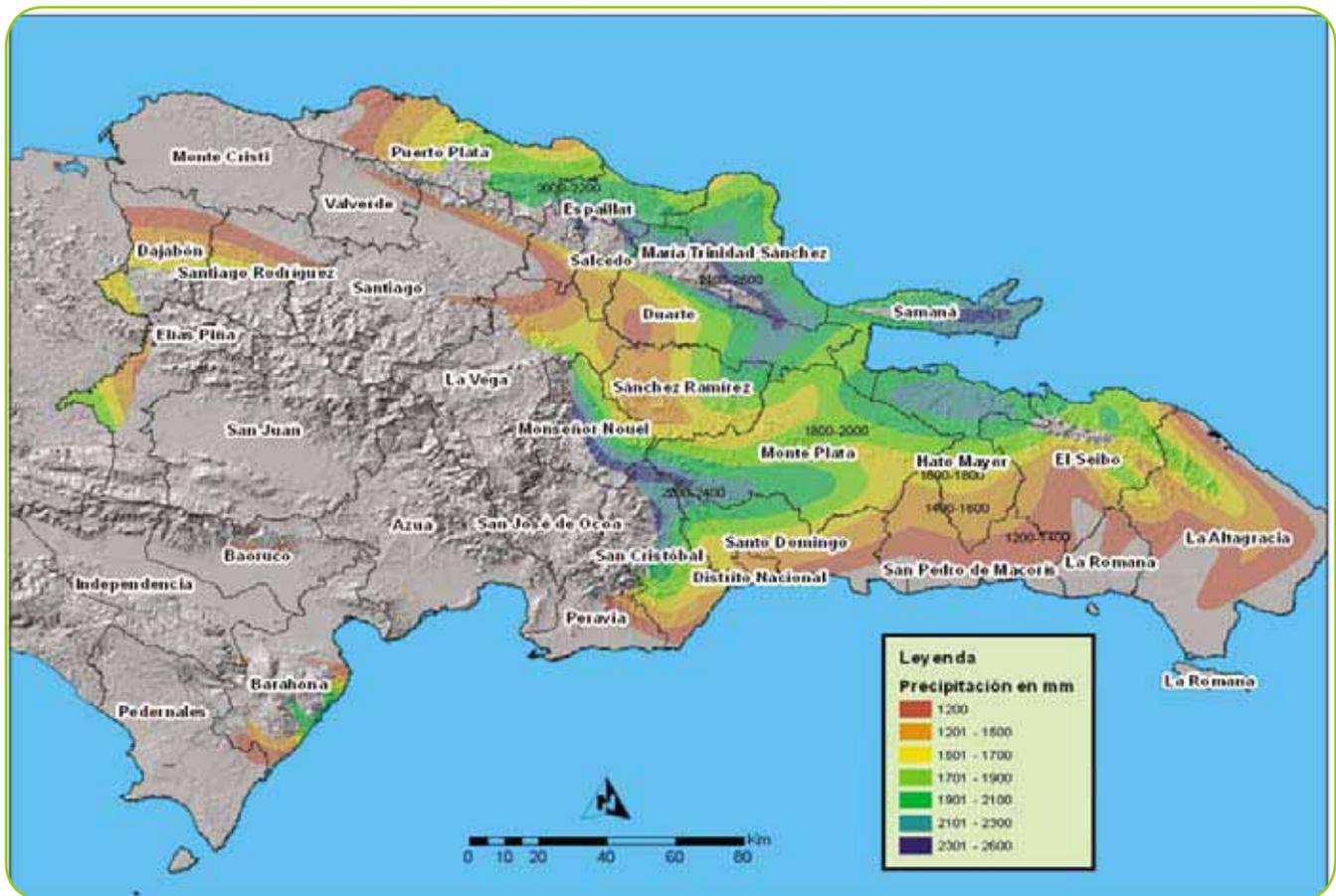
Componente	India		República Dominicana			
	Trivandrum	Pattambi	Yamasá	Cotuí	Sánchez	S.F.M
Arena	53.76	64.62	-	16.0 – 24.0	34.0 – 65.0	7.0 – 60.0
Limo	8.65	8.77	-	36.0 – 56.	24.0 – 44.0	13.0– 61.0
Arcilla	33.35	26.61	-	21.0 – 48.0	12.0 – 25.0	16.0– 64.0
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	-	28.64	-	-	-	-
N	0.1	0.084	-	-	-	-
P ₂ O ₅ asimilable	0.0004	0.0058	0.0 – 0.8	0.0 – 0.6	-	0.0 – 0.6
K ₂ O asimilable	0.002	0.02	1.7 – 16.2	1.3 – 7.6	-	4.6 – 56.4
CaO	0.04	0.129	0.29-1.23	-	-	-
MgO	-	0.146	0.18 – 1.4	-	-	-
Na ₂ O	-	0.126	-	-	-	-
MO (%)	-	-	0.1 – 6.0	0.6 - 3.6	0.6 – 7.9	0.2 – 5.1
pH	7	5.75	4.5 -5.4	5.1 – 5.5	-	5.7 – 7.1

Fuente: Maistre (1969), Morrobel (1990)

Actualmente el cultivo de pimienta se encuentra establecido principalmente en zonas de las provincias Monte Plata (Peralvillo, Yamasá), Samaná (Sánchez), María Trinidad Sánchez (Nagua) y Juan Sánchez Ramírez (Cotuí). En menor cantidad están las provincias San Cristóbal (Villa Altagracia), Duarte (San Francisco de Macorís), Santiago Rodríguez. Estas provincias cumplen con las condiciones de clima y suelo requeridos por el cultivo. Otras provincias potenciales que muestran zonas con características climáticas adecuadas para el cultivo son Monseñor Nouel, Hato Mayor, El Seibo, La Altagracia, Hermanas Mirabal, Espaillat, Puerto Plata, Dajabón, Elías Piña y Barahona (Fig. 14), sin embargo, es necesario determinar la condición de los suelos.

3.4. Selección de terrenos

En la sección 3.2.3. se mencionaron las características que deben tener los suelos, sin embargo, se debe hacer énfasis en seleccionar terrenos con buen drenaje cuya pendiente sea 3 a 7°, el pH debe estar entre 5.5 y 6.5. Cuando el pH es mayor de 7.0 se pueden producir hojas cloróticas, achaparramiento de la planta (Andújar *et al.* 1997), hojas débiles y amarillentas, con las nervaduras color verde (Matsuda *et al.* 1997). Cuando el pH es inferior de 4.5 se pueden presentar manchas bronceadas en las hojas que pueden cubrir la totalidad de la planta y es debido a la toxicidad por manganeso.



3.5. Preparación de suelos

La preparación de suelos depende de la topografía del terreno. Se pueden utilizar diferentes métodos: labranza convencional y labranza mínima. Se procura que las plantas encuentren el suelo apto para permitir el normal establecimiento de las raíces y el buen desarrollo del cultivo. Según Andrés Lora y Domingo de la Cruz Manzueta (Técnicos del PRODEAM, Comunicación personal) en la zona de Yamasá cerca del 90% de los agricultores de la reforma agraria prepara el terreno sin mecanización, mediante chapeo y construcción del hoyo para la siembra con aplicación de materiales orgánicos.

Andújar et al. (1997) indican que en la preparación del suelo se pueden incorporar materiales orgánicos y cal. Suárez (2000) recomienda que cuando el suelo tiene pH inferior a 5.5 y el aluminio intercambiable se encuentra en 0.3 me/100 g de suelo, en situaciones en que el calcio y el magnesio están bajos, es necesario aplicar cal dolomítica. Reyes Hernández y Gotoh (1995 a) recomiendan que suelos con pH entre 4.8 y 6.39, para ser llevados a 6.5 deben ser enmendados con cantidades de cal agrícola (CaCO_3) entre 189 y 668 kg/tarea (3.0 a 10.6 t/ha).

3.5.1. Suelos planos

En este tipo de suelos se pueden realizar las labores normales de labranza tradicional con tractores o animales, ya que la pérdida de suelo por erosión es mínima. Estas labores son corte, cruce, y pase de rastra. Además, en este tipo de suelos es necesario preparar zanjas de drenaje y construir camellones, para disminuir problemas de encharcamiento de agua, ya que la pimienta es muy susceptible al exceso de humedad en el suelo.

3.5.1.1. Corte

Puede ser realizado por tracción animal o mecánica con arado de disco o vertedera a profundidad de 15 a 20 cm (Andújar *et al.* 1997). El objetivo del corte es separar y voltear la tierra para mejorar la aireación del suelo y destruir las malezas.

3.5.1.2. Cruce

Consiste en pasar el arado en sentido perpendicular al corte. Con esto se logra soltar más el terreno y destruir las malezas que nacieron después del corte. El cruce se realiza de 10 a 15 días después del corte. Si el terreno no necesita mucho laboreo, después de esta labor se puede iniciar la construcción de los camellones.

3.5.1.3. Rastra

Consiste en pasos de arado en diferentes direcciones sobre el terreno para desmenuzar completamente el suelo y eliminar las malezas que germinaron después del cruce. Se pueden dar 1 a 2 pases de rastra. Esta labor se realiza de 10 a 15 días después del cruce.

3.5.1.4. Camellones

En el terreno que se va a sembrar la pimienta se recomienda la construcción de camellones (Cueva 2000, Andújar *et al.* 1997) (Figura 15). En terrenos planos o con pendientes de 1 a 4 grados, se pueden construir a favor de la pendiente, mientras que en laderas se hacen perpendiculares a la pendiente, en curvas de nivel.

Se deben construir a una altura de 30 a 50 cm (Andújar *et al.* 1997) o de 15 a 30 cm (Cueva 2000) dependiendo si el terreno es llano o inclinado. En terreno llano se construyen más altos. El camellón se puede construir manualmente con herramientas (pala, pico, azada) o con arado de tracción animal o tractor. Antes de hacer los camellones se deben sembrar los tutores. La separación entre camellones puede ser de 0.3 m. Dependiendo del marco de siembra los camellones pueden tener un ancho aproximado de 1.5 a 2.7 m. Tejada *et al.* (1997) sugieren considerar el uso de lomo alto (montículo individual) de 35 cm de alto y 106 cm de ancho para la siembra de la pimienta en vez de los camellones, ya que en un estudio realizado encontraron menor incidencia de enfermedades por *Phytophthora* spp. Sin

embargo, se debe considerar la factibilidad económica de la construcción de los muros y la facilidad del desplazamiento de los trabajadores dentro del pimental.

3.5.1.5 Construcción de zanjas de drenaje.

Como la pimienta es muy susceptible al exceso de humedad, además de los camellones es necesario construir zanjas de drenaje a los lados de las parcelas para desviar las aguas que provienen de áreas



Figura 15. Camellones

adyacentes y evitar que entren al área de cultivo. Además, para evitar la acumulación del agua en la parte baja de la parcela, Conceição e Ishizuka (2005) recomiendan hacer zanjas de drenaje de 50 cm de profundidad por 40 cm de ancho (Figura 16).

3.5.2. Suelos con pendiente pronunciada

En suelos con pendiente pronunciada los trabajos con maquinarias se dificultan, por tanto, se debe trabajar con azada, machete, coa y pico. También se puede utilizar herbicida químico para limpiar el terreno. Si la inclinación del terreno es mayor de 15 grados y dificulta la construcción de los camellones, se debe preparar terrazas individuales (cajuelas) o montículos en curvas de nivel. Como prácticas de conservación de suelo también se debe preparar barreras vivas y barreras muertas o siembra en callejones.



Figura 16. Zanjas de drena

3.5.2.1. Limpieza (chapeo)

El chapeo consiste en cortar las malezas a poca altura sobre el nivel del suelo usando machete (“colín”), de manera que el suelo se mantenga con una cobertura viva de las malezas cortadas. Lo contrario ocurre con el desyerbo que consiste en eliminar las malezas de raíz o “a pica tierra”. El chapeo da protección al suelo contra la erosión, reduce el salpique de las gotas de lluvia en las hojas de las plantas, lo cual disminuye la incidencia de enfermedades en el follaje. Matsuda *et al.* (1997) recomiendan arrancar con la mano las yerbas próximas al tronco de la planta, para evitar heridas en el tronco por el uso de herramientas. En todo el resto del terreno se deben chapear las malezas para formar una especie de césped el cual reduce la incidencia de enfermedades causadas por *Phytophthora*. Andújar *et al.* (1996 a) también indican que la pimienta puede ser cultivada utilizando gramíneas como cobertura del suelo (Figura 17), pero es necesario realizar la poda periódica del tutor en los períodos de alta pluviometría.

3.6. Siembra y preparación de tutores

La pimienta puede ser cultivada con tutores vivos y muertos. Los tutores vivos son plantas que le sirven de soporte y le suministran ciertos niveles de sombra. Los tutores muertos son cualquier estructura no viva que pueda servir de sostén a la planta. Como la pimienta es una liana trepadora, desde sus orígenes es cultivada con tutores vivos de manera extensiva (poco uso de insumos), lo que hace que la producción sea menor pero la longevidad mayor. Con los tutores muertos el cultivo es a pleno sol y exige un manejo intensivo (alto uso de insumos), la producción es mayor y la longevidad menor (Maistre 1969).

En Asia se ha utilizado como tutores muertos especies de madera dura como son: *Vatica astrotricha*, *Xylocarpus dolabriformis*, *Shorea obtusa*, *Urandra* sp., *Ochanostachys amentacea*, *Jackia ornata*, *Eusideroxylon zwageri*. Estos tutores resultan costosos y su longevidad en muy raras ocasiones pasa de 10 años. También se ha utilizado tutores de

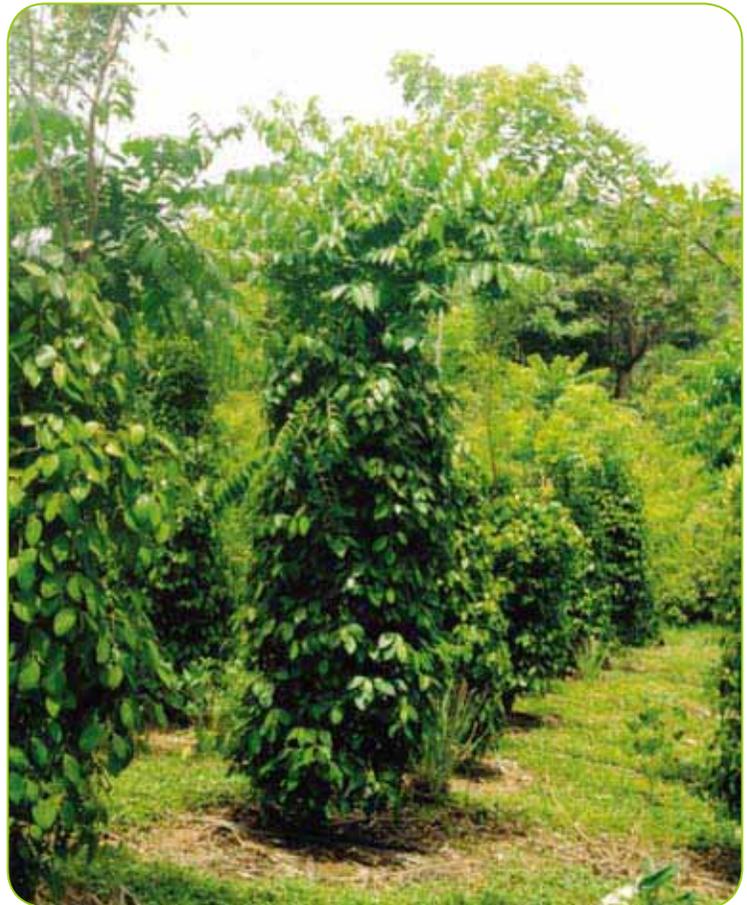


Figura 17. Limpieza del terreno mediante chapeo

hormigón. No se utiliza el bambú porque se calienta mucho al sol e impide la fijación de las raíces adventicias (Maistre 1969).

El tutor vivo que se selecciona para la siembra de la pimienta debe tener las siguientes características: enraizamiento profundo y vertical que no compita con la raíces de la pimienta, crecimiento vertical del tallo, fácil multiplicación o propagación, tolerancia a la poda frecuente y severa, resistencia al viento, corteza firme y algo rugosa, que no pierda la corteza para permitir que la pimienta se adhiera apropiadamente (Maistre 1969, Sánchez 2000), follaje poco denso y de fácil descomposición, copa estrecha para facilitar la entrada de luz (Sánchez 2000). Además, debe adaptarse a la zona, no ser hospedero ni susceptible de plagas o enfermedades que afectan a la pimienta.

En La India se utilizan las especies *Erythrina indica*, *Garuga pinnata*, *Grevillea robusta*, *Alianthus malabarica*, esta última sembrada de semilla tres años antes de la pimienta (Sasikumar *et al.* 2008). También son usadas las especies *Erythrina lithosperma*, *Artocarpus integrifolia*, *Hevea brasiliensis*, *Cocos nucifera*, *Areca catechu*, *Ceiba pentandra*. En Camboya las mejores especies son *Wrightia annamitensis*, *Leucaena glauca*, *Cassia siamea*, entre otras. En Madagascar y Comores *Pterocarpus* sp. (Sandragón), *Michelia champaca*, *Leucaena glauca*, *Cananga odorata*. En África *Pentaclethra macrophylla* (Maistre 1969). En Brasil se ha empleado *Anacardium occidentale*, *Spondias lutea* (Alburquerque y Condurú 1971), piñón cubano (Ishizuka *et al.* 2005). En Honduras Sánchez (2000) afirma que se ha utilizado y recomendado el cedro (*Cedrela odorata*). Benitez Cáceres y López Mosquera (2002) indican que en Perú se pueden utilizar las especies *Erythrina poeppigiana*, *Sesbania grandiflora*, *Erythrina glauca*, entre otras.

En nuestro país la pimienta es cultivada con tutores vivos porque se convierte en un sistema agroforestal que mejora las condiciones del suelo y del cultivo. Además, los tutores vivos son más fáciles de conseguir que los tutores muertos, ya que hay mayor disponibilidad y son más económicos. Se recomienda principalmente el piñón cubano y en menor proporción *nim* (*Azadirachta indica* A. Juss). Algunos productores ante la escasez del piñón cubano han utilizado las especies amapolita (*Erythrina berteroana*), ciruela (*Spondias purpurea*), jobo de puerco (*Spondias mombin*), jobo americano (*Spondias* sp.), amapola (*Erythrina poeppigiana*) (Figuras 18,19 y 20).



Figura 18. Cultivo de pimienta con tutor de “amapolita” (*E. berteriana*)



Figura 19. Cultivo de pimienta con tutor de “jobo” (*Spondias* sp.)



Figura 20. Cultivo de pimienta con *Leucaena leucocephala*

El nim es reproducido por semillas, mientras que los demás son multiplicados asexualmente mediante estacas. Andújar *et al.* (1996 b) después de 5 años de evaluaciones reportaron que la pimienta crece y produce satisfactoriamente cuando es cultivada con piñón cubano o con tutor nim en el paraje El Catey de La Majagua de Sánchez (Figura 21). Técnicos del PRODEAM también observaron que las plantas de pimienta con el nim prosperan adecuadamente en El Catey de La Majagua de Sánchez, mientras que en las zonas de Sierra Prieta en Yamasá, y de Tojín en Cotuí, las plantas de pimienta presentan poco desarrollo y se observan muy amarillentas, por lo que no se recomienda como tutor (Hipólito Guzmán y Pedro González, comunicación personal).

La amapolita, el jobo de puerco y jobo americano son tolerantes a los vientos fuertes. Andújar *et al.* (1999) evaluaron de forma preliminar plantas de pimienta con jobo de puerco y jobo americano de dos años de edad como tutores. Encontraron que el desarrollo de las plantas de pimienta fue satisfactorio en estos tutores, destacándose las plantas en el jobo americano que presentaron mayor número de tallos y radio del follaje. Sin embargo, se observó presencia de nematodos en las raíces de estas especies. Por lo tanto, es necesario realizar investigaciones más amplias para determinar la especie y patogenicidad de estos nematodos en la pimienta. Tomás Berroa Bello (técnico del PRODEAM, comunicación personal) indica que en el jobo americano la pimienta no se adhiere bien y se desprende con facilidad al alcanzar el estado adulto.



Figura 21. Cultivo de pimienta con tutor de nim (*Azadirachta indica*) en El Catey de Sánchez

Algunos productores dejan crecer el tutor hasta una altura aproximada de 5 m (Figura 22). Esto le reporta mayor producción de pimienta por planta ya que su altura es igual a la del tutor. Sin embargo, el peso de la planta aumenta y con ello una menor resistencia del tutor de estaca al peso de la planta y al viento. Andújar *et al.* (1997 a) observaron que en tutores de 2.5 años de plantados las raíces con diámetro superior a 3 mm se encontraban en los primeros 80 cm de profundidad del suelo.

Se ha observado que el piñón cubano es susceptible a los vientos de tormentas (Figura 23) por lo que hay que considerar la posibilidad de realizar la siembra con plántulas de semillas, ya que desarrollan una raíz pivotante que puede dar mayor anclaje y con ello mayor tolerancia a los vientos. En este caso el tutor debe sembrarse al menos un año antes que la pimienta.

3.6.1. Marco de siembra

El marco de siembra del tutor es el mismo de la pimienta. Es importante utilizar un marco de siembra que permita un adecuado crecimiento y desarrollo de la planta. En Honduras, normalmente recomiendan distancias desde 2 x 2 m hasta 3 x 3 m (Sánchez 2000). Maistre (1969) indica que en Asia se emplean distancias de plantación desde 2.4 a 3.6 m, siendo mayor al usar tutor vivo.

En República Dominicana, Andújar *et al.* (1997 a) encontraron que a una distancia de 2 x 2 m la mortalidad de plantas de pimienta fue mayor que a 2 x 5 m (Figuras 24 y 25), por lo que se adoptó un marco de siembra de 3 x 3 m para reducir la mortalidad de plantas encontrada en el distanciamiento 2 x 2 m, y aumentar la cantidad de plantas por superficie con relación al distanciamiento 2 x 5 m.

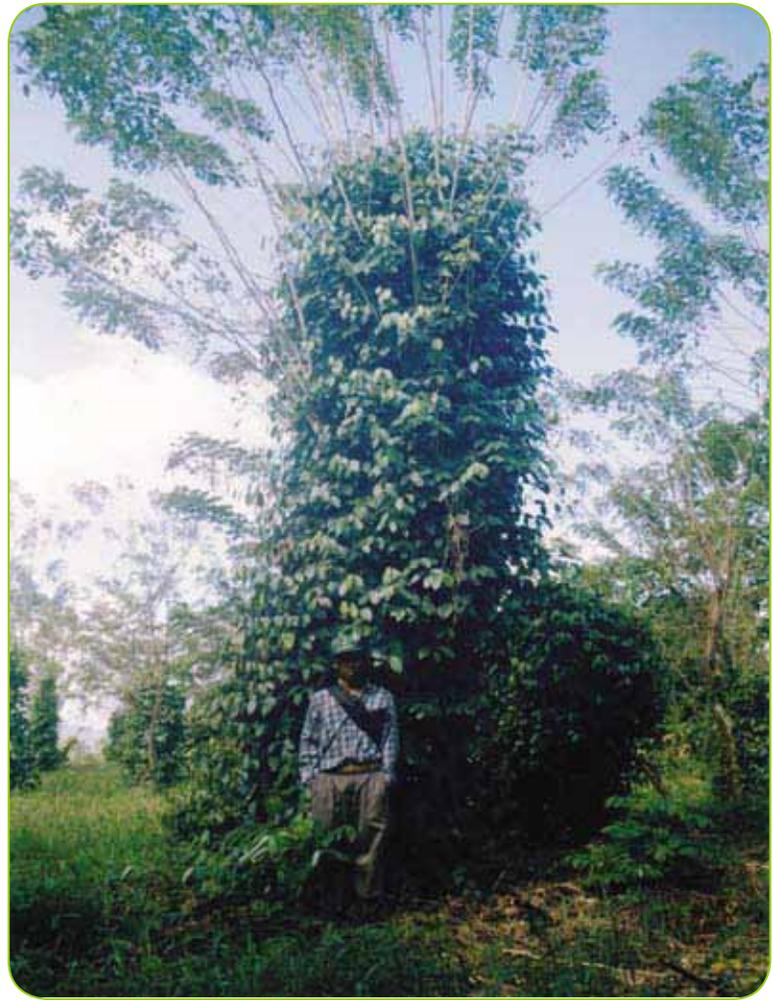


Figura 22. Planta de pimienta con aproximadamente 5 metros de altura

En terrenos planos o de ligera pendiente es conveniente utilizar el marco real, y en terrenos con pendientes moderadas a fuertes el marco de plantación en tresbolillo en curvas de nivel para reducir la pérdida de suelos por la erosión.

3.6.2. Época de siembra

El tutor se debe sembrar antes que la pimienta para que ésta al iniciar su crecimiento pueda trepar adecuadamente y lograr un desarrollo óptimo. La época del corte y de siembra de la estaca del tutor depende de la especie que se utilice. Si se trata de piñón cubano, SIRE (s.f.) que las estacas pueden ser cortadas en cualquier época del año, pero es mejor hacerlo cuando el árbol está sin hojas y antes de la estación lluviosa.



Figura 23. Daños provocados por el viento en parcelas de pimienta con el tutor *Gliricidia sepium*



Figura 24. Siembra de pimienta distancias de 2.0 x 2.5 m

En La India para realizar la siembra de *Erythrina* spp. utilizadas como tutor vivo, en febrero se cortan postes de aproximadamente 3 m de largo y 8 cm de diámetro y se plantan en la época de lluvia abril-mayo (Maistre 1969). También en La India Sasikumar *et al.* (2008) indican que las estacas de *Erythrina* y *Garuga pinnata* se cortan en marzo-abril y se siembra con las lluvias de mayo-junio cuando las estacas tienen brotes.

Según Geilfus (1994), en América Central y el Caribe los agricultores suelen cortar las estacas de piñón cubano en la estación seca cuando es época de floración para que éstas puedan enraizar adecuadamente; mientras que en climas sin estación seca las estacas enraizan en cualquier época del año. Además, afirma que algunos estudios han confirmado que es preferible cortar las estacas con la luna en menguante.

En nuestro país la época seca o de menos lluvia es entre febrero y marzo, cuando el piñón comienza a florecer y a defoliarse. En este período los agricultores acostumbran cortar las estacas del piñón para el establecimiento de cercas vivas o para tutorado. Tejada *et al.* (1995) al evaluar en la comunidad de Mata Larga en San Francisco de Macorís el prendimiento y estabilidad del piñón cubano sembrado por estaca durante el período abril-septiembre, encontraron

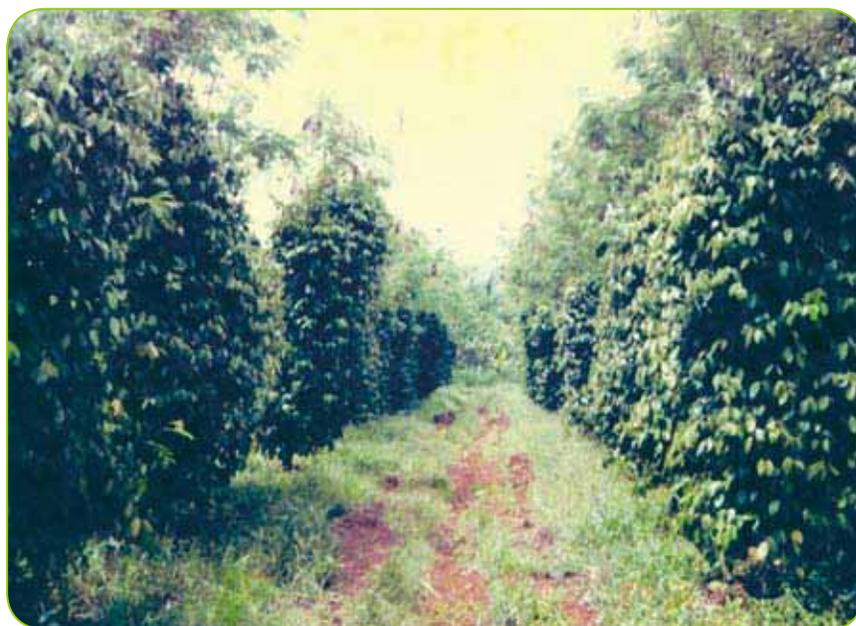


Figura 25. Siembra de pimienta a distancias de 2 x 5 m

que el mejor mes para su siembra fue abril y el peor julio. También hallaron un buen porcentaje de prendimiento en agosto y septiembre.

Se ha recomendado como mejor época de siembra el período febrero-mayo (Andújar *et al.* 1997). En la zona de Yamasá se observó que el piñón cubano se puede sembrar durante todo el año (Domingo de la Cruz Manzueta, Técnico del PRODEAM, comunicación personal). Aunque el piñón cubano de estaca se puede sembrar en cualquier época del año, es recomendable sembrarlo en febrero-mayo y agosto-septiembre, para garantizar un mayor porcentaje de prendimiento.

En caso de utilizar plantitas de piñón cubano procedentes de semillas, es conveniente sembrarlas con tiempo suficiente para que las plantitas desarrollen. Al menos un año antes de sembrar la pimienta. En el caso del nim Andújar *et al.* (1997) recomiendan sembrar al inicio de las lluvias y por lo menos 1 año antes de la siembra de la pimienta.

Estacas de ciruela (*S. pupurea*), amapolita (*E. berteriana*), jobo de puerco (*S. mombin*), tuvieron buen prendimiento cuando se sembraron en febrero-marzo en Mata Larga, San Francisco de Macorís, mientras que *E. poeppigiana*, no se prendió cuando se sembró en la misma época (César Tejada, Investigador IDIAF, comunicación personal).

3.6.3. Trazado

El trazado dependerá del marco de siembra seleccionado para la pimienta. Con el objetivo de marcar los puntos de siembra de los tutores, se recomienda marcar con estacas de

aproximadamente 30 cm de largo la distancia de 3 x 3 m (que es la recomendada para la siembra de la pimienta). Normalmente se utiliza cinta métrica, pero también se puede utilizar una cuerda o una vara graduada. Según sea la topografía del terreno el trazado puede ser en tresbolillo (triángulo) siguiendo las curvas de nivel, o en marco real (cuadrado).

3.6.4. Preparación y manejo de tutores, siembra

En Asia los tutores muertos se preparan con una longitud de 3 a 5.5 m, con 10 a 15 cm de diámetro. Los postes de *Erythrina* spp. utilizados como tutor vivo se cortan de una longitud aproximada de 3 m y con 8 cm de diámetro. Se colocan verticales y con la base hacia abajo en un lugar fresco durante 2 a 3 meses para facilitar el enraizamiento y luego se plantan en camellones a una profundidad de 0.5 m (Maistre 1969).

En Honduras se utilizan postes de piñón cubano con una longitud de 2.5 m y diámetro de 4 a 8 cm (Sánchez 2000). Según SIRE (s.f.) las estacas deben tener un diámetro de 4 a 12 cm, y que se consiguen en brotes de 18 a 24 meses de edad. Tejada *et al.* (1995) reportaron que las estacas de piñón cubano con diámetros entre 3 y 6 cm o más, tuvieron buen nivel de prendimiento, siendo las mejores las de 6 cm o más, con 100% de prendimiento.

Sánchez (2000) recomienda que al preparar tutores se debe hacer un corte puntiagudo (en forma de trompo) en la base para un enraizamiento más uniforme, y también un corte sesgado en la parte superior o apical para evitar acumulación de agua y pudriciones que pueden causar la muerte del tutor. Se deben utilizar postes lo más recto posible. En el transporte hay que evitar causar heridas en la corteza ya que pueden originar pudriciones y disminuir la calidad del tutor.

En República Dominicana, Andújar *et al.* (1997) indican que las estacas del piñón cubano se cortan con un largo de 2.5 a 3.0 m y diámetro de 3 a 5 cm, Se deben hacer cortes en el extremo inferior (base) y dos cortes en lados opuestos a una distancia de 20 cm de la base (Figura 26). Los cortes a los lados se hacen para inducir la formación de raíces y dar mejor anclaje al tutor. Una vez preparados, los tutores se colocan a la sombra durante 3 a 5 días.

Respecto al tiempo que se deben dejar los postes a la sombra y en un lugar fresco después de cortados, Geilfus (1994) indica que estudios realizados no han encontrado diferencias si son sembrados inmediatamente después de cortados o luego de 2 ó 4 semanas en reposo.



Figura 26. Preparación del tutor piñón cubano en la base

Al momento de sembrar los tutores de estacas se hacen hoyos de 50 cm de profundidad. Se siembran y se fijan bien, compactando la tierra a su alrededor. De 15 a 20 días después de sembrados, las ramas comienzan a brotar. La resiembra o replante del tutor debe realizarse 1-2 meses después de ser plantado. Los tutores que muestren crecimiento deficiente o hayan muerto deben ser sustituidos (Andújar *et al.* 1997). En áreas donde existe el riesgo de daños por viento, los tutores se pueden sembrar a 60 cm de profundidad con el fin aumentar la resistencia al viento.

3.7. Propagación de plantas

Las pimienta en estado silvestre es dioica, mientras que cultivada es monoica o hermafrodita. A través del tiempo se han seleccionado aquellas variedades hermafroditas las cuales proporcionan suficiente producción de frutos. Estas variedades han sido propagadas, mejoradas y conservadas. Los métodos de propagación constituyen una práctica importante para el éxito del cultivo.

3.7.1. Métodos de propagación

La pimienta, como la mayoría de las plantas dicotiledóneas, se propaga por los métodos sexual y asexual. La propagación sexual es la multiplicación de las plantas a través de semilla. Este método presenta muchos inconvenientes, el más importante es la alta variabilidad genética de los individuos; es decir, se obtienen plantas muy diferentes de las que les dieron origen. Además, el crecimiento de estas plantas es lento, la fructificación es tardía e irregular y los rendimientos son bajos. Sin embargo, este método es muy importante en trabajos de mejoramiento genético para la creación de nuevas variedades (Maistre 1969, Purseglove *et al.* 1981, Veloso y Albuquerque 1989, Pillay 1997, Vanaja *et al.* 2008).

Según Pillay (1997), debido a la heterocigosis natural de la pimienta, las progenies obtenidas de polinización abierta muestran alta variabilidad. Aprovechando esta característica y con suficiente terreno y mano de obra, en 10 a 15 años se podría liberar determinada cantidad de variedades. Este autor describe un método sencillo para obtener variedades a partir de semillas de plantas cultivadas. El método se describe a continuación:

- a. Seleccionar 100 semillas sanas y completamente maduras de cada variedad, dejarlas secar en la sombra por 4 a 6 días.
- b. Sembrar cada semilla en macetas separadas con sustrato adecuado y colocarlas debidamente identificadas en un vivero.
- c. Cuando las plántulas tengan de 6 a 8 meses, seleccionar las más saludables y trasplantarlas en el campo con un tutor adecuado y bajo un buen manejo.
- d. Mantener un registro de las características de crecimiento. Algunas plantas comenzarán a florecer en el segundo o tercer año. Registrar las características de las espigas y el rendimiento de estas plantas.
- e. Con los datos colectados y observaciones visuales, se identifican unos pocos fenotipos. Estas posteriormente serán evaluadas para la tolerancia de enfermedades y plagas y las mejores se multiplicarán vegetativamente y se liberarán como variedades nuevas.
- f. Las plantas que no sean seleccionadas se descartan y en su lugar se sembrarán nuevas plántulas de semilla. De esa manera se convierte en un proceso continuo.

La propagación asexual de la pimienta consiste en la multiplicación a través de estacas, acodo o injerto. Estas formas de propagación permiten obtener plantas de rápido desarrollo, precoces, y productivas ya que poseen las características genéticas de las plantas que le dieron origen

Para el establecimiento de cultivos comerciales, la pimienta generalmente se propaga por estacas o esquejes (Figuran 27). La propagación por acodo o por injerto no es muy generalizada. En el caso del injerto, este se ha utilizado para multiplicar materiales del que se dispone muy poca cantidad y en injertía intraespecífica e interespecífica (Figura 28) en individuos tolerantes a *Phytophthora* spp. o *Fusarium solani*.



Figura 27. Tipos de esquejes de pimienta.

Los tipos de esquejes de pimienta pueden ser de un nudo y una hoja (izquierda) o de dos nudos y dos hojas (derecha)

El tamaño de los esquejes, su estado de madurez, el manejo, y el sustrato de enraizamiento varía en los diferentes países. Por ejemplo, en La India los esquejes se toman de tallos que crecen al ras del suelo (crecimiento geotrópico) los cuales se levantan del suelo y se colocan en andamios de madera al lado de planta. En febrero o marzo se cortan esquejes de 2 a 3 nudos, se les eliminan las hojas y se siembran en enraizadores o en fundas de polietileno conteniendo suelo fértil. Tres meses después (abril-mayo) los esquejes están listos para la siembra en el campo (Sasikumar *et al.* 2008).

En Brasil, tradicionalmente se usan esquejes semileñosos con uno, dos o tres nudos y sin hojas. Para su enraizamiento se siembran en camas con arena o cáscara de arroz carbonizada como sustrato y a los 12 a 20 días comienzan a brotar las raíces y es cuando se trasplantan a fundas de polietileno con sustrato (Veloso y Albuquerque 1989).



Figura 28. Injerto de pimienta en *Piper aduncum*

Con el propósito de encontrar métodos más rápidos y al menor costo, los países introducen y modifican o crean nuevas técnicas con variantes en cuanto a la madurez del esqueje o el manejo (Sasikumar *et al.* 2008). Una técnica que se ha reportado es el uso de esquejes herbáceos o semileñosos de uno o dos nudos y con una hoja. Con este método se pueden garantizar plantas sanas, ya que se asume que los brotes más jóvenes de las plantas podrían no estar afectados por *Phytophthora* o *Fusarium* (Veloso y Albuquerque 1989, Andújar *et al.* 1997).

Al inicio de la introducción del cultivo de pimienta en la República Dominicana, se utilizaban esquejes semileñosos de más

de dos nudos. Sin embargo, según los resultados de las investigaciones, uno de los mejores métodos de propagación fue el uso de esquejes de un nudo y una hoja cortados de la parte terminal de tallos ortotópicos (Andújar *et al.* 2006). Este método garantiza mayor cantidad de material de propagación, ahorro de espacio en el enraizador y más sanidad. También se utilizan esquejes semileñosos de dos nudos con los cuales se ha obtenido buen enraizamiento (Tomás Berroa Bello, técnico del PRODEAM, comunicación personal). Para obtener esquejes de buena calidad se deben seleccionar plantas adultas en la parcela para ser usadas como plantas madres.

3.8. Selección de plantas madres, manejo de esquejes y de enraizadores

Las plantas madres son aquellas de las cuales se obtienen esquejes para la propagación. Pueden ser plantas en producción de pimienta en parcelas de agricultores o plantas preparadas exclusivamente para producir esquejes. Para que una planta en la parcela de producción sea seleccionada como planta madre, debe reunir las siguientes condiciones (Figura 29): a) debe producir al menos 15 libras (6.8 kg) de pimienta verde por planta por año, b) con forma columnar, c) debe ser planta adulta (3 a 4 años), d) Debe estar sana, e) tolerante a *Phytophthora* y *Fusarium solani*, f) no deben haber plantas enfermas a su alrededor. Esta planta debe ser manejada con más cuidado que las demás plantas a su alrededor. Es importante mantener registro detallado de la producción y la presencia de plagas o enfermedades.



Figura 29. Plantas madres de pimienta

Otra forma de disponer de plantas madres es preparando un campo, cuyo manejo estará dirigido solamente a la producción de esquejes. En Brasil, La India y Sri Lanka se utiliza un método que consiste en la siembra de plantas en el suelo fértil en un lugar sombreado. Los tallos en crecimiento se amarran a postes inclinados de bambú o de plástico que contienen material de enraizamiento para permitir el desarrollo de las raíces adventicias en cada nudo. Después de 3 a 4 meses se cortan los esquejes con las raíces desarrolladas y se colocan en fundas de polietileno con sustrato, donde se cultivarán hasta la siembra en el campo (Veloso y Albuquerque 1989, Sasikumar 2008).

En la República Dominicana se han establecido parcelas de plantas madres en el campo. Sin embargo, existe un método que se desarrolló en la Estación Experimental de Mata Larga, el cual consiste en la preparación de plantas madres en macetas “pequeñas” y “grandes”. El método se describe a continuación, con sus dos variantes (Andújar *et al.* 2006).

3.8.1 Plantas madres en maceta pequeña

Se siembran plántulas en macetas de dimensiones 4”x 6” (10 cm x 15 cm) conteniendo un sustrato compuesto por suelo (pH 5.5 a 6.0) más cáscara de arroz carbonizada en una relación 2:1 (v/v respectivamente). Las plantas se colocan sobre mesas para evitar el contacto directo con el suelo (Figura 30). Cada 21 días se aplican los fungicidas a base de benomil (50%) (1 gramo por litro de agua) y Metalaxil (2 gramos por litro de agua). Con la misma frecuencia se aplica abono foliar 20-20-20 a razón de 3 gramos por litro de agua.

A partir del cuarto mes de la siembra, se pueden cortar 3 o más esquejes herbáceos de un nudo y una hoja cada cuatro meses. Por lo tanto durante un año una planta madre puede producir un mínimo de 9 esquejes. Con esta producción, en un área de 100 m² se pueden producir unos 29,000 esquejes. Si se asume un rendimiento de 70%, se pueden producir 20,000 plántulas sanas de pimienta. Debido a la terneza de los tallos, resulta fácil cortarlos con los dedos.



Figura 30. Plantas madres en maceta pequeñas

3.8.2. Plantas madres en macetas grandes

Este consiste en sembrar plantas en macetas de dimensiones 0.55 x 0.70 metros (2 x 2 pies) hechos de contenedores de 55 galones. Estos contenedores se llenan con un sustrato de suelo, arena, estiércol de vaca curado, y aserrín de madera en una relación 2:1:1:1, respectivamente. En el centro de la maceta se siembra un trozo de madera o tutor muerto de 1.5 metros de longitud para que sirva de soporte a la planta. En este método es importante el amarre regular de los tallos al tutor y la aplicación de 1.5 onzas (50 gramos) de fertilizante 15-15-15 cada 6 meses. También es importante aplicar los fungicidas en las dosis y frecuencias mencionados anteriormente para las macetas pequeñas (Figura 31).

Mediante este método el número de esquejes por planta aumenta después de cada poda. Se pueden cortar aproximadamente de 150 a 200 esquejes por planta cada 6 meses. Por

lo tanto, en un área de 100 m² se obtendrían 13,500 esquejes; asumiendo un rendimiento de 70%, se producirían en promedio 9,400 plántulas sanas. Mediante este método una planta madre puede mantenerse por más de cuatro años produciendo esquejes. Sin embargo, se recomienda colocar una planta nueva cada tres años.



Figura 31. Plantas madres en macetas grandes.

Los métodos descritos anteriormente ofrecen la ventaja de que las plantas se encuentran aisladas, esto reduce el riesgo de contaminación de las raíces por el tránsito de personas dentro del área. Además, el manejo es más efectivo. Ambos métodos se pueden desarrollar bajo árboles o umbráculo de sarán que proporcionen entre 25 y 50% de sombra.

3.8.3. Manejo de esquejes

Los esquejes se cortan de tallos ortótopos de la planta madre. Si se utilizan plantas madres seleccionadas en la parcela del agricultor, los tallos se cortan en la parte más alta de la planta, para obtener esquejes más sanos y de fácil enraizamiento. Se recomienda utilizar tijeras o cuchillas bien afiladas y desinfectadas (Figura 32).



En la parcela

En macetas grandes.

En macetas pequeñas

Figura 32. Corte de tallos para esquejes en diferentes tipos de plantas madres.

Los mejores tallos para el corte de los esquejes son aquellos que tienen yemas o brotes de ramas fructíferas. Los tallos “chupones”, “ladrones” en forma de látigo (Figura 33) no son

adecuados. Estos producen plantas con escaso o ningún desarrollo de ramas fructíferas. Si los tallos se van a transportar a un lugar alejado del sitio de recolección, se deben cortar de aproximadamente un metro de largo, se envuelven en papel periódico humedecido con agua y luego en fundas o contenedores. Esto se hace para preservar la humedad y evitar la deshidratación.



Figura 33. Tallo “chupón” en una planta de pimienta

En cada tallo se cortan las ramas fructíferas, luego se corta la mitad o $\frac{3}{4}$ de cada hoja. Finalmente se cortan esquejes de un nudo y una hoja. El corte se hace a pocos centímetros por encima del nudo evitando dañar la yema que se encuentra en la axila de la hoja. Después de esta operación se procede a desinfectar los esquejes en una solución de fungicida a base de benomil (50%) (1 g/l de agua) durante 20 minutos. También puede usarse Metalaxil+mancozeb (2 g/l de agua) (Figura 34).



Tallo adecuado



No adecuado



Corte de esquejes



Desinfección de esquejes

Figura 34. Preparación de esquejes de un nudo y una hoja

Después de desinfectar los esquejes, se siembran en un enraizador con sustrato de cáscara de arroz carbonizada. Se introducen en el sustrato hasta la altura del nudo procurando que la hoja quede en la superficie. Luego se cubren con plástico transparente para mantener la humedad y permitir el paso de la luz solar (Figura 35).



Colocación en el sustrato



Enraizador con esquejes

Figura 35. Siembra de esquejes en los enraizadores

Para el buen mantenimiento de los esquejes en el enraizador, se riegan con agua una o dos veces por semana. Si se detectan esquejes con síntomas de enfermedades deben extraerse inmediatamente y se debe aplicar fungicida según sea el caso. En el enraizador los esquejes se dejan durante 45 ó 50 días. Transcurrido este tiempo han desarrollado suficientes raíces para su trasplante en macetas.

3.8.4. Preparación de sustratos y enraizadores

El sustrato de enraizamiento es uno de los aspectos más importantes en la propagación de plantas de pimienta. Se debe seleccionar un sustrato debidamente desinfectado y que retenga humedad suficiente para mantener los esquejes turgentes. Los sustratos que retienen mucha humedad no son muy adecuados pues pueden provocar asfixia de las raíces por falta de oxígeno.



Figura 36. Preparación del enraizador

Muchos experimentos se han llevado a cabo para mejorar los sustratos, siempre procurando la sanidad y el buen desarrollo

de los esquejes. De éstos han surgido recomendaciones para los agricultores en distintos países. Por ejemplo, en Brasil se utiliza cáscara de arroz carbonizada, aserrín de madera curado o arena de río lavada (Veloso y Albuquerque 1989). También se ha recomendado la aplicación de micorrizas en el sustrato de cáscara de arroz carbonizada (Chu *et al.* 2004). Por otro lado, en La India parece no usarse un sistema de enraizadores sino esquejes preenraizados de los tallos geotrópicos o de espalderas, que se colocan directamente en macetas conteniendo una mezcla de suelo, arena y estiércol (Sasikumar 2008).

En la República Dominicana se recomienda como sustrato la cáscara de arroz carbonizada o quemada. La cáscara de arroz carbonizada se obtiene mediante un proceso de carbonización que dura entre 4 y 6 horas. La cáscara de arroz quemada se puede conseguir en las empresas procesadoras de arroz. Este material tiene las ventajas que es de bajo costo, liviano y abundante.

Para enraizadores se pueden preparar cajas de madera o plástico y estructura en forma de mesas. Es recomendable que esté a una altura de aproximadamente un metro sobre el nivel del suelo para evitar contaminación por hongos (Figura 36). Para drenar el exceso de agua, el enraizador debe tener perforaciones en el fondo.

El sustrato para llenar las fundas puede ser una mezcla de suelo y materiales orgánicos. Debe tener un pH entre 5.5 y 6.5, con abundante materia orgánica y suelto. En la República Dominicana se ha recomendado la mezcla de suelo más cáscara de arroz carbonizada en una relación 2:1 v/v, respectivamente. Además, se deben incorporar 2 a 2.5 g de superfosfato triple por kg de sustrato. El sustrato debe ser económico, fácil de conseguir y de preparar, rico en nutrientes y que no albergue patógenos para la planta.

3.9. Manejo de plantas en vivero

A los 45 ó 50 días después de la siembra en el enraizador, los esquejes tienen raíces suficientes para su trasplante a fundas (Figura 37). Antes de trasplantar, las fundas se llenan con el sustrato hasta $\frac{1}{4}$ o la mitad, se coloca el esqueje, se termina de llenar y se aprieta el sustrato con cuidado (Figura 38). Las macetas se colocan en un lugar ventilado y con 50 a 60% de sombra. Es recomendable colocarlas sobre una mesa a un metro del nivel de suelo para evitar contaminación por enfermedades o plagas del suelo (Figura 39).



Figura 37. esquejes enraizados



Figura 38. Trasplante de esquejes



Figura 39. Esquejes recién trasplantados



Figura 40. Plantas de pimienta listas para la siembra en el campo

Las plántulas sembradas en macetas se riegan con agua dos veces por semana. El riego garantiza un buen crecimiento y desarrollo de las raíces. El riego excesivo puede provocar pudrición de las raíces o daños por *Phytophthora* o *Fusarium*.

Cada 21 días durante 2 a 3 meses, se aplicará fungicida a base de Metalaxil+Mancozeb en una solución de 2 gramos por litro de agua. En tiempo de muchas lluvias se debe aplicar cada dos semanas. La aplicación del fungicida es para evitar daños por *Phytophthora capsici*.

Para un buen desarrollo de las plántulas se recomienda aplicar abono foliar 20-20-20 cada 21 días a razón de 3 gramos por litro de agua. Las plantas se asperjarán procurando mojar bien las hojas. Después de 2 a 3 meses en las macetas las plantas tendrán una altura de 25 a 30 cm. Es el tiempo para la siembra en el campo (Fig 40).

3.10 Siembra de plantas

3.10.1. Construcción de hoyos y fertilización ática

El hoyo para la siembra en el campo debe ser de 40 x 40 x 30 cm y se hace entre 15 y 20 días antes. Este hoyo se hace en el centro del camellón y próximo al lado este del tutor. En el hoyo se aplica el “fertilizante básico” o “fertilizante base”, el cual es el primer fertilizante que se aplica en el terreno y sirve de base nutricional al cultivo de la pimienta. Al excavar, se debe colocar la tierra de la superficie separada de la tierra de más profundidad. En seguida mezclar bien 2 kg de compost y 50 g de fertilizante 15-15-15 con la tierra de la superficie y echar esta mezcla al fondo del hoyo. Luego se coloca encima la tierra de más profundidad (Andújar *et al.* 1997). Maistre (1969) indica que en Camboya se hace un hoyo de 40 cm³ en el lado este a aproximadamente 20 cm del tutor. Luego en el fondo del hoyo se aplica aproximadamente 30 kg de una mezcla de tierra de bosque y estiércol de vaca que después se termina de cubrir con tierra de bosque.

En La India Sasikumar *et al.* (2008) recomiendan hacer hoyos de 50 cm³ en la parte norte del tutor a una distancia de 30 cm de este. Cada hoyo se llena con una mezcla de suelo, 5 kg de estiércol de granja, 150 g de roca fosfórica, 1 kg de torta de nim, y 50 g de *Trichoderma*. Se procura que al momento de la siembra la planta encuentre un sustrato lo más adecuado posible, rico en materiales orgánicos y que facilite su normal crecimiento y desarrollo.

Para la fertilización base, en la cual se aplica el “fertilizante base”, el compost o material orgánico debe estar totalmente descompuesto para garantizar el normal establecimiento de la pimienta (Andújar *et al.* 1997). Sin embargo, cuando se dispone de material orgánico no descompuesto se debe mezclar con el suelo dentro del hoyo y dejarlo descomponer por lo menos durante 20 días antes de realizar la siembra de la pimienta (Moya Franco *et al.* 1994).

3.10.2. Fertilización

La pimienta necesita cantidades adecuadas de elementos nutritivos para su normal desarrollo y producción. La primera fertilización en el campo se realiza al momento de preparar el hoyo para la siembra, es decir, de 15 a 20 días antes de la siembra. Se debe tener en cuenta que la fertilización depende de los análisis de suelo y foliar, y de los requerimientos del cultivo, según los niveles de producción esperados.

Andújar *et al.* (1997) recomiendan seis meses después de la siembra aplicar 50 g por planta del fertilizante 15-15-15, a una distancia de 30 cm del tronco, en forma de círculo, desde la superficie del suelo hasta los 5 cm de profundidad. Luego de aplicado se cubre con suelo. Suárez (2000) señala que la fertilización debe hacerse en semicírculos a cada lado de la planta a la distancia que cubra el radio del follaje, y a una profundidad de 10 a 15 cm. En

La India, Sasikumar *et al.* (2008) recomiendan durante el primer año aplicar por planta cerca de 17 g de nitrógeno, 17 g de fósforo y 50 g de potasio, divididos en dos aplicaciones, una en mayo-junio, y la otra en agosto-septiembre.

3.10.3. Siembra (métodos de siembra)

La época de lluvia entre abril y mayo es la más adecuada para realizar la siembra de la pimienta. Se debe esperar que llueva y que el terreno esté húmedo. Realizar la siembra al atardecer cuando ha bajado la temperatura (Andújar *et al.* 1997). Es beneficioso realizar la siembra en días nublados para disminuir la transpiración y reducir así los riesgos de la deshidratación Cueva (2000). Debido a que en algunos años se presentan cambios en la distribución de las lluvias, los agricultores siembran cuando se presenta un período de lluvias.

La siembra de la planta se realiza 15 a 20 días después de haber construido y preparado los hoyos en donde se realizó la “fertilización básica”. En este lugar se hace un hoyo de 15 x 15 x 15 cm a una distancia de 5 a 10 cm del tutor, en donde la pimienta se trasplanta de manera inclinada hacia el tutor en ángulo superior a 45 grados. Luego se aporca, se apisona el suelo suavemente para evitar huecos donde pueda acumularse agua, y se amarra la planta al tutor (Andújar *et al.* 1997) (Figura 41). Para agilizar la siembra es importante organizar el personal en equipos de trabajo: hacedores de hoyos, distribuidores de plantas, cortadores de la funda (para facilitar al sembrador desprender fácilmente la funda de la maceta), sembradores, colocadores de sombra provisional, amarradores, entre otros. Luego se deben recoger las fundas y sacarlas fuera de la parcela.



Figura 41. Siembra de pimienta en el campo

En algunos casos al momento de la siembra se aplica cal, insecticida, fertilizante químico o abono orgánico en el hoyo antes de colocar la plántula. En el fondo se puede aplicar una mezcla de 1 g insecticida-nematicida granulado + 50 g fertilizante químico granulado y se cubre con un poco de suelo para evitar el contacto con las raíces de la pimienta.

3.10.4. Colocación de sombra temporal

Para evitar los daños directos del sol, es recomendable usar pencas de coco como sombra temporal de las plantas. De 1 a 2 meses después que la plántula ha formado hojas nuevas, se debe retirar esta sombra (Andújar *et al.* 1997) (Figura 42). También se han utilizado exitosamente hojas secas de musáceas y pajones secos de malezas (Domingo de la Cruz, técnico del PRODEAM comunicación personal). Con estas prácticas se logra disminuir la resiembra de plántulas. Una forma que podría facilitar el establecimiento de las plántulas en el campo es endurecerlas en el vivero y de esa forma disminuir el uso de sombra temporal.

Si se siembra debajo de otras plantas y existe buen nivel de sombra no es necesario colocar la sombra temporal. Lo que se procura es que la plántula no reciba un cambio brusco de la luminosidad y temperatura desde el vivero al campo, que pudiera afectar negativamente su desarrollo.

3.10.5. Resiembra

Periódicamente se debe inspeccionar la parcela para sustituir o replantar aquellas plantas que hayan muerto o que tengan crecimiento deficiente. Por lo general esto transcurre dentro de 1 a 2 meses después de la siembra (Andújar *et al.* 1997). Es importante determinar la causa de muerte de las plantas. Si es necesario se llevan muestras al laboratorio.



Figura 42. Sombra temporal

3.11. Manejo del cultivo

3.11.1. Manejo del cultivo durante el primer año

Durante este período las principales actividades que se realizan al cultivo de la pimienta son: conducción y amarre, poda, control de malezas, fertilización y mantenimiento del drenaje. También es necesario realizar monitoreos para detectar la incidencia de plagas y enfermedades y tomar oportunamente las medidas necesarias.

3.11.1.1. Conducción y amarre

Cada 10 días durante los primeros 6 meses las plantas se deben conducir en su crecimiento y amarrarlas al tutor (Andújar *et al.* 1997). Para esto se toma en cuenta el tallo ortotrópico (de crecimiento vertical) el cual debe colocarse pegado al tutor y sujetarse con un material que se descomponga en menos de un año (Figura 43). Durante la conducción se debe tener cuidado de no quebrar el tallo debido a que es muy débil. Para el amarre se recomienda utilizar hilo de cabuya o fibra de henequén. Se coloca sobre los nudos de la planta, se aprieta suave y firmemente sin causar estrangulamiento al tallo.

El hilo de cabuya permite el crecimiento normal del tallo sin ofrecer resistencia, ya que se descompone lentamente con el tiempo. No se recomienda el uso de plástico porque no se descompone fácilmente y limita el engrosamiento del tallo. También se puede usar otro material que tenga propiedades similares a la cabuya.

Maistre (1969) dice que es necesario hacer un amarre en cada nudo para evitar que la planta se desprenda. Además, afirma que es favorable conducir de 3 a 4 tallos ortotrópicos paralelamente sobre el tutor. El autor menciona que en Camboya el material para el amarre se obtiene de la corteza del *Bauhinia monandra* (Pata de vaca); y en La India de la planta *Electra isora*. Ortega (2000) señala que en Honduras se utilizan ligaduras obtenidas de *Hibiscus tiliaceus* L. (Majagua) y de *Croton glabellus* L.



Figura 43. Amarre de la planta de pimienta

3.11.1.2. Poda

Durante los ciclos vegetativo y productivo de la planta, se pueden realizar varios tipos de podas para contribuir con el normal desarrollo de la planta. Las podas que se realizan en el primer año pueden ser:

- Poda de formación. Consiste en cortar el tallo ortotrópico a una altura de 15 a 50 cm del nivel del suelo en las plántulas en crecimiento con menos de un año de plantadas. Luego se dejan crecer tres tallos ortotrópicos los cuales también se podan gradualmente hasta formar una buena estructura y reforzamiento de la base de la planta (Maistre 1969, Geilfus 1994).

- Poda de mantenimiento. Consiste en eliminar ramas y estolones que se encuentran desde el nivel del suelo hasta una altura de 30 cm para permitir buena iluminación y ventilación en la parte inferior de la planta. También consiste en eliminar las ramas que superan los 2.5 a 3 m de altura para facilitar la cosecha. Además, eliminar los tallos “chupones” y las ramas que han sido quebradas por el viento u otros daños mecánicos.
- Poda fitosanitaria. Consiste en quitar ramas, hojas, brotes secos y raíces que están afectados por plagas o enfermedades, o que hayan muerto por otras causas, para evitar aumento o propagación del inóculo.

En el primer año se realiza principalmente la poda de formación. En Camboya se acostumbra cortar las plántulas a 15 a 30 cm del suelo estimulando la formación de nuevos tallos. En Sarawak cuando el tallo principal tiene de 8 a 10 nudos es cortado a 15 cm del suelo. Luego, cuando alcanza 10 nudos junto con los demás tallos que crecen paralelos a este, se cortan dejándoles 3 a 4 nudos por encima de la poda anterior (Maistre 1969).

En nuestro país cuando la planta de pimienta tiene una altura de 1 m en adelante y no ha formado ramas fructíferas, se debe cortar a 50 cm de altura para provocar la formación de éstas (Andújar et al. 1997) y de nuevos tallos ortotrópicos.

La poda se debe comenzar en las plantas sanas y terminar en las áreas donde se han presentado plantas enfermas o muertas. Es conveniente usar herramientas bien afiladas y desinfectadas. Para esto se puede utilizar una dilución de fungicida, alcohol, cloro, entre otros. Es conveniente sacar del campo los restos de tallos, ramas y hojas para evitar que sirvan como fuente de infecciones y propagación de inóculo de patógenos de suelo.

En cuanto a la poda del tutor, durante el primer año debe ser mínima ya que no produce muchas ramas y es conveniente que pueda establecerse adecuadamente (Tejada *et al.* 1993). Además hay que ayudar a que el tutor crezca lo más recto posible.

3.11.1.3. Control de malezas

Las malezas compiten con la pimienta por nutrientes, agua, luz, espacio, además son hospederas de plagas y enfermedades, por lo que es necesario controlarlas adecuadamente.

Durante el primer año se debe tener especial cuidado, ya que las plantas de pimienta están pequeñas y hay que mantenerlas libres de malezas. Siempre se debe mantener limpia el área en un radio de 50 cm alrededor de la planta arrancando las yerbas con la mano; esto se hace para evitar heridas al tronco y la entrada de patógenos. El resto de las malezas se controla mediante chapeos con machetes (Andújar *et al.* 1997).

Las malezas pueden controlarse con herbicidas químicos, desyerbadora motorizada y con coberturas muertas o vivas. Mascarenhas (2005) informa que para el control químico de las malezas en Brasil se utiliza 2-4-D, glifosato, y glifosato + 2-4-D (Tabla 4). Conceição e Ishizuka (2005) indican que los herbicidas más recomendados son a base de paraquat, paraquat + diuron, y glifosato. Carvalho et al. (1989) realizaron un análisis económico del desyerbo manual y con herbicidas diuron, MSMA, paraquat, oxidiazon y 2-4-D+MCPA aplicados solos o en combinación durante 2 años y ocho meses en una plantación de 3 años. Encontraron que los más eficaces fueron diuron (2 kg/ha) y 2-4-D + MCPA (3 l/ha). Pero sugieren continuar estudios sobre posibles efectos residuales de los tratamientos.

Tabla 4. Herbicidas utilizados en Brasil para el control de malezas en pimienta

Herbicida	Dosis (kg/ha de i.a.)	Modo de aplicación	Planta que controla
2-4-D	2.0 - 3.35	Post-emergencia	De hojas anchas: Dicotiledóneas anuales y perennes, y algunas monocotiledóneas
Glifosato	0.72 – 1.44	Post-emergencia	De hojas finas : Gramíneas y ciperáceas, y algunas hojas anchas
Glifosato + 2-4-D	0.72 – 1.44 2.0 - 3.35	Post-emergencia	Hojas anchas y hojas finas

Fuente: Mascarenhas (2005).

i.a. = ingrediente activo

Al utilizar los herbicidas hay que evitar la deriva que puede afectar a las plantas, por lo que se debe usar protector y realizar la aplicación cuando no haya viento.

3.11.1.4. Cobertura

Es la actividad que consiste en establecer o colocar un sustrato sobre la superficie del terreno, para impedir el crecimiento de las malezas y ayudar a mantener la humedad del suelo (Figura 44). La cobertura puede ser muerta o viva. Andújar *et al.* (1997) afirman que restos de plantas, como la paja y cáscara de arroz, pasto, entre otros se pueden utilizar como cobertura muerta, y deben colocarse a 50 cm separados del tronco de la planta para evitar daños por *Phytophthora* spp. y *Rhizoctonia solani*.

Conceição y Ishizuka (2005) dicen que también se puede usar aserrín de madera tratada, raspados de raíces de yuca (*Manihot esculenta*), ramas de yarumo o cetico (*Cecropia* spp.) y hojas de gramíneas, los cuales se deben aplicar después de la época de lluvia. Es importante

que el sustrato no esté enfermo para que no sea una fuente de introducción de enfermedades o plagas en el cultivo. Andújar *et al.* (1995) reportan que las plantas de pimienta cultivadas con cáscara de arroz como cobertura presentaron mayor crecimiento y producción de frutos; además, la incidencia de nematodos fue menor que en las plantas sin la cáscara de arroz.



Figura 44. Cobertura muerta en cultivo de pimienta

Bogantes Arias *et al.* (1998) compararon el uso de las coberturas vivas (*Arachis pintoii*, *Desmodium ovalifolium*, *Drimaria chordata*), el chapeo y el uso de glifosato, en el rendimiento e incidencia de nematodos en el cultivo de pimienta, y no encontraron diferencias en el rendimiento y contenido de nutrimentos en el cultivo. Pero encontraron que la población más alta de *Meloidogyne incognita* (patógeno de la pimienta) se presentó con *Arachis pintoii*.

En cultivo con cobertura de gramíneas, por lo general, se realizan de 4 a 6 chapeos por año, mientras que sin cobertura se realizan de 6 a 10 desyerbos al año. Si la cobertura es de leguminosas el chapeo se hace en la floración, cuando se logra el máximo provecho del nitrógeno fijado. Sasikumar *et al.* (2008) indican que en La India, a partir del cuarto año se siembran las especies *Calapogonium mucunoides* y *Mimosa invisa* con el objetivo de cubrir el suelo y evitar la erosión, y además, en verano cuando secan, dejan una capa gruesa de materia orgánica lo cual también contribuye con el control de malezas. Albuquerque y Condurú (1971) informan que en Brasil se ha usado la siembra de *Pueraria javanica* y *Centrosoma pubescens* entre las hileras de la pimienta.

En República Dominicana se han utilizado como cobertura las leguminosas kudzú (*Pueraria phaseoloides*) (Figura 45) y “amor seco” o “pega-pega” (*Desmodium* sp.), éstas tienen la ventaja de que fijan nitrógeno de la atmósfera. El kudzú requiere buen manejo, ya que se trepa en las plantas y se convierte en un problema para el cultivo. Andrés Lora y Domingo de la Cruz (comunicación personal) observaron que *Desmodium* sp. es muy conveniente, pero fue atacado por una plaga minadora que la destruyó.

3.11.1.5. Mantenimiento de zanjas de drenaje

El drenaje es una de las actividades más importante en el manejo del cultivo. La incidencia de enfermedades de suelo está altamente relacionada con la falta del drenaje de la parcela. Antes de la temporada de lluvia se debe dar mantenimiento a todas las zanjas de drenaje, retirando cualquier material que pueda obstruir el flujo normal de agua. Andújar *et al.* (1997) recomiendan que después de las lluvias el sedimento de la tierra arrastrada se debe sacar de las zanjas y colocarlo sobre el camellón. Donde se observe acumulación de agua se debe buscar la manera de sacarla fuera de la parcela.



3.11.1.6 Cultivos asociados

Figura 45. Cobertura viva de *Pueraria phaseoloides*

Los productores han asociado la pimienta con otros cultivos que les reporten beneficios económicos adicionales. Dentro de estos cultivos se encuentran los alimenticios, frutales, maderables, etc.

Marty y Andújar (1995), en visitas realizadas a productores de pimienta en Brasil, observaron la pimienta asociada con maíz (*Zea mays*), naranja (*Citrus sinensis*), cupuaçú (*Theobroma grandiflorum*), caucho (*Hevea brasiliensis*), café (*Coffea arabica*), chinola (*Passiflora edulis*), acerola o cereza (*Malpighia glabra*), guanábana (*Annona muricata*), y con especies maderables. Estas asociaciones se hacían con el objetivo de obtener ingresos adicionales y sustituir el cultivo de pimienta según fuera desapareciendo por la incidencia de la fusariosis.

Durante el primer año del cultivo, algunos agricultores en nuestro país asocian la pimienta con yuca (*Manihot esculenta*), batata (*Ipomoea batata*), guandul (*Cajanus cajan*), lechosa (*Carica papaya*). También, se puede asociar con zapote (*Calocarpum mammosum*), cajuil (*Anacardium occidentale*). Hay que evitar cultivos de las familias solanáceas y cucurbitáceas porque son susceptibles a *Phytophthora* spp. (Andújar *et al.* 1997 a).

Los agricultores también asocian el cultivo con orégano (*Lippia micromera*) y con yautía (*Colocasia esculenta*). Moya Franco y Andújar (2003) (sin publicar) estudiaron durante 11 meses la asociación del orégano y la pimienta. Los autores no encontraron diferencias significativas en incidencia de enfermedades, ni en la producción. Tomás Berroa Bello (comunicación personal) ha observado buena producción de la pimienta asociada con este

cultivo en suelo no arcilloso. Domingo de la Cruz (comunicación personal) dice que el orégano puede servir como barrera viva, pero hay que desyerbar con mucha frecuencia y la densidad de siembra del orégano debe ser baja.



Orégano



Yuca



Naranja



Maderable

Figura 46. Asociación de cultivos con la pimienta.

Otros cultivos que algunos agricultores usan en asociación son las musáceas, pero pocas plantas dispersas en la parcela, principalmente en los contornos (Carlos Beltrán, comunicación personal).

Al seleccionar especies para asociarlas con pimienta se debe considerar las características de crecimiento, susceptibilidad a plagas y enfermedades, y competencia por agua y nutrientes. Esto ayudará a un mejor manejo de la asociación.

3.11.2. Manejo del cultivo después del primer año

3.11.2.1. Conducción y amarre

Después del primer año del cultivo, es necesario continuar dirigiendo y amarrando los tallos ortotrópicos a lo largo del tutor. A partir del segundo año, cuando la planta ha alcanzado la altura máxima del tutor, se da mantenimiento a los amarres que estén débiles y se sustituyen las sogas que estén rotas, para que la planta se mantenga bien adherida al tutor. Andrés Lora, Tomás Berroa Bello, Domingo de la Cruz, Carlos Beltrán, Manuel Lora (comunicación personal) sugieren que es posible amarrar la planta adulta con alambre en la parte superior del tutor para mantenerla firme y ayudarla a soportar su peso.

3.11.2.2. Poda

Después del primer año en la planta de la pimienta se pueden hacer podas de formación, de mantenimiento, fitosanitaria, de renovación y de producción. Según Maistre (1969), en Asia se realiza la poda de producción hasta el segundo año de sembrada la pimienta. En nuestro país este tipo de poda no se practica. En muy pocos casos se ha observado la poda de renovación. A continuación se describen la poda de producción y de renovación.

Poda de producción: Consiste en eliminar las primeras inflorescencias de las plantas durante los dos primeros años, para evitar el agotamiento prematuro, la disminución de su longevidad y para concentrar las cosechas en un periodo. También se hace un deshoje selectivo de hojas viejas para promover la formación de ramas fructíferas (Maistre 1969).

Poda total o de renovación. Se realiza en plantas adultas poco productivas debido enfermedades, envejecimiento y daños mecánicos. Consiste en cortar totalmente la planta a una altura de 1 metro o menos sobre el nivel del suelo. Hay que dar cortes precisos sin desgarrar el tallo de la planta. Cuando se realiza la poda basal y de renovación, es necesario aplicar una pasta fungicida en la zona del corte, para evitar la entrada de patógenos. Se puede usar un fungicida protector o sistémico.

Cuando el tutor cae por efecto de vientos fuertes, la pimienta se puede recuperar podándola a una altura aproximada de un metro y se amarra a un nuevo tutor (Akira Matsuda y Manuel de Jesús Lora, comunicación personal). Además, se recomienda la aplicación de 5 litros de Ridomil 0.2% y benomil 0.1% para prevenir daños por *Phytophthora* spp. y *Fusarium solani* (Akira Matsuda, comunicación personal).

Al comparar la poda total con la resiembra de pimienta para rehabilitar el cultivo, se encontró mayor y más rápido crecimiento de las plantas podadas (Moya Franco y Andújar 2004, Sin publicar) (Figura 47).

3.11.2.3. Mantenimiento de zanja de drenaje

Hay que mantener las mismas observaciones recomendadas en la sección 3.11.1.5., poniendo énfasis en los restos de la poda del tutor y la pimienta, los cuales deben ser manejados correctamente. Las hojas y ramas finas se trozan y se colocan como coberturas sobre los camellones, mientras que las ramas y tallos gruesos se deben sacar de la parcela, para que no impidan el paso del agua y no dificulten el control de las malezas.

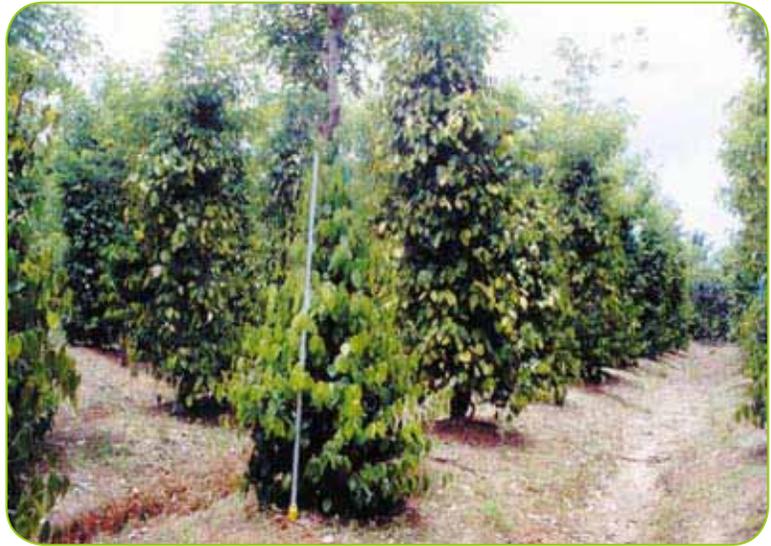


Figura 47. Crecimiento de una planta diez meses después de la poda de renovación

3.11.2.4. Control de malezas

Se debe seguir la misma recomendación sugerida durante el primer año. Las malezas que se encuentran en un radio de 0.50 metros alrededor del tronco de la planta se arrancan con las manos. El resto de las malezas se puede controlar mediante chapeos con machetes, desyerbadora motorizada, o con herbicidas químicos.

3.11.2.5. Poda del tutor

Esta es una actividad muy importante, pues sirve para regular la sombra, controlar las malezas mediante cobertura, aportar nutrientes al suelo y reducir la posibilidad de caída del tutor por la acción de fuertes vientos.

Al regular la sombra se permite mayor luminosidad solar que favorece la fotosíntesis de la planta y con ello una mejor producción de frutos. También previene la incidencia de enfermedades radiculares por *Phytophthora* y *Fusarium* que son favorecidas por el exceso de sombra.

En La India la poda se realiza dos veces al año, durante junio y septiembre. La sombra excesiva en la época de floración y fructificación facilita la incidencia de enfermedades (Sasikumar et al. 2008).

En República Dominicana, Andújar *et al.* (1997 a) reportan que el nivel de sombra es determinante en la vida útil y el crecimiento del cultivo de pimienta. Observaron que las plantas con un nivel de sombra de 25% mostraron mejor crecimiento. Además, encontraron

que el porcentaje de mortalidad de plantas para los niveles de sombra 75%, 50%, 25% y 0% a los 3 años del cultivo fue de 44.4%, 31.5% 5.6% y 1.9%, respectivamente.

Tejada *et al.* (1993), reportaron que el crecimiento y la producción de la pimienta fue mayor cuando el piñón cubano se podó dejando una rama (Figura 48). Sin embargo, en este tratamiento el crecimiento del tutor fue el más deficiente. Recomiendan durante el primer año del trasplante realizar una poda mínima del tutor para que pueda establecerse adecuadamente. También determinaron que el grado de poda debe variarse de acuerdo a la etapa de crecimiento de la pimienta.



Figura 48. Poda del tutor *Gliricidia sepium*

En la zona de Yamasá, algunos agricultores se dedican a otras actividades agropecuarias y no disponen de suficiente tiempo para realizar oportunamente las actividades en la pimienta, por lo que aunque saben que tienen que realizar dos podas al año, hacen solo una en el período junio-septiembre, para reducir los daños por tormentas y ciclones. Se ha observado que realizar la poda total (no dejar ramas) del tutor durante 3 períodos consecutivos, puede causar la muerte de éste (Domingo de la Cruz, comunicación personal).

3.11.2.6. Fertilización de la pimienta en el segundo y el tercer año

Para conocer la cantidad apropiada de fertilizantes a aplicar, es necesario hacer un análisis del suelo y de hojas. En La India, Sasikumar *et al.* (2008) recomiendan en el segundo año aplicar por planta aproximadamente 33 g de nitrógeno (N), 33 g de fósforo (P) y 100 g de potasio (K), divididos en dos aplicaciones, una en mayo-junio y otra en agosto-

septiembre. A partir del tercer año recomiendan aplicar de NPK, 50-50-150 g por planta, respectivamente, en dos aplicaciones. Además, cada dos años y en el mes de mayo, se aplica por planta 10 kg de estiércol bovino, 1 kg de torta de nim y 500 g de cal. Si se utiliza el biofertilizante *Azospirillum* en dosis de 100 g/planta, la cantidad de nitrógeno se reduce a la mitad. En suelos con deficiencias de zinc y magnesio éstos se deben aplicar de manera foliar dos veces al año.

Considerando una productividad estimada de 2.5 kg de pimienta seca/planta/año, Andújar *et al.* (1997) recomiendan la dosis y frecuencias de fertilizantes presentados en la tabla 5. También indican que a partir del cuarto año se aplica la misma cantidad de fertilizante. Además, en caso de usar el piñón cubano como tutor, a partir del tercer año la aplicación del material orgánico se hace usando los restos de hojas y ramas producidos por la poda del piñón cubano. Se recomienda aplicar el fertilizante cuando el terreno esté adecuadamente húmedo. Se distribuye alrededor del tronco a la distancia del radio del follaje que presente la planta, y se cubre con suelo. Domingo de la Cruz (comunicación personal) informa que se ha adoptado entre los productores de la zona de Yamasá el uso de 10 kg de gallinaza por planta al año, distribuido en dos aplicaciones.

Tabla 5. Fertilización recomendada en pimienta del 2do al 4to año para una producción de 2.5 kg de pimienta seca por planta

Período	Abono	A ñ o		
		2	3	4
Abr-May	15-15-15	120 g (4.25 onz)	240 g (8.5 onz)	280 g (10.0 onz)
	Compost	3.0 kg		
Oct-Nov.	15-15-15	80 g (2.8 onz)	160 g (5.65 onz)	200 g (7.05 onz)
Total	15-15-15	200 g (7.5onz)	400 g (14.15 onz)	480 g (17.05 onz)
	Compost	3.0 kg		

Fuente: Andújar *et al.* (1997).

Reyes Hernández y Gotoh (1995 b) obtuvieron mayor producción de frutos cuando el fertilizante se aplicó superficialmente, que cuando se incorporó en hoyos y en media luna.

Según Reyes Hernández *et al.* (1997) el crecimiento y la producción de las plantas fue mayor cuando anualmente se aplicó por planta 50 a 100 g de nitrógeno y fósforo (P_2O_5), 75 a 100 g de potasio (K_2O), más aproximadamente 15 kg de yerba elefante (*Pennisetum purpureum* S.) verde, distribuidos en seis aplicaciones, una cada dos meses. Además encontraron que se pueden obtener 2.0 kg de pimienta seca por planta anualmente con solamente aplicar la yerba elefante. Concluyen que los elementos prioritarios para la planta en la etapa de

producción, en orden de importancia son: Nitrógeno (N) > calcio (Ca) > potasio (K) > magnesio (Mg) > fósforo (P).

Suárez (2000) indica que las recomendaciones de nitrógeno, fósforo y potasio para el cultivo de la pimienta en Honduras se realizan según los niveles B (bajo), B/N (bajo/normal) y N (normal) encontrados en el suelo, y sugeridos por el laboratorio químico agrícola de FHIA, mientras que para los micronutrientes se hacen en los niveles B y B/N que se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Interpretación de los niveles de nutrientes en el suelo para recomendación de aplicaciones de fertilizantes en el cultivo de la pimienta.

NUTRIENTE		BAJO	B/N	NORMAL	N/A	ALTO
pH		< 5.0	5.0 – 6.0	6.0 – 6.8	6.8 – 7.2	> 7.2
N. total	%	< 0.2	0.2 – 0.3	0.3 – 0.4	0.4 – 0.5	> 0.5
M.O.	%	< 3.0	3.0 – 4.0	4.0 – 5.0	5.0 – 6.0	> 6
P	ppm	< 4.0	4.0 – 10.0	10 – 20	20.0 – 40.0	> 40
K	ppm	< 150	150 – 250	250 – 350	350 – 600	> 600
Ca	ppm	< 800	800 – 1000	1000 – 6000	6000 - 10000	> 10000
Mg	ppm	< 150	150 – 180	180 – 250	250 – 500	> 500
Fe	ppm	< 2.5	2.5 – 5.0	5 – 15	15.0 – 25.0	> 25
Mn	ppm	< 1.0	1.0 – 2.0	2 – 10	10.0 – 20.0	> 20
Cu	ppm	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 10.0	> 10
Zn	ppm	< 0.5	0.5 – 1.0	1-May	5.0 – 15.0	> 15
S	ppm	< 12.0	12 – 20	20 - 80	80.0 – 150	> 150
B	ppm	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 - 8	8.0 - 15.0	> 15

Fuente: Suárez (2000).

Nota: A = Alto.

Soluciones extractoras: Para: P, K, Ca, Mg, 1N NH₄OAc pH=4.8

Para: Fe, Mn, Cu y Zn, DTPA pH = 7.3

Para: S Y B, CaH₄(PO₄)₂

Según los niveles de materia orgánica, fósforo y potasio aprovechables encontrados en los suelos dedicados al cultivo de la pimienta en Honduras, Suárez (2000), recomienda hacer aplicaciones anuales en las dosis que se presenta en la tabla 7. Agrega que un mes antes de la fertilización se debe podar el tutor, además una semana antes de la fertilización es importante podar la planta de pimienta. Suarez citando a De Waard, recomienda distribuir la aplicación del fertilizante de la siguiente manera: en plantaciones de 1 a 2 años se debe fertilizar cada 2 a 3 meses, es decir, realizar de 6 a 4 aplicaciones al año. En plantas adultas se fertiliza durante cuatro meses sucesivos o continuos (de seguido); de la dosis total, el 40% se aplica en el primer mes, 30% en el segundo mes, 20% en el tercer mes y 10% en el cuarto mes. Esto permite concentrar la cosecha en un tiempo corto.

Tabla 7. Recomendación anual de NPK en el cultivo de pimienta en Honduras según concentración en el suelo

Elemento	Concentración en el suelo	Cantidad recomendada (kg/ha)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
M.O (%)	< 4.0	230- 280		
	4.0 – 5.0	200 - 230		
	> 5.0	100 - 200		
Fosforo (ppm)	< 10.0	45 - 85		
	10.0 – 20.0	20 - 45		
	> 20.0	0		
Potasio (ppm)	< 117	100 - 260		
	117 - 230	80 - 100		
	> 230	0		

Fuente: Fuente: Suárez (2000).

Fontana Hernández (1991) evaluó la respuesta al nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y magnesio (Mg) de plantas de pimienta con seis años de edad, encontró que la mayor producción de pimienta se presentó con la aplicación de NPK, en dosis de 600, 200 y 200 kg/ha, respectivamente. Sin embargo, desde el punto de vista económico recomienda utilizar de 200 a 400 kg/ha de nitrógeno, 200 kg/ha de fósforo y 200 kg/ha de potasio.

Además de tomar en cuenta el análisis del suelo para hacer las recomendaciones de fertilización, también se recomienda el análisis foliar que indica el estado nutricional de la planta y la necesidad de aplicar fertilizantes. La pimienta desarrolla poco cuando la concentración de calcio (Ca) y fósforo (P) en las hojas es alta, mientras que la de nitrógeno (N), potasio (K) y magnesio (Mg) es baja. Los niveles críticos de N, P, K, Ca, y Mg en las hojas de pimienta son 2.7, 0.1, 3.0, 1.0 y 0.2 respectivamente, por debajo de los cuales hay deficiencia (De Waard 1969). Sadanandan (2000) citando los trabajos realizados por Sadanandan y Hamza (1996) muestra los niveles adecuados de nutrientes en las hojas de la pimienta para obtener una producción adecuada (Tabla 8).

En la fertilización foliar se recomienda la aplicación del abono orgánico fitoestimulante “Biol”, en dosis de 300 cc en 20 litros de agua, cada 15 días. También Poliverdol en dosis de 50 cc en 20 litros de agua cada mes + PH-plus, o Newfol-F en dosis de 150 a 250 cc en 20 litros de agua cada mes + PH-plus (SICA, s.f.).

Tabla 8. Niveles de elementos en las hojas de pimienta según el Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS, por sus siglas en inglés).

Elemento	Unidad	Nivel				
		Deficiente	Bajo	Optimo	Alto	Excesivo
Nitrógeno	%	< 1.06	1.06-1.64	1.65-2.79	2.80-3.40	> 3.4
Fósforo	%	< 0.03	0.03-0.10	0.11-0.26	0.27-0.37	> 0.37
Potasio	%	< 0.33	0.33-1.77	1.78-2.84	2.85-3.68	> 3.68
Calcio	%	< 0.47	0.47-1.41	1.42-3.33	3.34-4.30	> 4.30
Magnesio	%	< 0.20	0.20-0.39	0.40-0.69	0.70-1.06	> 1.06
Azufre	%	< 0.01	0.01-0.08	0.09-0.29	0.30-0.38	> 0.38
Hierro	ppm	< 60	60-125	126-1145	1146-1796	> 1796
Manganeso	ppm	< 30	30-108	109-721	722-1027	> 1027
Cinc	ppm	< 10	10-20	21-67	68-100	> 100
Cobre	ppm	< 6	6-15	16-120	121-200	> 200

Fuente: Sadanandam (2000).

3.12. Plagas y enfermedades de la pimienta

3.12.1. Generalidades

Según el glosario de términos fitosanitarios de la FAO (1994), plaga “es cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales”. González (1989) establece que las plantas enfermas son aquellas cuyo desarrollo fisiológico y morfológico ha sido alterado desfavorablemente y en forma progresiva por un agente extraño, hasta el punto que se producen manifestaciones visibles llamados síntomas. Los síntomas más frecuentes en las plantas son: coloración anormal de tejidos, marchitamiento, necrosis, cáncer, pudrición, defoliación, crecimiento anormal y enanismo.

Los principales agentes causantes de enfermedades en las plantas son: hongos, bacterias, virus, micoplasmas, nematodos, insectos, ácaros y desordenes fisiológicos. También se incluyen las condiciones climáticas adversas, la deficiencia nutricional y los contaminantes atmosféricos (González 1989, Brathwaite 1985, Agrios 1978). Según Sasikumar (2008), en Asia se ha observado que las condiciones climáticas afectan la floración y producen caída de las espigas.

La planta de pimienta a nivel mundial es afectada principalmente por los hongos de suelo *Phytophthora capsici* y *Fusarium solani* f. sp. *piperis*, que causan pudriciones en el pie del tronco y las raíces. También por *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Corticium*

salmonicolor, entre otros (Maistre 1969, Albuquerque 1971, Kueh 1979, Matsuda *et al.* 1997, Anandaraj *et al.* 2001, Duarte y Albuquerque 2005). En República Dominicana, las parcelas de pimienta en los últimos años son afectadas de manera importante por el gorgojo de la pimienta *Peridinetus signatus* Rosench “gorgojo de la pimienta”, que taladra los tallos y actúa como vector de *Fusarium solani* (Matsuda *et al.* 1997). Las plagas y enfermedades deben ser manejadas con métodos de control integrado, que incluye control cultural, biológico, físico y químico, entre otros.

Las malezas afectan el normal desarrollo del cultivo principalmente en la etapa juvenil de las plantas de pimienta al competir directamente por espacio, nutrientes, agua y luz, y de manera indirecta al hospedar plagas y enfermedades. Entre los tipos de malezas se encuentran las malezas de hojas anchas, gramíneas y ciperáceas, que se controlan de manera cultural, manual, mecánica, física, biológica y química.

3.12.2. Manejo de plagas y enfermedades

Existen reportes de varios países sobre la incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo de pimienta. Kueh (1979) reporta que en Sarawak los principales patógenos que afectan el cultivo son: los hongos *Phytophthora palmivora*, *Marasmius equicrinis*, *Marasmius scandens*, *Marasmius campanella*, *Corticium solani*, *Corticium salmonicolor*, *Colletotrichum capsici*, *Colletotrichum piperis*. También *Aithaloderma* sp., *Microxyphium* sp., *Morfea* sp., *Septobasidium* sp. Además, *Fomes lignosus*, *Fomes noxius* y *Ganoderma lucidum*. Los insectos más importantes son: *Diconocoris hewetti*, *Lophobaris piperis*, *Lophobaris serratipes*, *Toxoptera aurantii*, *Planococcus citri*, *Ferrisia virgata*, *Aspidiotus* sp., *Ceroplastes* sp., *Chrysomphalus* sp., *Protopulvina* sp., *Pulvinaria* sp., *Saissetia* sp., *Paralecanium* sp., entre otros.

Maistre (1969) señala que en Indonesia la enfermedad más importante de la pimienta es la podredumbre del cuello (enfermedad de Muller), causada por el hongo *Phytophthora palmivora* var. *Piperis*, y en La India la podredumbre de la corteza causada por *Rosellinia budones*. En Assam los daños por *Sclerotium rolfsii*, y el marchitamiento de la planta atribuido a *Nectria*. En Malasia la pimienta es afectada por *Fomes lignosus*, *Corticium salmonicolor* y *Ganoderma lucidum* que produce pudrición radicular.

Maistre (1969) también reporta en Sarawak una enfermedad muy grave causada por el alga *Cephaleuros mycoidea*, que aparece principalmente en los frutos y rara vez en tallos y hojas, y causa la caída de los frutos. En Camboya, Indonesia, Malasia y Sarawak también se ha observado otra enfermedad (sudden death o muerte súbita) cuyos daños son considerados de mucha importancia ya que produce síntomas similares a los de la enfermedad de Muller. Está asociada con los nematodos *Heterodera radicola* o *Heterodera maroni*, y el hongo

Pythium splendens. Otro nematodo que causa amarillamiento en la pimienta de Bangka es *Anguillulina similis*. En La India la “enfermedad de los granos huecos” puede causar hasta un 50% de pérdida de la producción y es causada por insectos (*Longitarsus negripennis*), el hongo *Colletotrichum necator* y factores fisiológicos. Otros patógenos de la pimienta en Asia son: los insectos *Elasmognathus* spp., *Apogonia ranea*, *Dasynus piperis* y *Lophobaris serratipes*. Wiratno (2008) reporta que en Indonesia las plagas más importantes de la parte aérea de la planta son el taladrador del tallo *Lophobaris piperis*, y los chinches *Dasynus piperis* y *Diconocoris hewetti*.

No obstante haberse identificado la especie *Phytophthora palmivora* como agente causal de daños en la pimienta, estudios posteriores realizados por Tsao (1991) determinaron que la especie *Phytophthora* que ataca a la pimienta debe ser renombrado como *Phytophthora capsici*, ya que *Phytophthora palmivora* no es patógeno en la pimienta.

Anandaraj *et al.* (2001) reportan que en La India la pimienta es afectada por *Phytophthora capsici* que causa marchitamiento rápido, pudrición de raíces y muerte de la planta. *Colletotrichum gloeosporioides* afecta las hojas y granos; *Rhizoctonia solani* afecta las hojas y tallos de las plántulas; *Sclerotium rolfsii* pudre y seca las plántulas en semilleros. También reportan también que *Meloidogyne* spp. y *Radopholus similis* causan pobre crecimiento de la planta, amarillamiento y clorosis intervenal de la hojas. Señalan una virosis que produce enanismo; un *phytoplasma* que produce malformación de la espiga, transformando la yema en una estructura parecida a una hoja fina, y los frutos afectados parecen escoba de bruja. Como insectos plagas afectan: el escarabajo *Longitarsus nigripennis*, el taladrador *Cydia hemidoxa*, el thrips *Liothrips karnyi*; las escamas *Lepidosaphes piperis* y *Aspidiotus destructor*; y como plagas menores reportan orugas de *Synegia* sp, cochinillas, mosca de la agalla (gall midges) y áfidos.

Mathew *et al.* (1978), informan además que en La India la bacteria *Xanthomonas betlicola* produce manchas acuosas en las hojas de la pimienta y causa defoliación. Lockhart *et al.* (1997) señalan que en el sureste de Asia se ha descrito el virus del moteado amarillo de la pimienta (PYMV) que produce un moteado clorótico, deformidad en las hojas, reduce el vigor de la planta y la producción de frutos en las plantaciones de pimienta a nivel comercial.

Duarte y Albuquerque (2005 a) indican que en Brasil el cultivo es afectado principalmente por los hongos *Fusarium solani* f.sp. *piperis* (*Nectria haematococca* f. sp. *piperis* = estado sexual) y *Phytophthora capsici* que causan pudrición de raíces. También por los hongos *Rigidoporus lignosus* que causa la pudrición blanca de la raíz; *Fusarium oxysporum* que produce amarillamiento y quema prematura de internodos y hojas; *Corticium salmonicolor* que produce muerte de ramas; *Koleroga noxia* (= *Pellicularia koleroga*) que seca el follaje y ramas; *Thanatephorus cucumeris*, estadio sexual de *Rhizoctonia solani* que produce quemaduras en plántulas en viveros; *Colletotrichum gloeosporioides* que produce antracnosis en hojas y

fruto; *Sclerotium rolfsii* que causa pudrición de plántulas en la etapa inicial en enraizadores, viveros y en el campo.

Duarte y Albuquerque (2005 a) indican que la pimienta además es afectada por el virus del mosaico del pepino (CMV-Pn), el cual produce mosaico y malformación foliar y es transmitido por *Aphis spiricolae*. También por el virus Piper Yellow Mottle Virus (PYMV) que produce moteado y ondulación del borde de la hoja y es transmitido por la cochinilla *Pseudococcus elisae*, que siempre está asociada con las hormigas (*Solenopsis saevissima*). Además, es atacada por los nematodos *Meloidogyne incognita* y *M. Javanica*; por el alga *Cephaleuros virescens* que causa pudrición leve de los frutos.

Filho *et al.* (2005) reportan también como plagas en Brasil el áfido *Aphis gossypii* vector de Piper Yellow Mottle Virus (PYMV); el insecto *Lophobaris piperis* que taladra tallos y ramas; *Lytostilus juvencus*, que se alimenta de las hojas causando grandes orificios irregulares; la escama *Protopulvinaria longivalvata* que chupa la savia de la planta, está asociada con hormigas y hongos que producen Fumagina; los ácaros y caracoles.

Fernández (2000) reporta como patógenos de la pimienta en Honduras los hongos *Phytophthora capsici*, *Colletotrichum piperis*, *Colletotrichum capsici*, *Colletotrichum gloeosporioides*, y los nemátodos *Meloidogyne incognita* y *Meloidogyne javanica*. Martin y Gregory (1962) encontraron en Puerto Rico, que el insecto chupador *Cyrtoxiphia gundlachi* de la familia *Gryllidae*, afectaba la polinización de la pimienta y causaba poca presencia de granos y pobre desarrollo de las espigas. Sasikumar *et al.* (2008) reportan la caída de espigas (spike shedding), una enfermedad emergente que ocurre principalmente en la variedad Panniyur-1, en las zonas altas de La India, y que puede deberse a la falta de polinización. La condición es seria cuando se retrasan las lluvias, y la floración y formación de la espiga se presentan durante junio-julio.

En República Dominicana la pimienta es afectada por los hongos *Phytophthora capsici*, *Phytophthora* sp., *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, *Corticium salmonicolor*, *Pythium splendens*, *Colletotrichum* sp., *Botryodiplodia* sp., *Pestalotia* sp., *Phomopsis* sp., *Capnodium citri* (fumagina). También por los insectos: *Peridinetus signatus* (gorgojo de la pimienta), *Selenaspidus articulatus*, *Coccus viridis*, *Aphis* spp., *Myzus persicae*, *Exophthalmus quadrivittatus*, *Exophthalmus hieroglyphicus*. Además por *Phyllophaga* sp., *Polyancistrus serrulatus* (Grilleta) (Figura 49), *Solenopsis* sp. (hormiga). También es atacada por el alga *Cephaleuros virescens*, por mosaico o virosis atribuida al *Cucumber Mosaic Virus* y transmitida por *Aphis* spp. Así mismo es afectada por los nemátodos *Meloidogyne incognita* y *Pratylenchus* sp., (Matsuda *et al.* 1997, Andújar *et al.* 1997), *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus* sp., y *Rotylenchus reniformes* (Nakasono 1993). *Aphelenchus* sp., *Ditylenchus* sp., y *Rotylenchulus* sp.

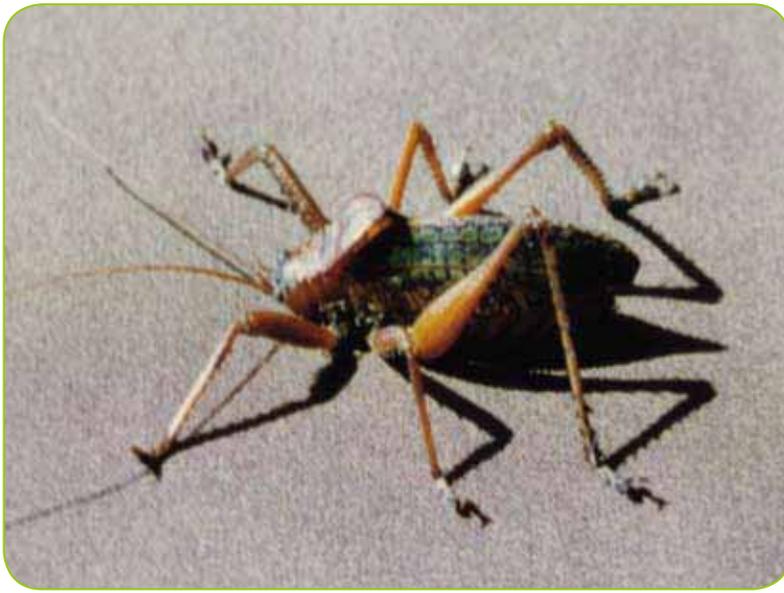


Figura 49. Izq. *Polyancistrus serrulatus*. Der. *Phyllophaga* sp.

Se ha reportado daños por el hongo *Sclerotium rolfsii* en una planta joven (3 a 4 meses de edad) (González *et al.* 1996 a). Además se han observado daños por toxicidad de manganeso (Mn) (Figura 50), pH alcalino y ataque de comején. Moya Franco *et al.* 2003 estudiaron la incidencia y severidad de plagas y enfermedades de la pimienta en las zonas de Yamasá, Sánchez-Nagua y Tojín-Cotuí. (Tabla 9).



Figura 50. Toxicidad por Manganeso en hojas de pimienta

Tabla 9. Incidencia de plagas y enfermedades en pimienta reportadas en tres zonas de República Dominicana (junio 2002- agosto 2003)

Enfermedad/plaga	Yamasá		Sánchez-Nagua		Tojín, Cotuí		Incidencia	Severidad
	Inc.	Sev.	Inc.	Sev.	Inc.	Sev.	Promedio	Promedio
	(%)	Grado	(%)	Grado	(%)	Grado	(%)	Grado
Plantas muertas (<i>Phytophthora</i> , <i>Fusarium</i> , nemátodos)	9.69	Leve	5.71	Leve	10	Leve	8.46	Leve
Mal de hilachas (<i>Corticium salmonicolor</i>)	7.5	Fuerte	1.43	Fuerte	-	-	2.98	Fuerte
Secamiento ápice hoja (<i>Botryodiplodia</i> , <i>Colletotrichum</i> , <i>Pestalotia</i>)	34.06	Leve	86.43	Mod.	-	-	40.16	Moderado
Virosis (Cucumber Mosaic Virus)	4.06	Mod.	1.43	Fuerte	6.66	Mod.	4.05	Moderado
Gorgojo (<i>Peridinetus signatus</i>)	50.94	Leve	27.14	Mod.	36.66	Leve	38.25	Leve
Grilleta (<i>Polyancistrus serrulatus</i>)	10.94	Muy leve	0.71	Mod.	3.33	Leve	4.99	Leve
Arañita (<i>Cyrtophora citricola</i>)	7.5	Leve	-	-	80	Leve	29.17	Leve
Comején (<i>Nasutitermes costalis</i>)	0.63	Muy fuerte	-	-	3.33	Fuerte	1.32	Muy fuerte
Afidos (<i>Aphis</i> spp., <i>Myzus persicae</i>)	-	-	-	-	3.33	Muy leve	1.11	Muy leve
Toxicidad de Manganeso (Mn)	10.31	Leve	27.86	Leve	8.33	Leve	15.5	Leve

Fuente: Moya Franco *et al.* 2003

Las enfermedades y plagas de la pimienta deben ser controladas con manejo integrado, mediante la combinación eficiente de métodos cultural, biológico, físico, químico y exclusión. A continuación se describen las características de los principales patógenos que afectan el cultivo de pimienta en la República Dominicana.

3.12.2.1 *Phytophthora* spp.

Es un hongo de suelo del orden peronosporales con micelios no septados que produce zoosporangios como estructura de reproducción (Figura 51). Bajo ciertas condiciones



Figura 51. Zoosporangios de *Phytophthora* spp.

los zoosporangios liberan zoosporas las cuales tienen motilidad y se desplazan en películas de agua alcanzando el huésped y provocando infección del tejido. Esta es la fase asexual del hongo. También se reproduce por oosporas que es la fase sexual. El ciclo de vida del hongo se muestra en la figura 52.

El hongo causa la enfermedad llamada “pudrición del tronco” que produce daños en todos los órganos de la planta de pimienta. Afecta principalmente las raíces, el pie del tronco y el tallo, también los brotes, hojas y espigas

jóvenes. En las raíces causa pudriciones y en el follaje amarillamiento, marchitamiento agudo y defoliación (Holliday y Mowat 1963; Nambiar y Sarma, 1977; Matsuda et al. 1994, Andújar *et al.* 1997; Matsuda *et al.* 1997,). En las hojas presenta lesiones en forma de manchas oscuras, redondas, con borde húmedo y dentellado, con un halo amarillo.

Cuando la hoja muere generalmente se desprende de las ramas. La pudrición de la raíz generalmente presenta un exudado maloliente (Figura 53).

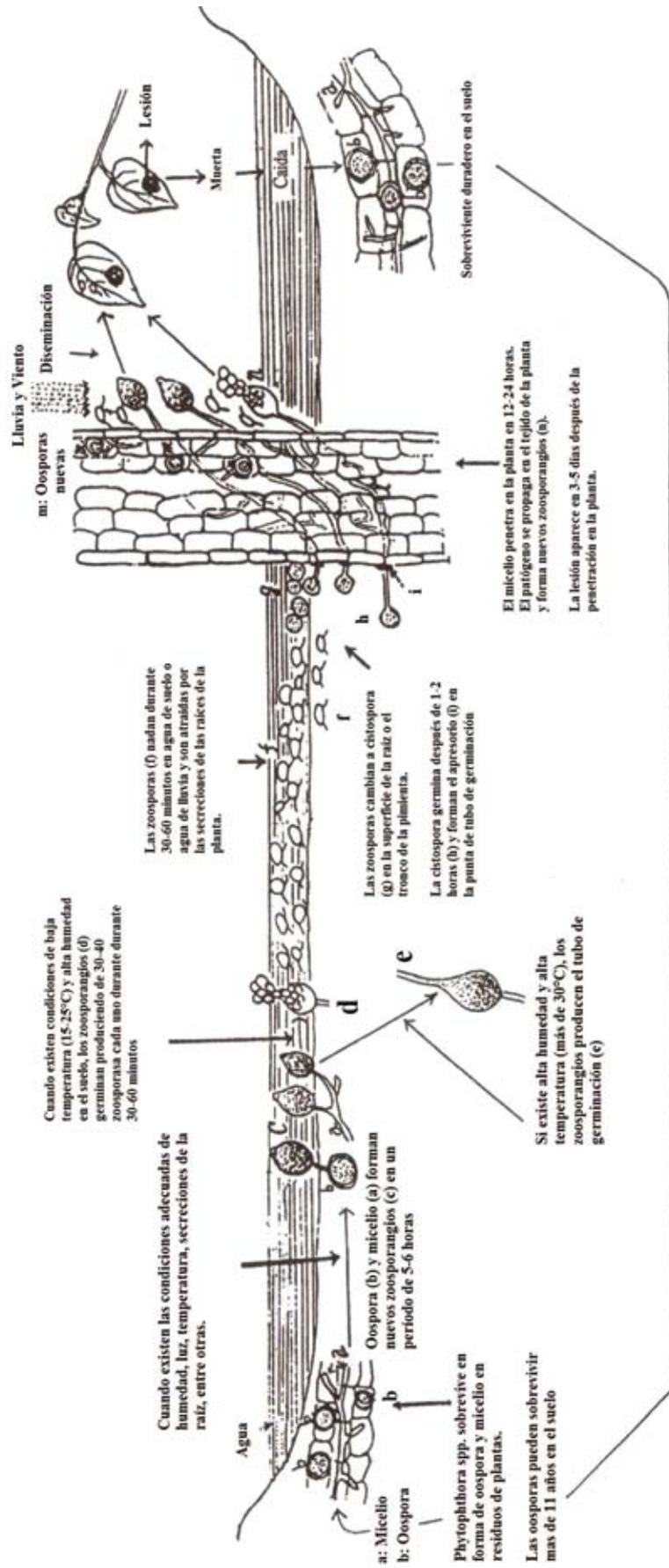


Figura 52. Ciclo de vida de *phytophthora* spp

La enfermedad causada por *Phytophthora* se controla adoptando prácticas de manejo integrado. Entre estas están los métodos de control cultural, químico, resistencia varietal (Holliday y Mowat 1963, Kueh 1979, Matsuda *et al.* 1997), biológicos (Anith *et al.* 2002, Anandaraj y Sarma 1995, Moya Franco y Andújar (2004), y por medio de injerto (Reyes *et al.* 1995, DARE/ICAR 2007) (Figura 54).



Pudrición en el tronco

Marchitamiento, amarillamiento e inicio de defoliación

Planta muerta

Figura 53. Síntomas de *Phytophthora* en pimienta.

Entre las medidas de control cultural se recomienda: Evitar la acumulación de agua en el terreno, seleccionar terrenos con pendientes de 3 a 7 grados, preparar zanjas de drenaje, sembrar en camellones, usar un buen distanciamiento entre plantas y mantener el nivel de sombra en 25% (Andújar *et al.* 1997). Se debe podar el tutor de 2 a 3 veces por año, realizar la poda basal de las ramas de pimienta próximas al suelo a una altura de 0.5 m para mejorar la iluminación y ventilación, evitar la siembra de ají (*Capsicum annuum* L), auyama (*Cucurbita* spp.), tomate (*Lycopersicon esculentum*), berenjena (*Solanum melongena* L) en las proximidades o el interior de la parcela de pimienta.

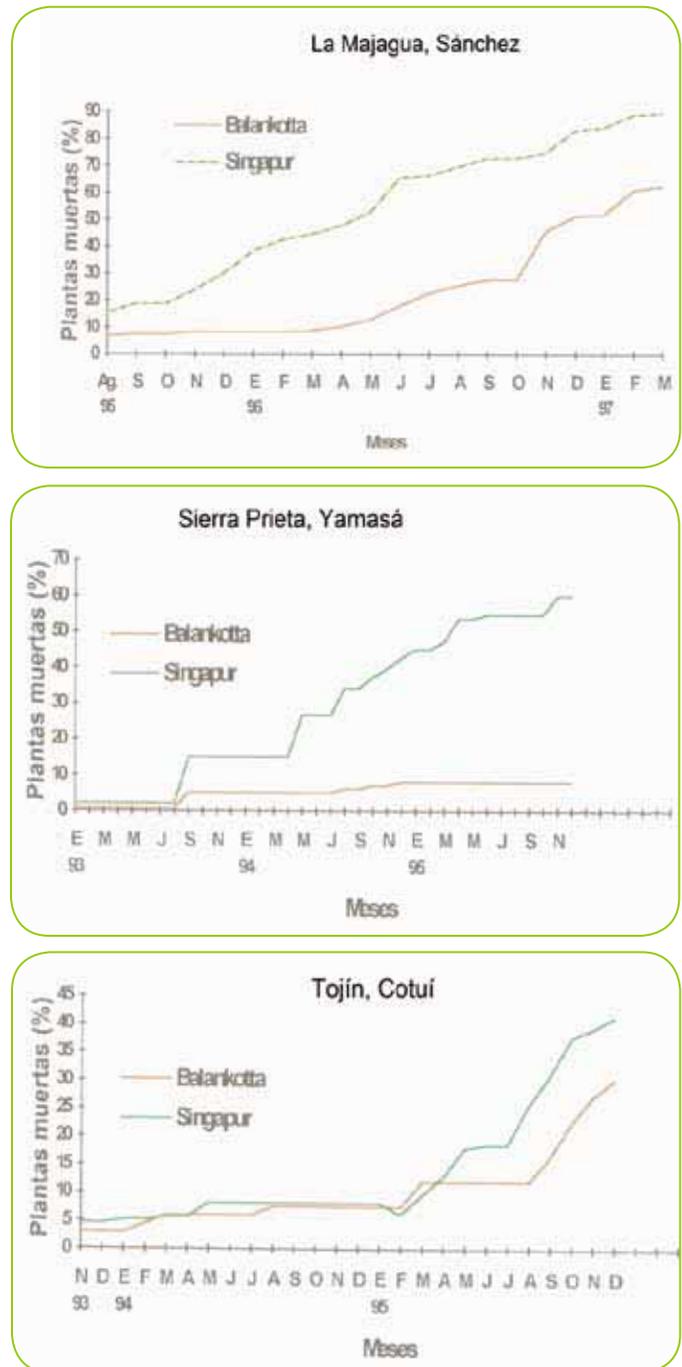
Se debe utilizar plantas sanas, desyerbar manualmente en los alrededores del tronco, realizar el control de malezas mediante chapeo manteniendo la cobertura viva del suelo, en la época de lluvia no colocar las ramas podadas del tutor en el tronco de la pimienta. Además, en las parcelas infectadas se deben realizar las labores en época seca comenzando por las áreas sanas. Después de trabajar las parcelas infectadas se deben desinfectar las herramientas de trabajo y zapatos con hipoclorido sódico. También, se deben aislar los campos infectados, no entrar en la época de lluvias (Matsuda *et al.* 1997) y usar enmiendas orgánicas (Shea y Broadbent 1995).

Como medida fitosanitaria se recomienda eliminar y sacar fuera de la parcela las plantas muertas para reducir el aumento del inóculo (Anandaraj *et al.* 2001). También se recomienda el mejoramiento de variedades (Alburquerque 1971). La variedad Balankotta es más

recomendada que la Singapur, ya que se observó que es más tolerante a la infección por *Phytophthora* spp. (Matsuda *et al.* 1997) (Figura 54). Se ha observado que este hongo puede sobrevivir activamente en el suelo durante un período de 6 meses (Hollyday y Mowat 1963), 1.5 a 3 años (Matsuda *et al.* 1997).

Para el control biológico de *Phytophthora capsici* en pimienta, han sido utilizados en invernadero y en campo los hongos *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* (Anandaraj y Sarma 1995). En una investigación realizada con plántulas de pimienta en invernadero se encontró que cuando *Trichoderma* (cepa TM1), se inoculó antes que *Phytophthora capsici*, la mortalidad de plántulas de pimienta fue nula; mientras que cuando se inoculó al momento y después de la inoculación de *Phytophthora*, la mortalidad de plántulas fue de 73.90%. Por esto se recomendó que para producir plántulas de pimienta, se debe aplicar *Trichoderma* sp. en concentración de 10^6 esporas/g de sustrato al momento de colocar los esquejes de pimienta en las fundas. Con esto se previene el establecimiento de *Phytophthora capsici* (Moya Franco y Andújar Amarante 2004). Anith *et al.* (2003) están probando el uso combinado de *Trichoderma* con la bacteria *Pseudomonas*.

El injerto también ha sido utilizado para evitar daños por *Phytophthora* en plantas establecidas en el campo. Reyes *et al.* (1995) injertaron esquejes de diferentes variedades de pimienta sobre guayuyo (*Piper aduncum* L.) como patrón o porta injerto y los sembraron en terreno infectado naturalmente por *Phytophthora*. Nueve meses después encontraron que de estas plantas había muerto el 6.7%, mientras que las no injertadas presentaron 30.3, 58.2 y 69.4% de plantas muertas. Sin embargo, las plantas injertadas desarrollan lentamente y la



producción fue menor. Quince años más tarde algunos de estos injertos permanecen en el campo (Figura 55).



Figura 55. Planta de pimienta injerta en *Piper aduncum*

DARE/ICAR (2007), informa que injertos de pimienta usando patrón de *Piper colubrinum* se mantuvieron sanos durante 7 años contra *P. capsici*, después de ser plantados. Los mismos tuvieron un rendimiento promedio de 0.65 kg de pimienta seca por planta al año. Vanaja *et al.* (2007) obtuvieron mediante hibridación de la pimienta con especies silvestres de *Piper colubrinum*, un híbrido que presenta resistencia interespecífica parcial contra la enfermedad causada por *P. capsici*.

Para el control químico de esta enfermedad se emplean funguicidas a base de cobre (Holliday y Mowat, 1963), caldo bordelés, difolatan, terrazole (Kueh 1979). También metalaxyl + mancozeb (Andújar *et al.* 1997, Matsuda *et al.* 1997). Estos funguicidas se aplican en forma de chorro al pie del tronco de la planta (drench). Otros compuestos químicos utilizados son: prothiocarb, propamocarb, cymoxanil, furalaxyl, metalaxyl, milfuram, benalaxyl y fosetil aluminio (Schwinn 1983).

Cuando se inicia la temporada de lluvias y se observan las manchas características de la enfermedad en las hojas inferiores de las plantas, inmediatamente se debe aplicar de 2.5 a 5 litros por planta de una solución fungicida al 0.1 ó 0.2% de metalaxyl 8% y mancozeb 64%. La aplicación se realiza en forma de drench (chorro) en el tronco de la planta. Se deben realizar tres aplicaciones, una cada 15 días.

Si hay plantas amarillentas o marchitas con 1 año de edad, se les descubre el tronco y las raíces para eliminar todas las partes podridas y se aplica 10 litros por planta al 0.2 % de la mezcla fungicida a base de metalaxyl 8% y mancozeb 64%. Luego se cubre nuevamente el tronco con suelo y se corta parte del follaje según la cantidad de raíces cortadas, para inducir el crecimiento de nuevas raíces y brotes (Andújar *et al.* 1997). Hay que amarrar inmediatamente los tallos al tutor.

En La India, Anandaraj *et al.* (2001) indican que para el control químico de *Phytophthora* en la temporada lluviosa, después de caer pocos aguaceros, se puede realizar alguna de las medidas siguientes:

a) Aplicar de 5 a 10 litros por planta de oxiclورو de cobre 0.2% en forma de chorro (drench) en un radio de 50 cm del tronco de la planta. También, se hace una aplicación foliar de caldo Bordelés (Bordeaux mixture) 1%. Estas aplicaciones se deben repetir tres meses después en agosto –septiembre. Luego si las lluvias se prolongan se realiza otra aplicación de oxiclورو de cobre 0.2% en forma de chorro (drench) 1 ó 2 meses después de la segunda aplicación.

b) Aplicar de 5 a 10 litros por planta de fosfonato de potasio 0.3% en forma de chorro (drench) en un radio de 50 cm del tronco de la planta. También se debe aplicar de forma foliar. Se debe realizar una segunda aplicación de esta misma forma tres meses después, y si las lluvias continúan, se realiza una tercera aplicación, pero solamente en forma de drench, 1 ó 2 meses después de la segunda aplicación.

c) Aplicar de 5 a 10 litros por planta de Ridomil mancozeb 0.125% en forma de drench en un radio de 50 cm del tronco de la planta. También se debe aplicar de forma foliar.

d) Aplicar en el tronco de cada planta 50 g de un sustrato que contenga *Trichoderma* en una concentración de 10^{10} ufc (unidades formadoras de colonia) por gramo. También se debe realizar una aplicación foliar utilizando fosfonato de potasio 0.3 % ó caldo Bordelés (Bordeaux mixture) 1%. Tres meses después se debe realizar una segunda aplicación de la misma forma incluyendo *Trichoderma* y fosfonato de potasio o caldo Bordelés

Es recomendable realizar un estudio para determinar la factibilidad de implementar el tratamiento químico. Para evitar los problemas de resistencia química es importante alternar el uso de los productos químicos.

3.12.2.2. *Fusarium solani*

Fusarium solani es un hongo del orden Moniliales con micelios septados que produce conidios que le sirven para multiplicarse asexualmente. En la fase sexual recibe el nombre de *Nectria haematococca* y produce peritecios como estructura de reproducción en donde se desarrollan las ascosporas (Figura 56).

El hongo causa marchitamiento y amarillamiento generalizado del follaje de la planta de pimienta y por esto se le denomina “Amarillamiento” o “Fusariosis”. El amarillamiento puede ser parcial o crónico (total). Cuando es parcial la penetración e infección del hongo puede ser a través de las perforaciones causadas por el insecto *Peridinetus signatus* o

“gorgojo de la pimienta”, que actúa como vector de los conidios o esporas de *Fusarium*, y cuyas larvas taladran el centro de las ramas y tallos o también por la presencia de esporas diseminadas a través del aire o del suelo. El hongo también produce pudrición en las raíces, el tronco y las ramas. (Matsuda *et al.* 1997). El ciclo de vida del hongo se presenta en la figura 57.

Las raíces adventicias infectadas por *Fusarium* se secan y el secamiento se extiende hacia los tallos y ramas fructíferas, finalmente las hojas se tornan amarillas y mueren. En esta etapa se produce muerte parcial de la parte aérea de la planta, que si se agrava la planta puede morir. Cuando el amarillamiento es crónico o total, la vía de penetración e infección de *Fusarium* es a través de heridas en el pie del tronco, causadas por el viento (debido a movimiento o sacudida por tener un tutor débil) o por herramientas. También, a través de lesiones en las raíces por la alta humedad en el suelo y la acción de nematodos. El pie del tronco y las raíces se pudren y se tornan color pardo oscuro. Una vez que la planta presenta el amarillamiento

crónico, tarda de 3 a 4 meses para morir (Matsuda *et al.* 1997, Andújar *et al.* 1997). En las plantas muertas las hojas por lo general se mantienen adheridas (Figura 58). En Brasil, *Fusarium solani* f. sp. piperis es un patógeno que ha causado daños importantes en la pimienta (Duarte y Albuquerque 2005 a).

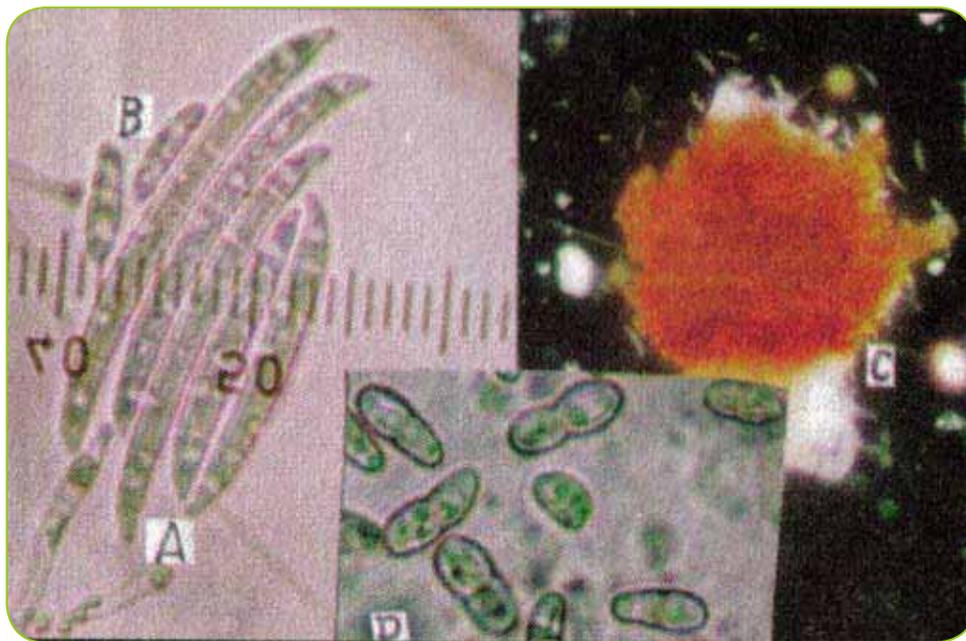


Figura 56. Conidios (A y B), Peritecio (C), Ascosporas (D)

Para el manejo de la enfermedad, Matsuda *et al.* (1997) recomiendan aplicar las medidas culturales recomendadas para *Phytophthora capsici*. Además, recomiendan aplicar 10 litros por planta de benomil 50% (1g/l) en forma de chorro (drench) al pie de las plantas y controlar la incidencia del gorgojo de la pimienta (ver métodos de control del gorgojo de la pimienta).

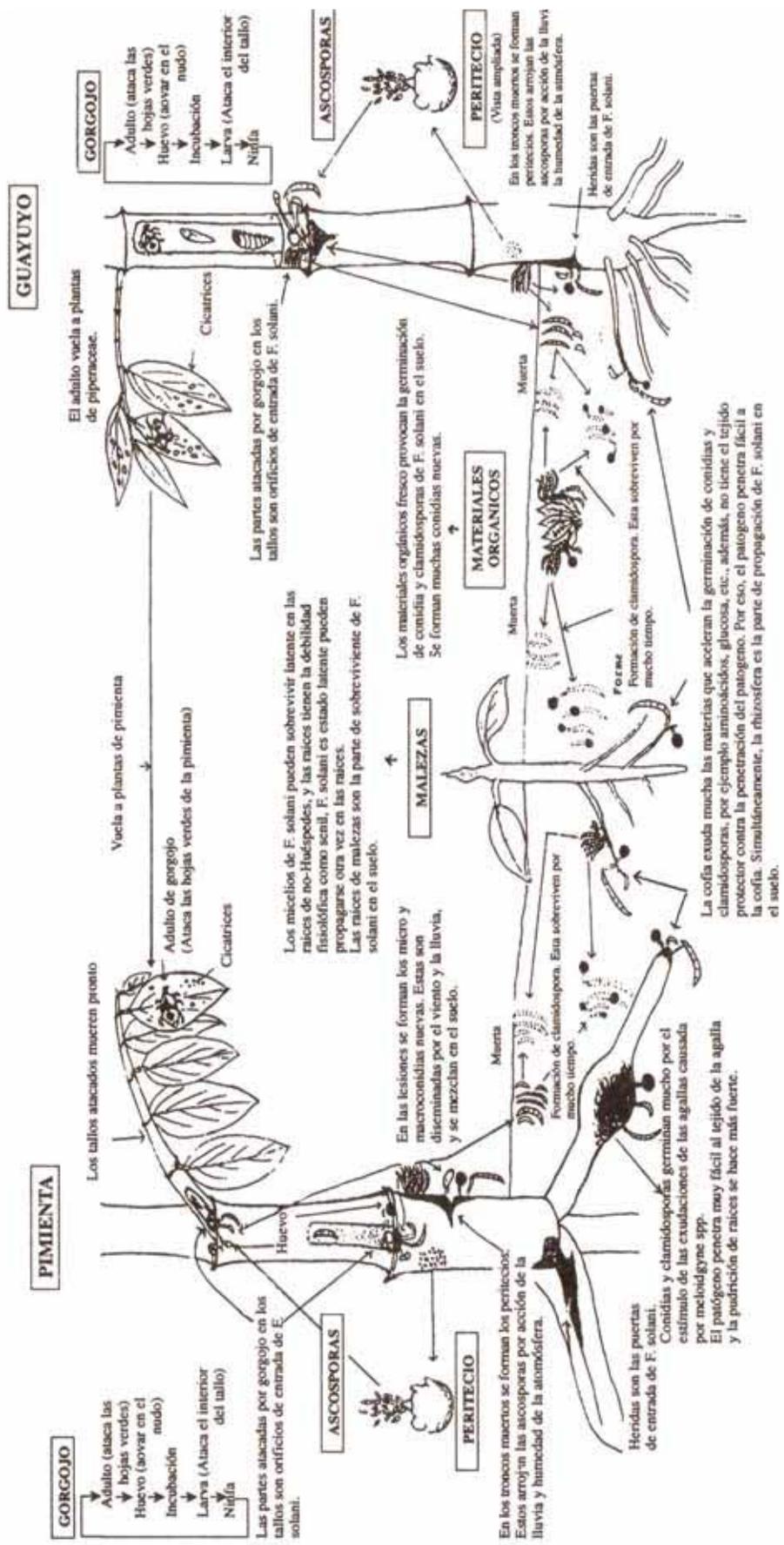


Figura 57. Ciclo de Vida de *Fusarium solani*



Figura 58. Síntomas de *Fusarium solani*. Izq. Amarillamiento crónico. Der. Planta muerta

Duarte y Albuquerque (2005) recomiendan para el manejo de esta enfermedad las siguientes medidas: sumergir los esquejes en una solución de carbendazín (1 g/L) o tiabendazol (1 g/L) antes de ser colocados en el enraizador, y asperjar las plántulas con esta misma solución 15 días antes de ser llevadas al campo; arrancar y quemar las plantas enfermas fuera de la plantación; aplicar pasta fungicida de tiabendazol o carbendazín al podar las ramas; irrigar las plantas en época seca. En las plantas que están próximo a las afectadas se debe aplicar 5 litros por planta de una solución de tiabendazol o carbendazín (2 g/l). Hay que tener presente que para el control químico es necesario determinar si económicamente resulta factible.

Los hongos micorriza pueden ser utilizados para el control de la “Fusariosis”. Chu (2005) reportó que al inocular plántulas de pimienta con hongos micorriza tres meses antes de inocular *Fusarium solani* f.sp. *piperis*, la incidencia de la fusariosis se redujo entre 50 y 80%, a los 4 meses de la inoculación. Se utilizaron las especies micorrizas *Scutellospora* sp, *Scutellospora heterogama*, *Entrophospora colombiana* y *Scutellospora gilmorei*, siendo las dos últimas de mejor control.

Oniki et al. (2003) controlaron satisfactoriamente la incidencia de *Fusarium solani* en plántulas de pimienta al usar 100 g de clavo dulce (*Syzygium aromaticum* = *Eugenia caryophyllata*) secos y molidos por cada 30 a 100 litros de suelo. Reportaron además, que el resultado fue positivo contra *Fusarium oxysporum* y *Phytophthora capsici* en pimienta.

Por otro lado, Marty Rodríguez y Andújar (1995) reportan que en Brasil, como medida de control de la fusariosis, algunos agricultores queman en el mismo lugar las plantas infectadas.

3.12.2.3. *Rhizoctonia solani* Kuhn

Rhizoctonia es un hongo que afecta las hojas, las raíces y el tronco de las plantas con edad de 1 a 2 años en el campo y plántulas en viveros. Causa pudrición en hojas que están próximas a la superficie del suelo; secamiento de tallo, amarillamiento, pudrición de raíces y muerte de plantas. De este hongo se han identificado 4 linajes (A, B, C y D) los cuales producen síntomas específicos. El linaje B produce lesiones en las hojas en forma de anillos concéntricos (Matsuda *et al.* 1997) (Figura 59).



Figura 59. Síntomas de *Rhizoctonia solani* (Linaje B) en plantas de pimienta

Rhizoctonia se encuentra en el suelo en forma de micelios y pseudoesclerocios, los cuales en presencia de abundantes lluvias y baja temperatura, son favorecidos para crecer y formar estructuras que infectan la planta. La enfermedad se maneja con prácticas culturales como son el uso de plántulas sanas mediante la selección de esquejes de la parte alta de la planta, realizar poda basal de las plantas a 0.5 m de la superficie del suelo, colocar los materiales orgánicos a una distancia de 0.5 m del tronco de la planta y no intercalar o asociar la pimienta con habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) o maní (*Arachis hypogaea* L.).

Como tratamiento químico se pueden hacer tres aplicaciones de un fungicida a base de tolclofosmetil con intervalos de 7 a 10 días entre cada aplicación (Matsuda *et al.* 1997). La enfermedad se previene con aplicación foliar de caldo bordelés (Bordeaux mixture) al 1% (Anandaraj *et al.* 2001). En Brasil, Duarte y Albuquerque (2005 a) recomiendan pulverizar las plantas con fungicidas cúpricos y formulaciones mixtas con mancozeb (3 a 5 g/l), o pencycuron.

3.12.2.4. *Corticium salmonicolor*

Es un hongo que causa la enfermedad denominada “mal de hilachas”. Produce micelios color crema que con el tiempo se tornan marrón oscuro. Estos micelios se pueden observar a simple vista creciendo adheridos a las ramas y hojas. En las hojas, el hongo produce manchas redondas o irregulares color marrón claro y marrón oscuro. Las hojas se secan progresivamente y cuando se desprenden quedan colgando debido a los micelios del hongo (Figura 60).



Figura 60. Síntomas de *Corticium salmonicolor*

El mal de hilachas se presenta generalmente en la época lluviosa y afecta principalmente plantas de 3 años en adelante. Para el control se hacen 3 aplicaciones de un fungicida a base de tolclofos metil al 0.1 ó 0.2%, una cada 7 días (Andújar *et al.* 1997, Matsuda *et al.* 1997). Fungicidas a base de cobre y clorotalonil también dan buenos resultados. Al realizar la aplicación, se recomienda mojar bien la planta pero que no gotee. Duarte y Albuquerque (2005 a) recomiendan podar y quemar las ramas afectadas, aplicar fungicidas cúpricos (3 a 5 g/l), a base de tridemorph (1 g/l) o tebuconazol (1 ml/l).

3.12.2.5. *Colletotrichum sp.* “antracnosis del fruto”

Es un hongo que afecta principalmente las espigas durante la fase de formación causando pudrición. Las espigas nuevas se tornan negras, se arrugan y caen. En las espigas que no son tan nuevas los granos pueden llegar a la madurez pero presentan pequeñas manchas negras. El daño generalmente comienza desde el ápice de la espiga y se extiende hacia la base (Fig 61).

Esta enfermedad además afecta las hojas, donde causa manchas necróticas redondas o irregulares. Produce una masa de esporas color rojizo sobre los tejidos afectados. Le favorece la alta humedad. La enfermedad se controla realizando podas normales de manejo del tutor y la pimienta para mejorar la aireación, luminosidad, y fitosanidad. La aplicación de fungicidas triazólicos, benomil, captafol, carbenzimidazol, maneb + sal zinc, procloraz, bitertanol, tebuconazole, triadimenol, ha dado buenos resultados. Se deben realizar de 6 a 7 aplicaciones, la primera cuando aparezcan las primeras espigas y luego cada 2, 3 y 4 semanas (Fernández 2000).



Figura 61. Síntomas de *Collectotrichum* en espigas

La enfermedad también se controla de manera efectiva asperjando caldo bordelés 1% (Anandaraj *et al.* 2001), alternado con carbendazin 0.1% (Sasikuma *et al.* 2008). Existen variedades tolerantes como la Uchirancotta, Semongok-1, Semongok perak y Jambi, pero son susceptibles a otras plagas y son de bajo rendimiento (Fernández 2000).

La enfermedad también se controla de manera efectiva asperjando caldo bordelés 1% (Anandaraj *et al.* 2001), alternado con carbendazin 0.1% (Sasikuma *et al.* 2008). Existen variedades tolerantes como la Uchirancotta, Semongok-1, Semongok perak y Jambi, pero son susceptibles a otras plagas y son de bajo rendimiento (Fernández 2000).

Para prevenir el daño en las plántulas en viveros se debe utilizar sustrato desinfectado químicamente, o con solarización, vapor seco o húmedo, mantener la luminosidad del vivero en 50 a 60%, asperjar las plántulas con una mezcla de fungicidas cúpricos y mancozeb (3 a 5 g/L), y alternarlos con carbendazin o metil-tiofanato (1 g/L). En el campo se puede aplicar los mismos productos usados en vivero (Duarte y Albuquerque 2005 a).

3.12.2.6. *Pythium splendens*

La enfermedad denominada “pudrición de raíces” es causada principalmente por *Pythium splendens*, aunque también intervienen *Pythium deriense*, *P. intermedium* y *P. sp.* La enfermedad produce amarillamiento del follaje, caída de hojas, pudrición de raíces, crecimiento deficiente y muerte de plantas jóvenes. El síntoma es similar al causado por *Fusarium solani*. La planta afectada tarda de 2 a 3 meses para morir. Para el control de esta enfermedad se pueden utilizar las prácticas para el control de *Phytophthora capsici* (Matsuda *et al.* 1997).

3.12.2.7. *Peridinetus signatus* Rosench o “Gorgojo de la pimienta”

Es un coleóptero que en estado adulto tiene el cuerpo de color negro con manchas amarillas. Mide de 5.1 a 6.1 mm de largo y 2.7 a 3.4 mm de ancho. El pico tiene 1.5 a 2.3 mm de largo. La larva es blanca de 6.0 a 8.3 mm de largo y 2.2 a 3.0 mm de ancho (Figura 62).



En el año 1991 se reportaron los primeros daños en pimienta en parcelas ubicadas en Yamasá. El gorgojo se alimenta de las hojas nuevas y tallos de la pimienta. Los adultos hacen pequeñas perforaciones en las hojas, ponen huevos en las ramas y las larvas taladran el tallo, se alimentan de su interior y terminan allí su ciclo hasta convertirse en adultos (Figura 63).

Figura 62. Adulto y larva de *Peridinetus signatus*



Figura 63. Daños de *Peridinetus signatus* en la planta de pimienta

Las ramas y tallos taladrados son susceptibles al ataque de *Fusarium solani* f. sp. piperis y se secan (Matsuda *et al.* 1997). Se ha observado que también afecta las espigas. Cuando

afecta las ramas, las hojas se secan y el síntoma es parecido al causado por el “mal de hilachas”. El insecto también causa daños en otras plantas de la familia Piperaceae como son el guayuyo (*Piper aduncum* L.) y *Pothomorphe* sp. Para el control de la plaga se ha recomendado cortar y quemar las ramas atacadas, eliminar plantas hospederas de la plaga (piperáceas) que estén en las cercanías de la parcela de pimienta o aplicar insecticidas piretroides o fosforados orgánicos (Matsuda *et al.* 1997).

En varias zonas productoras de pimienta en República Dominicana, se han incrementado de manera importante los daños por esta plaga, por lo que es necesario realizar estudios implementando nuevos métodos de control como son: uso de parasitoides, atrayentes y trampas, extractos vegetales (sustratos orgánicos), entre otros.

En Asia, las plantaciones de pimienta son afectadas por el taladrador *Cydia hemidoxa*. Para controlarlo, Sasikumar *et al.* (2008) recomiendan aplicaciones de quinalphos (0.05%). Esta molécula podría ser investigada en el control del gorgojo de la pimienta en nuestro país. Wiratno (2008) en investigaciones con extractos vegetales en el control de plagas de la pimienta en Bangka (Indonesia) encontró que los extractos de piretro (*Chrysanthemum cinerariaefolium* L), acoro (*Acorus calamus* L) y clavo dulce (*Syzygium aromaticum* L) fueron los más potentes por su alta toxicidad y repelencia contra 6 plagas importantes incluyendo *Dasynus piperis* (China), *Diconocoris hewetti* (China), *Aphis craccivora* (Koch.), *A. gossypii* (Glover.), *Ferrisia virgata* (Cockerell.). Esto nos indica que el uso de extractos vegetales puede ser una alternativa para el control del gorgojo de la pimienta, Por lo que se recomienda el desarrollo de investigaciones específicas.

3.12.2.8. *Meloidogyne incognita* (Nemátodo)

Produce nódulos en la raíz de la pimienta a través de los cuales pueden penetrar *Phytophthora*, *Fusarium*, *Pythium*, y *Rhizoctonia* y causar pudrición de las raíces. Las plantas jóvenes afectas por *Meloidogyne* presentan crecimiento deficiente y un amarillamiento de hojas que inicia por las inferiores. Las plantas adultas muestran hojas amarillas y cloróticas cuyos síntomas inician en el ápice el cual en ocasiones se seca y se torna de color pardo (Andújar *et al.* 1997, Matsuda *et al.* 1997).

Para el control de los nematodos se recomienda aplicar compost; evitar el cultivo en áreas donde anteriormente se sembraron plantas hospederas o susceptibles a los nematodos como son las solanáceas, leguminosas y cucurbitáceas, ya que el terreno permanece infectado. También, se recomienda aplicar nematicida químico sintético a base de oxamyl (Andújar *et al.* 1997, Matsuda *et al.* 1997).

Anandaraj *et al.* (2001) consideran que el ataque de nematodos está asociado con daños por hongos de suelo, y por tanto es necesario combinar la aplicación de nematicida con

fungicida. Sugieren sacar de la parcela las plantas que están muy afectadas y eliminarlas, tratar el hoyo con 15 g de Phorate 10G ó 50 g de carbofuran 3G al momento del trasplante. Cuando inicia la temporada de lluvias, hacer el tratamiento junto con los fungicidas contra *Phytophthora*, pero aumentando la dosis de Phorate 10G a 30 g por planta o la de carbofuran 3G a 100 g por planta.

Wiratno (2008) reporta que en la isla Bangka, *Meloidogyne incognita* es considerado el mayor problema de la pimienta, y en pruebas de laboratorio e invernadero fue efectivamente controlado con clavo dulce (*Syzygium aromaticum* L.) triturado y hojas secas de Piper betle L. utilizados como coberturas en el tronco de la planta; también, con sustratos de hojas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) y rizomas de acoro o cálamo acuático (*Acorus calamus*).

Sasikumar *et al.* (2008) recomiendan sembrar la variedad 'Pournami' en las áreas severamente infectadas por *Meloidogyne incognita* ya que es resistente. También sugieren el control biológico con la aplicación de los hongos *Pochonia chlamydosporia* o *Trichoderma harzianum* en dosis de 50 g/planta dos veces al año. Estos hongos deben estar en una concentración de 10^8 unidades formadoras de colonia/g de sustrato.

3.13. Buenas prácticas agrícolas

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) son el conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas aplicables a la producción y manejo post-cosecha (procesamiento y transporte) de los alimentos, orientados a cuidar la salud humana y animal, proteger al medio ambiente y mejorar las condiciones de los trabajadores y su familia (Izquierdo *et al.* 2007).

Para procurar la seguridad de los trabajadores, las BPA indican que todos deben ser capacitados en el manejo del cultivo en especial en el uso seguro de agroquímicos y el cuidado de la higiene, para evitar la contaminación de personas, animales, aguas y suelos. Se debe disponer de un botiquín de primeros auxilios.

La inocuidad de los alimentos y la protección del medio ambiente se logran haciendo un manejo adecuado de las actividades de producción y post-cosecha. Algunas prácticas adecuadas son:

- 1- Seleccionar terrenos no contaminados con aguas o residuos industriales peligrosos.
- 2- Preparar el terreno evitando la erosión y hacer correctamente las zanjas de drenaje.
- 3- Utilizar plantas sanas y sembrar en el momento adecuado (buena humedad y limpieza del terreno).

- 4- Usar la distancia de siembra apropiada.
- 5- Fertilizar de manera balanceada de acuerdo a los análisis de suelo y foliar, poniendo énfasis en la fertilización orgánica.
- 6- Emplear el manejo integrado de plagas y enfermedades oportunamente, con los insumos específicos en la cantidad y frecuencia recomendados.
- 7- Cosechar en el momento adecuado y con las medidas de higiene necesarias.
- 8- Procesar y transportar la cosecha en condiciones apropiadas.
- 9- Evitar los desperdicios de fundas, cajas, plásticos, botellas, etc. en la parcela.
- 10- Consultar al técnico agropecuario.

3.14. Cosecha

3.14.1. Características de los frutos para la cosecha

Los granos de pimienta se cosechan según el tipo de pimienta que se desea producir. Para pimienta negra las espigas se cosechan cuando tenga de 1 a 2 granos rojos Alcéquez *et al.* (1994). Para pimienta blanca se cosecha cuando las espigas tengan un 75% de granos rojos. Andújar *et al.* (1997 a) señalan que dependiendo de su estado de madurez, los frutos cambian su color de verde oscuro a verde amarillento y luego al rojo, que es cuando están en su madurez completa (Figura 64).



Figura 64. Estado de maduración de los granos de pimienta

3.14.2. Inspección en campo

Es importante realizar recorridos periódicos en la parcela para observar el desarrollo de las espigas y determinar el momento oportuno para iniciar o continuar la cosecha. Hay que recordar, comenzar la inspección en campos que presenten menos daños de enfermedades. Gotoh (1993) observó que desde el nacimiento de la espiga hasta la floración se tarda entre 40 y 50 días, desde la floración hasta la formación de granos visibles 15 a 30 días. De 60 a 65 días después los granos alcanzan un diámetro de 3 a 4 mm.

3.14.3. Cosecha

Las espigas de la pimienta se cosechan manualmente una a una. Pueden ser recolectadas en sacos, canastas, cubetas, lonas. Es necesario utilizar escaleras para alcanzar las espigas más altas. Durante la cosecha hay que evitar daños a las plantas. Las espigas se cosechan con cuidado, evitando desprender las ramas fructíferas.

El período entre la floración y la cosecha está entre 6 y 9 meses (Maistre 1969) o entre 6 y 8 meses (Sasikumar *et al.* 2008). En Brasil, la completa maduración de las espigas ocurre 6 meses después de la floración (Duarte y Alburquerque 2005). Para estimar la cosecha es importante observar la época de floración, la cual es variable por zona y está influenciada por las lluvias, y probablemente por la edad de la planta y la fertilización (Gotoh 1994). Un período seco seguido por uno lluvioso induce a la floración y la rápida maduración de los frutos (Andújar *et al.* 1997 a). La época de cosecha en diferentes países se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Época principal de cosecha de pimienta en diferentes países

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	India							Indonesia			
	Vietnam				Malasia				Brasil		

Fuente: Homma *et al.* 2005.

En nuestro país existe un período para la cosecha principal por cada zona (Tabla 11); sin embargo durante todo el año se presentan cosechas menores. Cuando las espigas están sobremaduras caen al suelo.

Tabla 11. Época principal de cosecha de pimienta en cuatro localidades de República Dominicana

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Yamasá						Yamasá					
Nagua-Sánchez						Nagua-Samaná		S.F.M			
S.F.M				S.F.M				Cotuí (Tojín)			

Fuente: Andújar *et al.* 1997 a

En Indonesia la cosecha se realiza de 4 a 5 veces al año cada 1 a 2 semanas, debido a que los granos crecen y maduran gradualmente (Wahid 2000). De ser posible, es conveniente iniciar la cosecha en las áreas menos infectadas por plagas y enfermedades.

Según Maistre (1969), en Sarawak la producción varía según la edad de la planta, y va de 1 a 9 kg de pimienta fresca al año por planta. Reporta que la cosecha es casi nula a partir de los 16 años (Tabla 12).

Tabla 12. Rendimiento de la pimienta en Sarawak según edad de la planta

Edad de la planta (años)	Rendimiento pimienta fresca (kg)
1-2	Nulo
3	1-2
4-7	3.5 – 9.0
8-15	2.0 – 2.5
16 en adelante	Casi nulo

Fuente: Maistre (1969).

En la República Dominicana, Andújar *et al.* (1996 c), evaluaron la producción de pimienta fresca de cuatro variedades durante los tres primeros años de producción. En La Majagua de Sánchez, encontraron una producción promedio por planta de 4.5 kg para el segundo y tercer año (Tabla 13).

Tabla 13. Producción anual de pimienta en tres años de producción

Variedad	Producción según años después de la siembra (kg peso fresco/planta)		
	Año 1	Año 2	Año 3
Singapur	0.54	3.6	3.89
Balankotta (A)	1.06	4.43	2
Balankotta (B)	0.69	3.66	2.8
Guayarina	0.49	8.46	9.69
Inatam	0.37	2.54	4.31

Fuente: Andújar *et al.* (1996 c)

Nota: Valores convertidos de peso seco a peso fresco. Rendimiento 35%

Según técnicos del PRODEAM en la zona de Yamasá, en algunas plantas de pimienta con altura de 4 a 4.5 m se cosecharon 24 kg de pimienta verde por planta. El rendimiento fue de 7.7 kg de pimienta seca por planta (Hipólito Guzmán y Pedro González, comunicación personal). También, normalmente han registrado solo en la cosecha principal, rendimientos de 1.0, 3.6, 6.0 y 9 kg de pimienta seca por planta en el primero, tercero, sexto y noveno año respectivamente (Domingo de la Cruz, comunicación personal). Pocos días después de la cosecha algunos productores de Yamasá fertilizan para facilitar la recuperación de las plantas (Carlos Beltrán, comunicación personal).

La longevidad de las plantas está relacionada con la producción y el método de cultivo. Las plantaciones en La India viven de 20 a 25 años ya que están cultivadas de modo extensivo con tutores vivos y con bajos rendimientos, mientras que en Sarawak, permanecen de 10 a 15 años cultivadas de modo intensivo y con altos rendimientos (Maistre 1969). En nuestro país, bajo un sistema intermedio entre el cultivo extensivo e intensivo se han observado plantas con 15 años de sembradas, que aun están en producción.

El rendimiento de un cosechador de pimienta depende principalmente de su habilidad y la producción de la planta. Alburquerque y Condurú (1971) dicen que una persona experta durante una jornada de trabajo puede cosechar 100 kilos de pimienta verde en espigas. Polanco Rodríguez *et al.* (1993) señalan que en igual período una mujer puede cosechar 45 kg pimienta verde con raquis. Andújar y Tejada (2004) (Sin publicar) encontraron que el rendimiento promedio de pimienta verde con raquis por cosechador fue de 44.6 y 61.48 kg en una jornada de trabajo de 8 horas. Andújar *et al.* (1995) encontraron que la selección de una variedad con espigas más pesadas puede mejorar la eficiencia operacional de la cosecha.

4. POST-COSECHA

4.2. Descripción general de la post-cosecha

La post-cosecha es el período en que se realizan todas las actividades y procesos por los que se somete la pimienta después de ser cosechada, con la finalidad de obtener los productos y subproductos deseados, (pimienta verde, negra, blanca, o roja) para ser ofrecidos a los consumidores. Se procura obtener productos de buena calidad (color, aroma, sabor, libre de impurezas y contaminantes) y reducir las pérdidas.

Estas actividades incluyen el transporte de la finca al área de beneficiado, recepción, pesado, tratamientos pre-secado (para pimienta negra: escaldado o “sancochado” y “deshidratado”; para pimienta blanca: postura en agua, despulpado, lavado), secado, desgrane, limpieza, clasificación, empaque, almacenamiento y transporte.

4.3. Transporte de la pimienta de la finca al beneficiado

Debido a que la pimienta es un producto alimenticio, es necesario tomar precauciones para mantener la inocuidad del producto. Por lo tanto se deben utilizar recipientes limpios y sin residuos tóxicos. Además, el medio de transporte debe reunir las mismas condiciones para que el producto no se deteriore ni se contamine. Los agricultores realizan el transporte de la pimienta al área de beneficiado caminando o con la ayuda de animales o vehículo de motor. La pimienta cosechada se coloca en sacos, cubetas o cualquier otro envase adecuado.

4.4. Desgrane

El desgrane es la operación que consiste en separar los granos de pimienta del pedúnculo o raquis. Puede realizarse antes o después del secado, pero se ha observado mejor calidad de la pimienta cuando se desgrana antes del secado (Andújar *et al.* 1997; Paredes y María 2003). Puede ser manual y mecánico. El desgrane “manual” se hace de las siguientes maneras:

- a) Con las manos haciendo contacto directo, o a través de un saco, funda, etc. En este último caso las espigas se colocan dentro del saco o funda y se golpea con palo o se presiona con las manos.
- b) Con los pies (usando zapatos o botas desinfectados), pisando las espigas dentro de un recipiente (canasto, cubeta, caja, saco) (Figura 65).
- c) Con un tamiz o cedazo que permita el paso de los granos y retenga el raquis. Se hace presión a las espigas con las manos sobre el tamiz para que los granos caigan sobre una lona



Figura 65. Desgrane de pimienta

En el desgrane mecánico se utilizan desgranadores con capacidad para 0.5 a 1.5 toneladas por hora, lo cual resulta rápido e higiénico (Sasikumar et al. 2008). Durante el desgrane es necesario mantener la higiene de las manos, el calzado, los envases y equipos utilizados.

4.5. Opciones del beneficiado

4.5.1. Pimienta verde

La pimienta verde se obtiene de espigas frescas cosechadas entre 1 y 2 meses antes de la madurez (Maistre 1969), y con granos que tengan $2/3$ de su desarrollo (Duarte y Albuquerque 2005 b).

4.5.2. Pimienta negra

Es la pimienta que se obtiene al cosechar las espigas cuando los granos están bien desarrollados, duros, y tienen color amarillo. Maistre (1969) señala que para la preparación de pimienta negra las espigas se cosechan cuando comienzan a amarillear o a enrojecer. De manera similar Alcéquez *et al.* (1994) señalan que el mejor momento de la cosecha para obtener pimienta negra es cuando la espiga está amarillenta o posee de 1 a 2 granos rojos. El color de la pimienta obtenida puede variar entre pardo oscuro y negro homogéneo y con el pericarpio arrugado.

4.5.3. Pimienta blanca

Es la pimienta que se obtiene cuando las espigas están totalmente maduras (granos rojos). Consiste en retirar el pericarpio y el mesocarpio del fruto. Esta pimienta debe resultar de color blanco a blanco cremoso.

4.5.4 Pimienta roja

La pimienta roja es un producto escaso y especial. Es más picante y aromática que la pimienta verde y para producirla los granos deben ser cosechados bien maduros (rojos) en el momento adecuado. En el proceso de beneficiado es importante que los granos no pierdan el pericarpio pues perdería el color y se convertiría en pimienta blanca. El secado debe ser rápido para evitar la fermentación y conservar el color rojo (Katzner 2006).

4.6. Procedimientos para producir los diferentes tipos de pimienta

4.6.1. Para producir pimienta verde

La pimienta desgranada es lavada en agua y se conserva en vinagre durante un año en botella tapada (Maistre 1969). Según Duarte y Albuquerque (2005) para producir la pimienta verde se pueden seguir uno de los procesos siguientes:

- a) Los granos se colocan durante 24 horas en una salmuera preparada con 12% de sal 0.5% de ácido cítrico. Luego se drena y se renueva la salmuera
- b) Los granos se ponen en salmuera con 4% de sal y 5% de ácido cítrico se pasteuriza a 80° C. durante 30 minutos.
- c) Los granos se colocan en salmuera preparada con 12% de sal, 3% de ácido acético, y 0.025% de ácido ascórbico durante 72 horas. Luego se drena y se renueva la salmuera.

4.6.2. Para producir pimienta negra

Existen varios métodos para obtener pimienta negra con y sin tratamientos pre-secado:

4.6.2.1. Con tratamiento pre-secado

- Método de escaldado o “sancochado”: La pimienta una vez desgranada se sumerge en agua hirviendo durante 3 a 5 minutos para lavarla y desinfectarla (Andújar *et al.* 1997). También puede sumergirse sin desgranar. Maistre (1969) dice que este tratamiento se hace durante 10 minutos, activa el secado y ennegrece más los granos. Luego se coloca al sol.

En caso de hacer el escaldado de las espigas, antes de desgranarlas se colocan al sol durante 4 a 5 horas (preferiblemente de 11 am a 4 pm) en un secado breve hasta que tienen aproximadamente 40% de humedad, para evitar despegar el pericarpio.

- Método de “deshidratado”: La pimienta se coloca desgranada dentro de un plástico transparente y se deja al sol durante 4 a 5 horas (Figura 66). Después se saca del plástico y se deja al sol durante 4 a 5 días (Andújar *et al.* 1997). También se puede colocar en el plástico sin desgranar. Según Domingo de la Cruz (Comunicación personal), algunos productores han adoptado hacer un primer “deshidratado” de 4 a 5 horas en el primer día y luego voltear el plástico para dar de 4 a 5 horas más al día siguiente. Después se saca del plástico y se deja al sol durante 4 a 5 días. En caso de hacer el deshidratado de las espigas, antes de desgranarlas se da el mismo tratamiento indicado en el “sancochado”.

Después del escaldado o el “deshidratado” de las espigas, estas se pueden dejar al sol hasta el secado completo para luego realizar el desgrane, pero el tiempo de secado puede ser mayor y la calidad de la pimienta inferior.

4.6.2.2. Sin tratamiento pre-secado

- Los granos de la pimienta desgranada se colocan al sol.
- Las espigas son colocadas al sol (pimienta sin desgranar).



Figura 66. Preparación de granos de pimienta para el deshidratado

Los métodos que utilizan los agricultores para preparar la pimienta negra, se resumen a continuación:

1. Cosecha – Desgrane – Secado
2. Cosecha– Secado– Desgrane
3. Cosecha – Desgrane – Escaldado – Secado
4. Cosecha – Desgrane –Deshidratado” – Secado
5. Cosecha – Escaldado –Secado breve – Desgrane – Secado
6. Cosecha – “Deshidratado” – Secado breve – Desgrane – Secado

De todos estos métodos que utilizan los agricultores para obtener pimienta negra, se recomienda el 3 y 4 (Figura 67), ya que tiene más facilidad y la calidad de la pimienta es mejor.

Lora *et al.* (1992) encontraron que con el deshidratado los granos secan más rápido. Después de ponerlos a secar 4 días al sol tuvieron 14.2% de humedad, en comparación con el sancochado que tuvieron 22.3%. Al estudiar el tiempo de deshidratado en plástico transparente hallaron que con 3 horas por día, durante 4 días en el secadero, los granos alcanzaron una humedad de 13.6%. Además, encontraron que también se puede deshidratar con plástico negro (funda negra), que puede ser más barato, pero el secado es más lento y los granos son de menor calidad. Con estos métodos la pérdida de peso fue entre 63 y 65%, es decir, que se obtiene un rendimiento entre 35 y 37% de pimienta negra. Maistre (1969) señala que con 100 kg de pimienta fresca en espiga se obtienen 35 kg de pimienta negra. El porcentaje de humedad queda en 11 y 12 %.

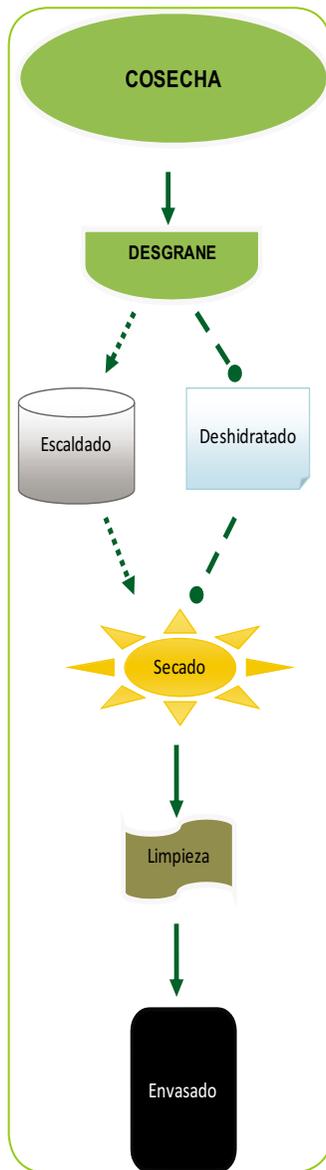


Figura 67. Diagrama de manejo post-cosecha para producir pimienta negra de buena calidad

Paredes y María (2003) realizaron estudios similares al estudiar y comparar el deshidratado en plástico transparente, el deshidratado en agua caliente (“sancochado”) y el método sin deshidratar. Encontraron que los granos tenían un color más oscuro con el deshidratado en agua caliente y fueron más claros sin deshidratar. Sin embargo, en este último se obtuvo el mayor sabor y más picante cuando se usó secadero tipo autobús (secadero en madera, para cacao), seguido por el deshidratado en plástico transparente y deshidratado en agua caliente. En el método sin deshidratar se obtuvo el mayor rendimiento en peso. El olor y rugosidad de los granos no fue afectado por el deshidratado.

4.6.3. Para producir pimienta blanca

La pimienta blanca se puede obtener por varios métodos. Maistre (1969) indica que en Bangka, las espigas desde que se cosechan se colocan en sacos bien apretados y se sumergen durante 7 a 10 días en charcas o en estanques que tienen corriente de agua lenta. Luego se sacan, se vacían y se lavan las espigas varias veces en agua corriente para eliminar el raquis, la pulpa y otros residuos. Después se coloca al sol hasta tener de 11 a 15% de humedad. Para obtener pimienta blanca de buena calidad las espigas no se deben cosechar con exceso de madurez, ya que los granos salen algo oscuros.

En La India, también se prepara pimienta blanca de granos cosechados para pimienta negra. La pimienta se macera durante 2 a 3 días en agua y luego se fricciona con dos esteras de fibra de coco para eliminar la parte externa del pericarpio. En Camboya también se utiliza este procedimiento, pero antes del macerado las espigas se desgranán. Los granos se colocan en sacos que se llenan hasta las tres cuartas partes y se sumergen en agua dulce o salobre durante 10 a 15 días. Luego se sacan, se lavan y se limpian en agua corriente. Después se colocan al sol (Maistre 1969). La pimienta blanca secada tiene una pérdida de peso aproximado de 75%, por lo que el rendimiento es de alrededor del 25% (Sasikumar *et al.* 2008).

4.7. Secado de la pimienta

La pimienta se puede secar de manera natural colocándola al sol y de modo artificial mediante hornos. El método más usado es poniéndola durante 4 a 7 días al sol en las 4 a 5 horas más calientes del día (de 11 am a 3 pm). Es posible que en tres días soleados se pueda lograr un secado perfecto. Durante el secado para obtener pimienta negra el pericarpio se arruga y se torna de color negro (Maistre 1969).

Las espigas o los granos son colocados sobre lonas, pisos de cemento, estructuras de madera, entre otras (Figura 68). El área de secado debe estar limpia, libre de contaminaciones y se debe evitar la entrada de animales. Deben hacerse remociones periódicas más o menos cada hora con un rastrillo de madera para acelerar y uniformizar el secado de los granos.

Paredes y María (2003) evaluaron diversos secaderos para pimienta negra con los siguientes materiales: lona azul, lona negra, madera pintada de negro, secadero tipo autobús (secadero de cacao en madera) y mesa con malla de metal; y encontraron que el tipo autobús fue el mejor, tomando en cuenta el porcentaje de humedad, peso seco, granos vanos, impurezas,

tamaño y materia extraña de los granos. Sasikumar *et al.* (2008) señalan que el contenido óptimo de humedad de los granos secos debe estar entre 8 a 10 % para evitar la presencia de mohos.

Para determinar la humedad con precisión, se



Figura 68. Secado de pimienta al sol sobre lona en secadero de cemento

recomienda utilizar un higrómetro. En caso de no disponer de uno, se hace la “prueba del diente”, que consiste en morder un grano de pimienta y si el grano se rompe ofreciendo cierta resistencia, es indicativo de un porcentaje de humedad aproximadamente igual al adecuado. Esta prueba requiere de experiencia y no es precisa.

4.8. Limpieza de la pimienta

La limpieza se realiza después del secado, con el objetivo de eliminar la mayor cantidad de granos vanos, raquis, hojas, ramitas, etc. Se hace mediante el venteado (corriente de aire) con viento natural o con el uso de venteadores mecánicos (Figura 69).



Figura 69. Venteador mecánico para pimienta

4.9. Clasificación y normas de calidad

La pimienta se clasifica según las características que presenta, para ello se toma en cuenta:

- Olor característico
- Sabor (específico, picante)
- Color uniforme
- Tamaño del grano
- Humedad adecuada
- Pureza (no agentes externos como arena, piedrecillas, restos de fibra, insectos, patógenos, residuos de plaguicidas, etc)
- Adecuado contenido de ceniza y aceite
- Relación peso / volumen de los granos (450 a 500 gramos por litro)

La clasificación y las normas de calidad de la pimienta presentan variaciones que dependen principalmente del país clasificador. Cada país las establece según el tipo de pimienta. Las especificaciones de calidad para la pimienta de Brasil exigen humedad máxima de los granos secos entre 14 a 16%, las de La India entre 11 y 12%, las de Indonesia entre 12 y 13.5% y en República Dominicana de 13 a 14.5%. Otras especificaciones se presentan con detalles en los anexos del 4 al 13.

La IPC (International Pepper Community, Comunidad Internacional de Pimienta) establece como una de las normas de calidad, la relación peso/volumen de los granos, expresado en gramos por litro (Anexo 14). Por ejemplo, una relación entre 450 y 550 gramos por litro indica la presencia de granos grandes y pesados, correspondiente a una pimienta de buena calidad. En el mercado internacional, el precio de la denominada “pimienta negra 550 g” (por tener 550 g/litro), es de US\$3, 650.00 por tonelada (Brazilian Peppertrade Board, 2009).

4.10. Composición química de los granos de pimienta

El grano de pimienta está compuesto principalmente por carbohidratos, en menor proporción proteína, grasas y fibras (Tabla 14).

Tabla 14. Composición de los granos de pimienta

Composición de 100 gramos, como porción comestible y comercializable					
Energía	Humedad	Proteína	Grasa	Carbohidrato total (Incluida la fibra)	Fibra
325	12	12.2	8.2	63.6	4

Fuente: FAO (Food and Agriculture Organization) (s. f.).

4.11. Envasado y almacenamiento

El envasado de la pimienta tiene como objetivos:

- Reducir al mínimo las pérdidas por humedad, insectos, animales, derrames, etc.
- Facilitar su manipulación, almacenaje, distribución, conteo, etc.
- Permitir su identificación y promoción

Como envases se pueden utilizar sacos (fibra plástica, vegetal, o mixta) fundas, cajas, latas, frascos de plástico o de vidrio. En la República Dominicana, los productores de la cooperativa “Mamá Tingó” envasan la pimienta en sacos de 30 kg (Figura 70).

El almacenamiento de la pimienta tiene como objetivos conservar el producto en condiciones óptimas y esperar mejor precio para la venta. Debe estar localizado en un lugar no expuesto a inundaciones y próximo a carreteras para facilitar el transporte. El almacén deber ser un lugar seco (humedad ambiental lo más baja posible), y ventilado, tener piso de cemento y buena estructura (techo, paredes, etc).

Lora *et al.* (1995) reportan que al estudiar durante 1 año el almacenamiento de la pimienta en sacos de cáñamo y de vinilo, encontraron que dependiendo de la humedad ambiental existente en el almacén, la pimienta almacenada aumentó o disminuyó en peso. Evaluaron con una humedad ambiental entre 66 y 75%. Este fenómeno es calificado como “humedad equilibrada”. Observaron cambios en peso de 4.6 a 5.5 %. En el saco de cáñamo los granos tenían ligeramente mejor calidad, color y brillo. Sin embargo absorben humedad, lo cual no es conveniente. El vinilo se puede usar durante 6 a 12 meses.

Para fines comerciales el envase debe presentar el nombre comercial, nombre de la entidad productora, contenido, peso, fecha de envasado, fecha de vencimiento, número de despacho, entre otros.



Figura 70. Pimienta envasada en sacos de 30 kg

Los sacos de pimienta se deben colocar sobre tarimas de madera, organizados por lotes de 5 a 6 metros de altura si se usan sacos de fibra vegetal, y 3 m máximo con sacos plásticos. Los lotes deben estar separados e identificados según fecha de ingreso. Al almacén no se debe introducir combustibles, baterías, gomas, pinturas, detergentes, etc. Se debe evitar la entrada de roedores. Hay que hacer inspecciones periódicas para detectar el nivel de humedad o cualquier situación anormal que se pueda presentar.

4.12. Trazabilidad

Según el Centro de Exportación e Inversión de la República Dominicana (CEI-RD) (s.f.), la trazabilidad es una iniciativa de la Unión Europea (UE) que procura certificar la denominación de origen de los alimentos que se comercializan en esa nación a partir del año 2005. Pretende también identificar las materias primas, los procesos y aditivos utilizados en su elaboración, con el objetivo de garantizar al consumidor todas las informaciones referentes a todos los pasos y procesos involucrados en la producción del alimento desde el lugar de origen hasta su procesamiento.

La trazabilidad incluye una serie de procedimientos para dar seguimiento a un producto y conocer su procedencia, forma de producción y procesamiento. Significa que para comercializar nuestra pimienta en la UE, hay que conocer el sistema de producción que ellos exigen para el cultivo y cumplir con esos requerimientos, los cuales deberán estar registrados en el envase del producto.

4.12.1. Inocuidad

Debido a que muchas personas se enferman o mueren al consumir alimentos insalubres, en el año 2000 los Estados miembros de la Organización Mundial de la Salud (OMS) adoptaron una resolución para reconocer el importante papel que representa la inocuidad de los alimentos en la salud pública (OMS s.f.)

Los problemas y enfermedades alimentarios son causados por microorganismos tales como: *Salmonella*, *E. coli*, *Campylobacter* y *Listeria*. También por residuos de productos químicos agrícolas (plaguicidas, fármacos de uso veterinario, etc.) y por el uso de aditivos alimentarios no autorizados (OMS 2007). Por tanto, para garantizar la calidad del producto y la salud de los consumidores, es necesario mantener las medidas higiénicas en la cosecha y post-cosecha.

4.13. Buenas prácticas de manufactura (BPM).

Las buenas prácticas de manufactura (BPM) se enmarcan dentro de las buenas prácticas agrícolas (BPA), que procuran combinar tecnologías y técnicas para obtener productos de buena calidad, inocuos, con altos rendimientos económicos, y que permitan la conservación de los recursos naturales y el medio ambiente (Villalobos Espinoza 2003). Las BPM son la última etapa que tiene que ver con todo el proceso productivo del cultivo.

Las BPM tienen que ver con el área de recepción, área de empaque, las maquinarias y equipos, manejo de productos y eliminación de desechos. Para la manufactura se debe elegir un lugar con buen sistema drenaje, protegido y aislado del exterior, que impida la entrada de polvo, insectos, aves y cualquier otro tipo de contaminante.

El área de empaque debe tener buena ventilación e iluminación para favorecer la observación del producto y la detección de los defectos. Las paredes y pisos deben ser lisos para facilitar la limpieza (Villalobos Espinoza, 2003). Se construirán con materiales impermeables, no absorbentes, lavables, antideslizantes. Se dará una pendiente para el escurrimiento de líquidos. Las paredes deben ser de color claro (Alderete y D'Abate 2001). Hay que mantener la higiene de los materiales, maquinarias y equipos durante todo el proceso de manufactura.

Alderete y D'Abate (2001) recomiendan aplicar las medidas siguientes:

- El personal debe usar vestimenta de trabajo adecuada, no debe permitirse ropa de fuera ni utensilios en el área de manufactura.
- Los empleados deben lavar sus manos ante cada cambio de actividad, sobre todo al salir y volver a entrar al área de manipulación.
- Se controlará la entrada de visitantes a las zonas de manipulación y elaboración, para evitar contaminación. Se deberá exigir el uso de ropas protectoras.
- Se debe prohibir comer, fumar, masticar, o escupir en el área de manufactura.
- Mantener los envases en lugar limpio y seco, separados de cualquier contaminante.
- Envasar sólo si el producto tiene la humedad y temperatura adecuadas.
- No recoger material del piso ni llenar los envases más de lo adecuado.
- Rotular cada envase en forma clara y precisa según normativa.
- El material para envasado y empaque debe estar libre de contaminantes
- En la zona de envasado sólo deben permanecer los envases o recipientes necesarios.
- Se debe inspeccionar frecuentemente el proceso de manufactura para mantener la higiene y calidad de las actividades.
- Deben mantenerse documentos y registros de los procesos de elaboración, producción y distribución, los cuales se conservan durante un período superior a la duración mínima del alimento.

5. ECONOMÍA

5.2. Costos de producción

Aunque la mayoría de los productores de pimienta tiene en promedio de 150 a 210 plantas cultivadas con mano de obra familiar y contratada, es importante determinar el monto de los recursos económicos para establecer y desarrollar el cultivo como actividad empresarial agrícola a mayor escala. Este monto está representado por el costo total de producción, que incluye las actividades de producción, administración, ventas y costos financieros.

El costo de producción cambia según la etapa del cultivo, área sembrada, ubicación y topografía de la finca, entre otros; en nuestro caso analizaremos el costo para una tarea (628.8 m²) y una hectárea (Ver anexos del 14 al 17) durante un período de 6 años, que es cultivada con el objetivo de producir pimienta negra para venta al granel sin procesamiento. Se considerará que el terreno es propiedad del productor que trabaja con recursos propios (sin financiamiento) y utiliza mano de obra contratada.

El productor debe invertir en algunas herramientas y equipos necesarios para realizar las labores (Ver anexo 18), los cuales se depreciarán con el método de línea recta (Ver anexo 19). El costo de las herramientas se cargó al primer año de operaciones debido a su poco monto, mientras que los equipos y útiles se descontaron durante un período de 4 años.

El costo de producción por hectárea para el año 1 es de RD\$ 196,494.15, para los años 2 y 3 RD\$ 131, 596.11 y RD\$ 149,117.89 respectivamente, mientras que del año 4 al 6 el costo se mantiene en RD\$ 174,196.21 anuales. El mayor componente del costo de producción lo constituye la mano de obra, que alcanza valores de 48.1, 65.5, 70.9, y 73.5 % para los años 1, 2, 3 y 4 respectivamente. Le sigue los insumos con valores entre 21.9 y 35.2% (Tabla 15).

Tabla 15. Consolidado del costo de producción por partida para una hectárea de pimienta por año y porcentaje de participación en el costo total (feb. 2009).

(Valores en RD\$)

COMPONENTE	AÑO Y PORCENTAJE DEL COSTO TOTAL							
	1	%	2	%	3	%	4 al 6	%
COSTOS DIRECTOS	180,987.95	92.1	123,916.11	94.2	141,017.89	94.6	166,216.21	95.4
Preparación de tierra	15,308.75	7.8	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0
Insumos	69,225.25	35.2	36,408.61	27.7	35,282.89	23.7	38,221.21	21.9
Mano de obra	94,453.95	48.1	86,257.50	65.5	105,735.00	70.9	127,995.00	73.5
Herramientas	2,000.00	1.0	1,250.00	0.9	0.00	0.0	0.00	0.0
COSTOS INDIRECTOS	15,506.20	7.9	7,680.00	5.8	8,100.00	5.4	7,980.00	4.6
Costo terreno	4,770.00	2.4	4,770.00	3.6	4,770.00	3.2	4,770.00	2.7
Otros gastos	8,286.20	4.2	460.00	0.3	880.00	0.6	760.00	0.4
Depreciación	2,450.00	1.2	2,450.00	1.9	2,450.00	1.6	2,450.00	1.4
COSTO TOTAL	<u>196,494.15</u>		<u>131,596.11</u>		<u>149,117.89</u>		<u>174,196.21</u>	

5.3. Costos de valor agregado (procesamiento)

El costo de valor agregado depende de la tecnología aplicada, los materiales utilizados, los costos fijos, la mano de obra, entre otros. Hasta el momento no se tiene mucha información sobre el costo de procesamiento de la pimienta.

Un estudio piloto realizado en diciembre 2006 por Miho Yanagawa (Voluntaria de la JICA, comunicación personal), indica que el costo del envase plástico con capacidad para 85 gramos para pimienta negra en granos y molida es de RD\$ 8.5 con impuestos incluidos. El precio de los 85 gramos de pimienta a envasar es de RD\$ 6.8 (considerando que el precio de venta por kg es de RD\$ 81.55). Entonces, el costo de la pimienta negra envasada es de RD\$15.30 (Tabla 15).

Tabla 16. Costo de envase plástico con capacidad de 85 g de pimienta negra

Costo de envase plástico con capacidad para 85 g de pimienta negra				Total RD\$
Insumos:	Unidad	Cantidad	Precio unitario RD\$	
Frasco plástico	Unid	1	4.6	4.6
Tapa	Unid	1	0.9	0.9
Rociador	Unid	1	0.5	0.5
Sello se seguridad	Unid	1	1.1	1.1
Plástico de seguridad	Unid	1	0.3	0.3
Impresión de etiqueta	Unid	1	0.1	1.1
Total costo de envase				8.5
Pimienta a envasar por frasco	Gramo	85	0.08	6.8
Costo de pimienta envasada				15.3

Fuente: Miho Yanagawa 2006

La presentación del producto (Figura 70) con pimienta negra en grano se vende a un precio de RD\$ 46.00, y con pimienta molida en RD\$ 50.00. Esto deja un margen de beneficio superior al 200% que al incluirle los costos de procesamiento se estima es rentable.

5.4. Cadena de comercialización (de la finca a la mesa)

La pimienta producida en el país se destina principalmente al consumo interno. Los productores generalmente comercializan la pimienta a través de cooperativas agropecuarias, las cuales venden el producto principalmente a los embutidores y fabricantes de sazones. Algunos productores la venden directamente en colmados, almacenes, pequeñas envasadoras y procesadoras.

En República Dominicana, Alifonso y Gotoh (1997) identificaron los canales de comercialización que se muestran en la figura 72.



Figura 71. Envase plástico con capacidad para 85 g de pimienta

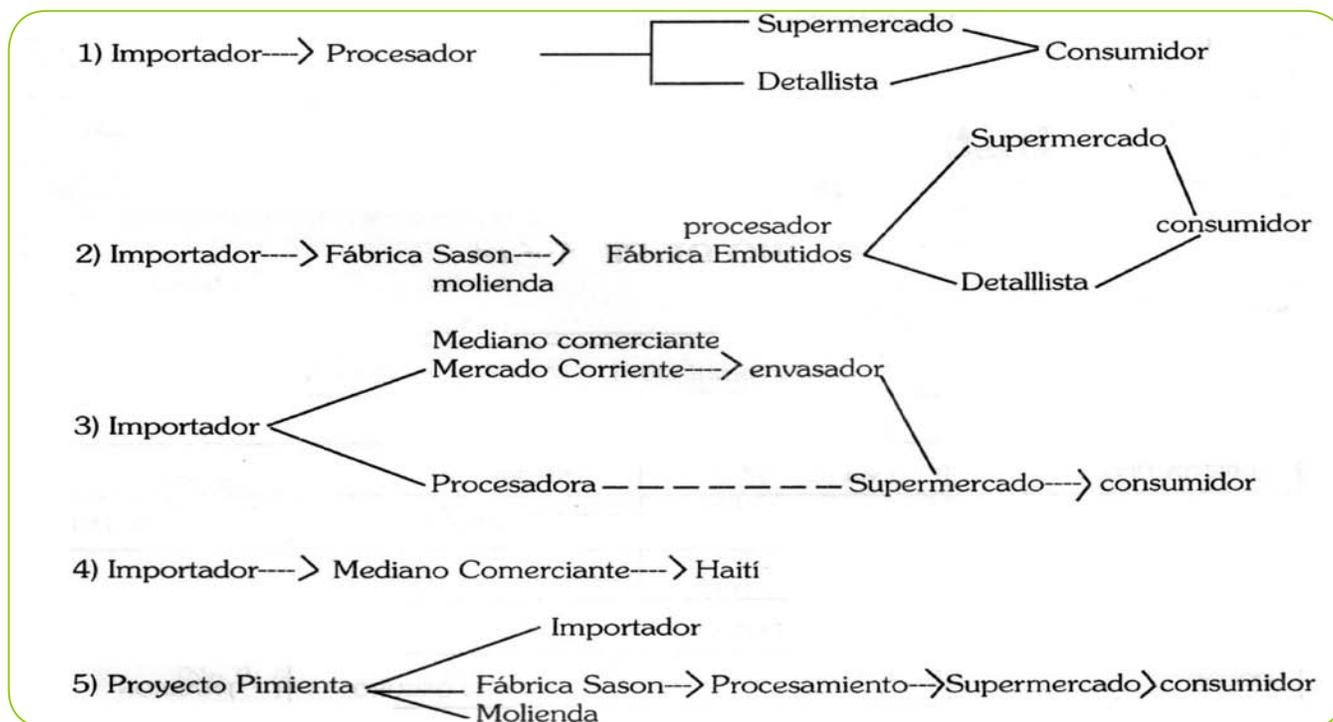


Figura 72. Canales de comercialización de la pimienta en la República Dominicana

En la comercialización de la pimienta participan diversos actores que distribuyen el producto hasta llegar al consumidor final. Los importadores, acopiadores, almacenistas y vendedores ambulantes suplen la mayoría de supermercados, almacenes, colmados y restaurantes (IDIAF 2004).

5.5. Mercadeo de la pimienta

El volumen de la producción nacional de pimienta es muy limitado. En los últimos 13 años en el país se han producido en promedio 30.48 toneladas métricas por año (Anexo 3). Esta producción se ha mantenido muy por debajo de la demanda nacional existiendo un mercado insatisfecho que tiene que recurrir a las importaciones permanentes de la especia, con la consecuente erogación de divisas. Situación similar se observó en el período 1994-2003 (Figura 73).

Los principales tipos de pimienta que se importan son negra y blanca en grano (IDIAF 2004). Los permisos de importación emitidos por la SEA (Secretaría de Estado de Agricultura) en año 2008, fueron por 382.62 toneladas y los principales importadores fueron Marino Calderón y Baltimore Dominicana (Baldom) (Tabla 17). Esta importación provino principalmente de Brasil, Estados Unidos y Vietnam (Tabla 18).

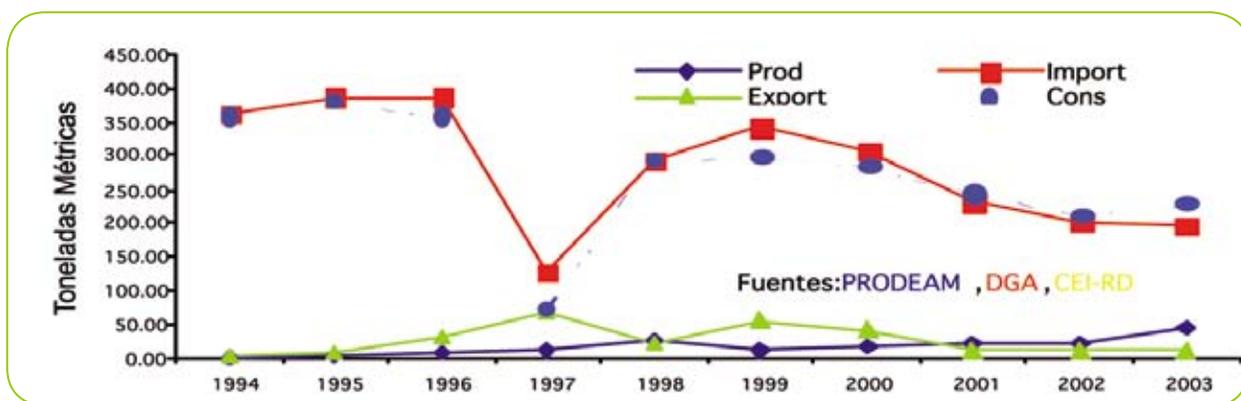


Figura 73. Producción, exportación, importación y consumo de la pimienta en la República Dominicana (1994-2003).

Fuente: IDIAF 2004.

Tabla 17. Permisos de importación de pimienta en la República Dominicana según empresa importadora (2008)

Casa Importadora	Importaciones (tm)
Baltimore Dominicana (Baldom)	99.11
Marino Calderon	137.23
Casa Castillo Hermano, C. x A.	57.32
Induveca	16.25
Casa Genao	24.13
Otros	48.58
Totales	382.62

Fuente: PRODEAM (Proyecto de Desarrollo Agrícola en Áreas de Montaña).

Tabla 18. Procedencia de la pimienta importada en la República Dominicana (2008)

País	Valor (%)
Brasil	57.7
Estados Unidos	15.4
Vietnam	11.5
Canadá	3.8
Mexico	3.8
Indonesia	3.8
Singapur	3.8

Fuente: PRODEAM (Proyecto de Desarrollo Agrícola en Áreas de Montaña).

La pimienta producida en las diferentes zonas del país se vende como pimienta negra en grano, sin ningún procesamiento y poco valor agregado. Un diagnóstico realizado en supermercados, almacenes, colmados, restaurantes y consumidores finales en el país en el año 2004, arrojó que la pimienta que más se comercializa es la negra en grano con

un 69.4%, seguido por la negra molida con 28% y la blanca molida con 2%. Además, se comercializa pimienta verde en salmuera, verde seca, roja en salmuera y blanca en grano (IDIAF 2004).

Estos establecimientos comercializan volúmenes pequeños de pimienta. La mayoría de los encargados de compra indicó que comercializan 25 libras o menos cada dos meses o una frecuencia menor. Sólo la pimienta negra en grano supera cantidades mayores a 25 libras comercializadas por supermercados y almacenes. Todavía no existe una marca que tenga pleno dominio del mercado local de pimienta (IDIAF 2004).

5.6. Rentabilidad del cultivo de la pimienta

Durante el horizonte de 6 años del estudio económico, se tomó en cuenta el costo de producción y los ingresos por ventas anuales para determinar la utilidad o flujo neto de efectivo (FNE) de cada período. Este flujo se utiliza para determinar la tasa interna de retorno (TIR) de la inversión.

Se consideraron producciones en kg de pimienta seca por planta de 0.5, 2.0 y 2.5 para el segundo, tercer y cuarto año respectivamente. El precio de venta del kg de pimienta se estableció en RD\$ 123.12 que es el promedio del año 2008 (Tabla 16). El Ingeniero Hipólito Guzmán, técnico del PRODEAM informa que en ese año se llegó a vender a un precio mayor de RD\$150.00 (comunicación personal). Los ingresos por ventas se obtienen a partir del segundo año, con la venta de 500 kg que generan ingresos de RD\$ 61,865.00. A partir del cuarto año se considera una producción estable de 2500 kg/ha, que genera ingresos de RD\$ 307,800.00 y FNE de 138,503.79 (Tabla 20).

Tabla 19. Estado de resultado proyectado para una hectárea cultivada de pimienta (feb. 2009) (Valores en RD\$)

COMPONENTE	AÑO			
	1	2	3	4 al 6
PRODUCCIÓN (kg):	0.00	500	2000	2500
INGRESOS: Precio venta RD\$ 123.12/ kg	0.00	61,560.00	246,240.00	307,800.00
COSTOS DIRECTOS DE PRODUCCIÓN:				
Preparación de tierra	15,308.75	0.00	0.00	0.00
Insumos	69,225.25	36,408.61	35,282.89	38,221.21
Mano de obra	94,453.95	86,257.50	105,735.00	127,995.00
Herramientas	2,000.00	1,250.00	0.00	0.00
COSTOS INDIRECTOS DE PRODUCCIÓN:				
Arrendamiento terreno	4,770.00	4,770.00	4,770.00	4,770.00

Otros gastos	8,286.20	460.00	880.00	760.00
COSTOS DE PRODUCCIÓN (sin la depreciación)	194,044.15	129,146.11	146,667.89	171,746.21
UTILIDAD BRUTA	-194,044.15	-67,586.11	99,572.11	136,053.79
Depreciación	2,450.00	2,450.00	2,450.00	2,450.00
UTILIDAD NETA O FLUJO NETO DE EFECTIVO (FNE):	-191,594.15	-65,136.11	102,022.11	138,503.79

El análisis de sensibilidad indica que el cultivo de pimienta resulta rentable cuando el kg de pimienta seca se vende a un precio de RD\$ 123.12 en adelante y el costo por jornal (8 horas) de la mano de obra es igual o menor de RD\$ 350.00. Esto permite obtener una TIR de 24% en adelante (Tabla 19), con la cual se puede compensar la pérdida del valor adquisitivo del dinero por efecto de la inflación u obtener beneficios por encima de la tasa de interés pasiva que pagan los bancos. La inflación acumulada en el año 2007 fue de 6.14 y en 2008 de 10.6, mientras la tasa pasiva ha oscilado entre 6 y 15 % (Banco central, 2009).

Tabla 20. Tasa Interna de Retorno (TIR) según variaciones en el precio de venta y el costo de mano de obra

	Precio de venta kg de pimienta (RD\$)				Costo de mano de obra (Jornal) (RD\$)			
	82.67	110.57	123.12	135.43	250.00	300.00	350.00	400.00
TIR (%)	-19	13	24	33	44	34	24	15

Nota: Tasa de cambio dólar norteamericano en RD\$ 35.65

La rentabilidad del cultivo podría incrementarse disminuyendo la frecuencia de uso de la mano de obra con el establecimiento de coberturas, aplicación de herbicidas químicos y/o chapeo motorizado. También aumentando la cantidad de plantas por superficie, considerando la siembra con un marco de plantación de 2.5 x 3 metros.

REFERENCIAS

- Agrios, GN. 1978. Plant Pathology. 2da ed. Ed. AC (Academic Press, New York, US). p.22-26.
- Albuquerque, F.C.; Duarte, M.L.R.; Nunes, A.M.L.; Benchimol-Stein, R.L.; Oliveira, R.P. 1997. Comportamento de germoplasma de pimenta-do-reino em áreas de ocorrência de fusariose no estado de Pará. En: Seminario Internacional Sobre Pimienta y Cupuaçu. Anales. Eds. EMBRAPA-JICA. Belem, PA. BR. p. 269-276.
- Albuquerque, FC de; Condurú, JMP. 1971. Cultura da pimenta-do-reino na região amazônica. Instituto de pesquisa agropecuaria do norte (IPEAN), (Fitotecnia, v. 2, n. 3). Belém, Para, Brasil. p. 84-92, 121-146.
- Alcáquez, H; Michel, MA; Gotoh, T. 1994. Determinación de la mejor época de cosecha y calidad del grano de la pimienta (*Piper nigrum* L.). In Reporte de actividades. Proyecto de desarrollo del cultivo de pimienta en la República Dominicana (Segunda fase). Volumen I (1 de julio 1992-30 de junio 1993). Eds. SEA-IAD-JICA. Anexo No. 6. p. 228-232.
- Alderete, JM; D'Abate, J. 2001. Productos aromáticos. Guía de buenas prácticas de manufactura. Ed. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. 33 p.
- Alfonso, V; Gotoh, T. 1997. Post-cosecha y comercialización. En: Seminario del cultivo de pimienta. Proyecto de Desarrollo Del Cultivo de Pimienta en la República Dominicana, Fase II. 18 de junio, 1997. Eds. SEA-JICA-IAD. Santo Domingo, DO. p 161
- Anandaraj, M; Devasahayam, S; Zachariah JT; Eapen Santhosh, J; Sasikumar, B; Thankamani, CK. 2001. Black pepper. (Extension Pamphlet). Eds. Rema, J; Madan. M.S. Agricultural Technology Information Centre. Indian Institute of Spices Research. Calicut, Kerala. 17 p.
- Anandaraj, M; Sarma, YR. 1995. Diseases of black pepper (*Piper nigrum*) and their management. J. Spices Aromat. Crops. 4. p. 17-23.
- Andújar, F.; Polanco, A.; Tejada, C.A.; Reyes Hernández, E.; Alcequiez Martínez, H; González, J.L.; Moya, J.D.; Lora Álvarez, M.; Guerrero, R.E.; Alfonso, V. 1997. Manual técnico del cultivo de pimienta 1997. Proyecto de Desarrollo del Cultivo de Pimienta en la República Dominicana. 1ra ed. Eds. SEA-IAD-JICA. Santo Domingo, DO. 86 p.
- Andújar, F; Polanco, A; Reyes, PR; Tejada, C; Hamada, M. 1996 a. Efecto del cultivo de gramíneas en el crecimiento y la producción de la pimienta (*Piper nigrum* L.). In: Informe Técnico 01 de julio 1995 – 30 de junio 1996. Dirección CENDETECA y Proyecto pimienta. Eds, SEA-IAD-JICA. p. 34-36.
- Andújar, F; Polanco, A; Reyes, PR; Tejada, C; Hamada, M. 1996 b. Crecimiento y producción de las plantas de pimienta con tutor de Nim (*Azadirachta indica*) o piñón cubano (*Gliricidia sepium*) cultivadas en la finca modelo de La Majagua. In: Informe Técnico 01 de julio 1995 – 30 de junio 1996. Dirección CENDETECA y Proyecto pimienta. Eds, SEA-IAD-JICA. p. 6-11.

- Andújar, F; Tejada, C; Moya, J. 2006. Producción de plantas sanas de pimienta (*Piper nigrum* L.) a partir de esquejes de plantas madres cultivadas en macetas. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Santo Domingo, República Dominicana, DO. Primera edición. 24 p.
- Andújar, F; Tejada, C; Paredes, J.L.; Minaya, R.I.; Ishizuka, Y. 1997 Desarrollo de la tecnología del cultivo de pimienta (*Piper nigrum* L.) en la República Dominicana. En: Seminario del cultivo de pimienta. Proyecto de Desarrollo Agrícola en Área de Montaña. Proyecto de Desarrollo del Cultivo de Pimienta Fase II. SEA-JICA-IAD. Santo Domingo. DO. pp. 9-38.
- Andújar, F; Tejada, C; Reyes, PR; Hamada, M. 1995. Análisis de los factores influyentes en la producción de la pimienta (*Piper nigrum* L.). In: Reporte de actividades (1 de Julio 1993 – 30 Junio 1994). Vol II. Proyecto de Desarrollo del Cultivo de Pimienta en la República Dominicana (Segunda Fase). Eds. SEA- IAD-JICA. Anexo No 6. p. 15-21.
- Andújar, FA; Paredes, JL; Moya Franco, JD; González, JL; Reyes, E; María, NA. 1999. Evaluación preliminar de las características y comportamiento de dos especies de jobo (*Spondias* spp.) usado como tutor en el cultivo de la pimienta (*Piper nigrum* L.). 4 p. Sin publicar.
- Andújar, FA; Polanco, A; González, J; Tejada, CA; Alcéquez, H; Reyes, PR; Hamada, M. 1996 c. Estudio sobre las características de cuatro variedades de pimienta (*Piper nigrum* L.) en diferentes lugares. In: Informe Técnico 01 de julio 1995 – 30 de junio 1996. Dirección CENDETECA y Proyecto pimienta. Eds, SEA-IAD-JICA. p. 44-52.
- Andújar, FA; Tejada, CT. 2004. Rendimiento de la mano de obra en la cosecha de pimienta (*Piper nigrum* L.). Sin publicar.
- Anith, KN; Radhakrishnan, NV; Manomohanda, TP. 2003. Screening of antagonistic bacteria for biological control of nursery wilt of black pepper (*Piper nigrum*). Microboil. Res. 158. p. 1-7.
- Baca Urbina, G. 2001. Evaluación de proyectos. 4ta edición. Ed. McGraw-Hill. México. 383 p.
- Banco Central de la República Dominicana. 2009. Tasa de interés nominales pasivas de los bancos múltiples 2007-2009. Índices de precios al consumidor nacional, serie mensual 1982-2009. (En línea). Consultado en fecha 20 feb. 2009. Disponible en: <http://www.bancentral.gov.do/>
- Benítez Cáceres, LP; López Mosquera, MI. 2002. Proyecto de pre-factibilidad técnica y económica del cultivo de pimienta negra en la península de Santa Elena. Tesis para optar por el título de Economista con mención en gestión empresarial. Escuela superior politécnica del Litoral (ESPOL). Guayaquil, Ecuador. p. 80.
- Bogantes Arias, A; Delgado Solórzano, G. 1998. Comparación de tres coberturas vivas y dos métodos convencionales de combate de malezas y su efecto sobre algunos aspectos del cultivo de pimienta (*Piper nigrum* L.) .Ministerio de Agricultura y Ganadería. Investigación Agrícola. Organización for Tropical Studies. CR. v.7, no. 1-2. p. 67-72.

- Borget, M. 1989. Spice Plants. Le Plantes Tropicales A Epices. Le Technicien d' Agriculture Tropicale. The Tropical Agriculturalist. Ed. Macmillan, London. 120 p.
- Brathwaite, CWD. 1985. An Introducción to The Diagnosis of Plant Disease. Ed. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, CR). p.1, 3.
- Brazilian Peppertrade Board. 2006. Pepper Quality Standarts. (En Línea). Consultado en fecha 03 feb. y 27 abr. 2009. Disponible en: <http://www.peppertrade.com.br/indexingles.php>
- Camacho Baena, AR; Rodríguez, TE. 2005. Solos. Sistema de producción de pimenteira-do-reino. Embrapa Amazonia Oriental. (En Línea). Consultado en fecha 03 feb. 2009. Disponible en: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/PimenteiradoReino/paginas/solos.htm>
- Carvalho, R. de A; Hoeflich, VA; Vieira, G; Reis, RP. 1989. Análise económica da aplicação de herbicidas na cultura da pimenta-do-reino no município de Altamira, Pará. Belem: EMBRAPA-UEPAE de Belem. Documentos, 15. 15 p.
- CEI-RD-Centro de exportación e inversión de la República Dominicana. (s.f.). Food trace "La trazabilidad". (En línea). Consultado en fecha 10 feb. 2009. Disponible en: http://www.cedopex.gov.do/pdf/Food_Trace.pdf
- Chu, EY 2005. Micorrizas. Sistema de producción de pimenteira-do-reino. Embrapa Amazonia Oriental. (En Línea). Consultado en fecha 03 feb. 2009. Disponible en: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/PimenteiradoReino/paginas/micorrizas.htm>.
- Chu, EY; Duarte, MLR; Yukihiya, I. 2004. Micorrização de estacas de pimenta-do-reino em casca de arroz carbonizada. Comunicado Técnico 108. EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuarias). 3 p.
- Circular Técnica 05. EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Belém, PA. BR. 14 p.
- Conceição, HEO da; Ishizuka, Y. 2005. Tratos culturais. Sistema de producción de pimenteira-do-reino. Embrapa Amazonia Oriental. (En Línea). Consultado en fecha 03 feb. 2009 Disponible en: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/PimenteiradoReino/paginas/tratos.htm>
- Cueva, JA. 2000. Requerimientos climatológicos y edáficos del cultivo de pimienta. In Curso sobre Producción de Pimienta Negra. Ciudad de La Lima, Cortés, Honduras. Ed. FHIA. 8 p.
- DARE/ICAR (Department of Agricultural Research and Education / Indian Council of Agricultural Research). 2007. Improvement and Management of Horticultural

Crops. In: Reporte anual 2006–2007. (En línea). Consultado 31 ene. 2009. Disponible en: <http://www.icar.org.in/anrep/200607/02-Horticulture.pdf>

De Waard, PW. 1969. Foliar diagnosis, nutrition and yield stability of black pepper (*Piper nigrum* L.) in Sarawak. p. 65, 89, 106.

Duarte, M. de LR; Albuquerque, FC de. 1980. Eficiência de diferentes fungicidas no tratamento de estacas de pimenta-do-reino (*Piper nigrum*, L.) infectadas por *Nectria haematococca* f. sp. *piperis*. Fitopatologia Brasileira, v. 6, p. 169-175.

Duarte, M. de LR; Albuquerque, FC de. 2005 b. Colheita y pós-colheita. Sistema de producción de pimenteira-do-reino. Embrapa Amazonia Oriental. (En Línea). Consultado en fecha 03 feb. 2009. Disponible en: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/PimenteiradoReino/paginas/colheita.htm>

Duarte, M. de LR; Albuquerque, FC de. 2005 a. Doenças e métodos de controle. Sistema de producción de pimenteira-do-reino. Embrapa Amazonia Oriental. (En Línea). Consultado en fecha 03 feb. 2009. Disponible en: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/PimenteiradoReino/paginas/doencas.htm>

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). 2005. Sistema de Produção da Pimenteira-do-reino. EMBRAPA Amazonia Oriental. Sistemas de Produção, 01 (En Línea). Consultado en fecha 03 feb. 2009. Disponible en: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/PimenteiradoReino/paginas/importancia.htm>.

FAO-Food agriculture Organization. (s. f.). Food composition table for use in east Asia 1972. Part I, Group 4. Miscellaneous, item 1619. (En línea). Consultado en fecha 13 feb. 2009. Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/003/X6878E/X6878E17.htm>

Fernández, HR. 2000. Enfermedades de la pimienta negra en Honduras. In Curso sobre Producción de Pimienta Negra. Ciudad de La Lima, Cortés, Honduras. Ed. FHIA. p. 54-55.

Ferreira, CAP; Duarte, M. de LR; Konagano, M; Hidaka, GS. 2005. Coeficientes técnicos, custos, rendimento e rentabilidade. Sistema de producción de pimenteira-do-reino. Embrapa Amazonia Oriental. (En Línea). Consultado en fecha 03 feb. 2009. Disponible en: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/PimenteiradoReino/paginas/coeficientes.htm>

Filho, CP; Duarte, M. de LR; Lemos, W de P. 2005. Pragas e métodos de controle. Sistema de producción de pimenteira-do-reino. Embrapa Amazonia Oriental. (En Línea). Consultado en fecha 03 feb. 2009. Disponible en: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/PimenteiradoReino/paginas/pragas.htm>

- Fontana Hernández, G. 1991. Respuesta a la fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio en plantas de pimienta (*Piper nigrum* L.) de seis años de edad, en la Virgen de Sarapiquí. Tesis Licenciatura en Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Agrarias, Heredia. CR. 96 p.
- Geilfus, F. 1994. El árbol al servicio del agricultor: manual de agroforestería para el desarrollo rural. Vol.2 Guía de especies. Eds. Enda-caribe, DO., CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR.). p. 581-585, 677-679.
- Gentry, HS.1955. Introducing black pepper into America. *Economic Botany* 9:256-268.
- González, JL; Moya Franco, JD; Matsuda, A. 1995. Aparición de enfermedades por los hongos del genero *Phytophthora* y volumen de precipitación. In Reporte de actividades (1 de Julio 1993 – 30 Junio 1994). Vol II. Proyecto de Desarrollo del Cultivo de Pimienta en la República Dominicana (Segunda Fase). Eds. SEA-IAD-JICA. Anexo No 8. p. 23.
- González, JL; Moya Franco, JD; Matsuda, A. 1996 b. Estudio de la aparición de enfermedades y plagas de la pimienta en las fincas modelo de Sierra Prieta, Tojín, y La Majagua, y en los agricultores de prueba. In Informe Técnico (1 de Julio 1995 - 30 de Junio 1996). Dirección CENDETECA y Proyecto Pimienta. Eds. SEA-IAD-JICA. Santo Domingo, República Dominicana. p. 150-163.
- González, LC. 1989. Introducción a la fitopatología. Ed. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, CR). p. 2, 4, 5, 70.
- Gotoh, T. 1993. Floración y cosecha de las plantas de pimienta. In Reporte de actividades. Proyecto de desarrollo del cultivo de pimienta en la República Dominicana (Segunda fase). Volumen I (1 de julio 1992-30 de junio 1993). Eds. SEA-IAD-JICA. Anexo No. 6. p. 208-215.
- Holliday, P; Mowat, WP. 1963. Foot Rot of *Piper nigrum* L. (*Phytophthora palmivora*). *Phytopathological Papers* 5. Commonwealth Mycological Institute., Kew, Surrey, Inglaterra. p. 5, 16, 41-49, 53-56.
- Homma, AKO; Ferreira, CAP; Duarte, M. de LR. 2005. Mercado e comercialização. Sistema de produção de pimenteira-do-reino. Embrapa Amazonia Oriental. (En Línea). Consultado en fecha 03 feb. 2009. Disponible en: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/PimenteiradoReino/paginas/mercado.htm>
- Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF) 2004. Estrategia para diversificación del mercado y diferenciación competitiva de la pimienta de la Cooperativa Mamá Tingó 2004-2009. 13 p.
- Integrated Taxonomic Information System (ITIS). (s.f.). En línea. Consultado 14 feb. 2009. Disponible en: <http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt>.
- International Pepper Community (IPC). 2004. The pepper industry-an Outlook. Report of the 7th Meeting of the Committee on Marketing, 26th Sept. 2004. Anexos 04. 8 .

- Ishizuka, Y; Kato, AK; Conceição, HEO da; Duarte, M. de LR. 2005. Sistema de cultivo sombreado. Sistema de producción de pimienta de la región. Embrapa Amazonia Oriental. (En Línea). Consultado en fecha 03 feb. 2009. Disponible en: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/PimenteiradoReino/paginas/cultivo.htm>
- Izquierdo, J; Rodríguez Fazzone, M; Durán, M. 2007. Manual “Buenas Prácticas Agrícolas para la Agricultura Familiar”. FAO América Latina y el Caribe. 58 p.
- Jaramillo, M.A.; Manos, P.S. 2001. Phylogeny and patterns of floral diversity in the genus *Piper* (*Piperaceae*). American Journal of Botany 88(4): 706–716.
- Katzer, G. 2006. Pepper (*Piper nigrum* L.). (En Línea). Consultado en fecha 25 Abr. 2009. Disponible en: http://www.uni-graz.at/~katzer/engl/Pipe_nig.html
- Kueh, TK. 1979. Pests, Diseases and Disorders of Black Pepper in Sarawak. 1ra ed. Sarawak. p. 31-33.
- Lockhart, BEL; Kiratiya Angul, K; Jones, P; Eng, L; Desilva, P; Olszewski, NE; Lockhart, N; Deema, N; Sangalang, J. 1997. Identification of piper yellow mottle virus, a mealybug - transmitted badnavirus infecting *Piper* spp. in Southeast Asia. European Journal of Plant Pathology. 103 (4): 303-311. (En Línea). Consultado en fecha 24 ene. 2009. Disponible en: <http://www.ingentaconnect.com/content/klu/ejpp/1997/00000103/00000004/00127842;jsessionid=m2nistf9l0rf.alexandra?format=print>
- Lora, M; González, JR; Polanco, A; Gotoh, T. 1995. Uso de sacos de vinilo y de cabuya y su efecto en la calidad de la pimienta (*Piper nigrum* L.) almacenada. In Reporte de actividades (1 de julio 1993-30 de junio 1994). Proyecto de desarrollo del cultivo de pimienta en la República Dominicana (segunda fase). Volumen II. Eds. SEA-IAD-JICA. Anexo No. 7. p. 1-7.
- Lora, M; Mercedes, YA; Michel, MA; Gotoh, T. 1992. Técnicas de post-cosecha de granos de pimienta (*Piper nigrum* L.). In: Reporte de actividades (1 de julio 1991-30 de junio 1992). Proyecto de desarrollo del cultivo de pimienta en la República Dominicana. Volumen V. Eds. SEA-IAD-JICA. Anexo No. 7. p. 291-314
- Maistre, J. 1969. Las plantas de especias. Título original: Les Plantes A Epices. Traducido por Asunción Carmona. Techniques Agricoles et Productions Tropicales. Colección Agricultura Tropical. Ed. Blume, Barcelona. ES. p. 123-200.
- Martin, FW; Gregory, LE. 1962. Mode of pollination and factors affecting fruit set in *Piper nigrum* L. in Puerto Rico. Crop Science 2. p. 295-299.
- Marty Rodríguez, F; Andújar, FA. 1995. Informe del entrenamiento sobre el cultivo de la pimienta (*Piper nigrum* L.) en Brasil. In: Reporte de actividades. Proyecto de desarrollo del cultivo de pimienta en la República Dominicana (segunda fase). Volumen III (1 de julio 1994-30 de junio 1995). Eds. SEA-IAD-JICA. Anexo No. 3. p. 1-18.

- Mascarenhas, REB. 2005. Plantas daninhas. Sistema de cultivo sombreado. Sistema de producción de pimienteira-do-reino. Embrapa Amazonia Oriental. (En Línea). Consultado en fecha 03 feb. 2009. Disponible en: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/PimenteiradoReino/paginas/plantas.htm>
- Mathew, J; Cherian, MT; Abraham, K. 1978. *Piper nigrum* L., a new host of *Xanthomonas betlicola* Patel *et al.* Curr Sci. Bangalore, Current Science Association Dec 20, 1978. v. 47(24) p. 956-957. ill.
- Matsuda, A; González Escolástico, JL; Moya Franco, JD. 1997. Principales enfermedades, plagas y daños fisiológicos de la pimienta en la República Dominicana. Proyecto de Desarrollo del cultivo de la pimienta Fase II. Eds. SEA-IAD-JICA. 54 p.
- Matsuda, A; Hamada, M; González, JL. 1994. Outbreak and Control of Foot Rot on Black Peppers in Dominican Republic. Agrochemicals Japan, July, No 64. Japan Plant Protection Association. p. 23-26.
- Morrobel, A; Iseki, A. 1990. Investigación de los posibles lugares para el cultivo de la pimienta (*Piper nigrum* L.). **In:** Resumen de investigaciones. Proyecto de Desarrollo del cultivo de la pimienta. Volumen I. 07-07-87 – 30-06-90. Eds. SEA-IAD-JICA. p. 18-35.
- Moya Franco, J.D.; Andújar Amarante, F.A. 2004. Efecto de *Trichoderma sp.* En el control de *Phytophthora capsici* Leonian, en plántulas de pimienta (*Piper nigrum* L.) en invernadero, Mata Larga, Provincia Duarte. Instituto Superior de Agricultura. Tesis de grado. 83 p.
- Moya Franco, JD; Andújar Amarante, FA. 2004. Evaluación de la poda de renovación en la recuperación de plantas adultas de pimienta (*Piper nigrum* L.). Hoja divulgativa. IDIAF. Sin publicar. 2 p
- Moya Franco, JD; Andújar Amarante, FA; Tejada, C. 2003. Diagnóstico de plagas y enfermedades de la pimienta (*Piper nigrum* L.) en tres zonas de la República Dominicana. Sin publicar.
- Moya Franco, JD; González, JL; Matsuda, A. 1994. Tiempo desde la aplicación de materiales orgánicos hasta el trasplante de las plántulas de pimienta (*Piper nigrum* L.) y su crecimiento en campo. **In:** Reporte de actividades (1 de Julio 1993 – 30 Junio 1994). vol 2. Proyecto de Desarrollo del Cultivo de Pimienta en la República Dominicana (Segunda Fase). Eds. SEA-IAD-JICA. Anexo No 8. p. 45-48.
- Nakasono, K. 1993. Investigación del nematodo patógeno de la pimienta. In Informe Técnico. Diciembre 1993. Proyecto de Desarrollo del Cultivo de Pimienta en la República Dominicana (Segunda Fase). Eds. SEA-IAD-JICA. Santo Domingo. p. 38.
- Nambiar, KKN; Sarma, YR. 1982. Some aspects of epidemiology of foot root rot of black pepper. p. 225-232. In Workshop on *Phytophthora* diseases of cultivated plants. Kerala, India]. Citado en Erwin. DC. y Ribeiro, OK. 1996. *Phytophthora: Diseases Worldwide*. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA. p. 268.

- OMS-Organización Mundial de la Salud- (s.f.). Inocuidad de los alimentos. (En línea). Consultado en fecha 10 feb. 2009. Disponible en: http://www.who.int/topics/food_safety/es/
- OMS-Organización Mundial de la Salud- 2007. Más medidas para mejorar la inocuidad de los alimentos. (En línea). Consultado en fecha 10 feb. 2009. Disponible en: <http://www.mex.ops-oms.org/contenido/comunicados/Comunicados%20PDF/oms/190707.pdf>
- Oniki, M; Poltronieri, LS; Trindade, DR; Duarte, M. de LR; Benchimol, RL. 2003. Método de controle da doença fusariose na pimenta-do-reino utilizando cravo-da-India. **In:** Seminario técnico Brasil-Japão. Documentos 180. Proyecto “Desenvolvimento tecnológico para la agricultura sustentável na Amazônia oriental”. Eds. JICA-EMBRAPA. p. 19-24.
- Ortega, M. 2000. Poda y amarre. In Curso sobre Producción de Pimienta Negra. Ciudad de La Lima, Cortés, Honduras. Ed. FHIA. p. 37-38.
- Paredes, JL; María, A. 2003. Manejo post-cosecha para el mejoramiento de la calidad de la pimienta negra (*Piper nigrum* L.) en San Francisco de Macorís, República Dominicana. Tesis para optar el grado de Maestría en ciencias. Instituto Superior de Agricultura (ISA). Santiago. Rep. Dom. 88 p.
- Paulose, TT. 1973. Pepper cultivation in India. Proceedings of a conference on spices 10 – 14 abril 1972, London: Trop. Products Institute.
- Pillay, V.S. 1997. Production technology of black pepper (*Piper nigrum* Linn.) in India. En: Seminario Internacional sobre Pimienta y Cupuaçu. Eds. EMBRAPA y JICA. Belem, P.A. BR. p. 27-44.
- Pillay, V.S. 1994. Project report on research and development in black pepper (*Piper nigrum* Linn.) in the humid tropics of Brazil. EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária)- CPATU (Centro de Pesquisa del Tropicó Umido), Belém, P.A. BR. 26 p.
- Polanco Rodríguez, A; Marty, F; Gotoh, T. 1993. Evaluación de la floración de la pimienta (*Piper nigrum* L.). In Reporte de actividades. Proyecto de desarrollo del cultivo de pimienta en la República Dominicana (Segunda fase). Volumen I (1 de julio 1992 - 30 de junio 1993). Eds. SEA-IAD-JICA. Anexo No. 6. p. 217-219.
- Poltronieri, M.C; Albuquerque, F.C.; Duarte, M.L.R. 2005. Sistema de produção da pimenteira-do-reino. Cultivares. Sistema de produção, 01. Embrapa Amazonia Oriental. (En línea). Consultado en fecha 18 feb. 2009. Disponible en: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/PimenteiradoReino/paginas/cultivares.htm>
- Proyecto de Desarrollo Agrícola en Áreas de Montaña. (PRODEAM). 2008. Secretaría de Estado de Agricultura. Santo Domingo. [Tel:809-547-3888](tel:809-547-3888) ext. 4071. Andrés Lora, Domingo de la Cruz Manzueta, Hipólito Guzmán, Tomás Berroa Bello y Pedro González. Técnicos extensionistas, comunicación personal.

- Purseglove, J.W.; Brown, E.G.; Green, C.L.; Robbins, S.R.J. 1981. Spices. Tropical Agriculture series. Vol. 1. Ed. Longman Group Limited. Londres, RU. p. 10-97.
- Purseglove, JW. 1968. Tropical crops. Dicotyledons. John Wiley and Sons, Inc. New York. U.S.A. p. 441-450.
- Ravindran, P.N.; Nirmal Babu, K; Sansikumar, B.; Krishnamurthy, K.S. 2000. Botany and crop improvement. En: Black pepper. *Piper nigrum*. CRC Press. p. 1-98.
- Reyes Hernández, E; Gotoh, S. 1995 a. Requerimiento calcáreo de suelos en el área de la finca modelo “Sierra Prieta”. In Reporte de actividades en el área de suelo y nutrición. Proyecto de desarrollo del cultivo de pimienta en la República Dominicana (22 de junio 1995). CENDETECA, San Francisco de Macorís Eds. SEA-IAD-JICA. p. 53-57.
- Reyes Hernández, E; Gotoh, S. 1995 b. Rendimiento del cultivo de pimienta (*Piper nigrum* L.) con diferentes formas de aplicación de fertilizantes. In Reporte de actividades en el área de suelo y nutrición. Proyecto de desarrollo del cultivo de pimienta en la República Dominicana (22 de junio 1995). CENDETECA, San Francisco de Macorís Eds. SEA-IAD-JICA. p.17-28.
- Reyes Hernández, E; María Núñez, A; Gotoh, S. 1997. Efectos del uso de diferentes cantidades de fertilizantes y material orgánica “Yerba elefante” (*Pennisetum purpureum* S.) en el cultivo de pimienta (*Piper nigrum* L.). In Seminario del cultivo de pimienta. 18 de junio del 1997. Proyecto de Desarrollo agrícola en áreas de montañas en la República Dominicana. Eds, SEA-IAD-JICA. p. 100-119.
- Reyes, E; Tejada, C.A.; Javier, S.A.; Ishizuka, Y. 1990. Introducción de variedades de pimienta (*Piper nigrum* L.) e investigaciones sobre las características de su crecimiento. I. Introducción de variedades de pimienta. **En:** Resumen de investigaciones. Vol I. Proyecto de Desarrollo del cultivo de la Pimienta. Eds. SEA-IAD-JICA. Santo Domingo, DO. p. 1-4.
- Reyes, PR; Alcequiez, H; González, JL; Andújar F; Matsuda, A; Hamada, M. 1995. Prevención de las enfermedades por *Phytophthora* por medio del injerto. **In:** Reporte de actividades julio 1995. Proyecto de desarrollo del cultivo de pimienta en la República Dominicana (segunda fase). Volumen II (1 de julio 1993-30 de junio 1994). Eds. SEA-IAD-JICA. Anexo No. 6. p. 106-110.
- Rodríguez López, M. 1998. Técnicas para preparar la planificación y el costo agrícola y su uso en la administración de fincas. 2da edición. Ediciones. Rodrilca, República Dominicana. 367 p.
- Sadanandan, AK. 2000. Agronomy and nutrition of black pepper. **In:** Black Pepper (*Piper nigrum*). Ed. Ravindran, P.N. p. 201. (En línea). Consultado en fecha: 03 feb. 2009. Disponible en:
http://books.google.com.do/books?id=VaGCgSLrdr4C&printsec=frontcover&source=gbs_summary_r&cad=0#PPA235,M1

- Sadanandan, AK; Hamsa, S. 1996. Studies on nutritional requirement of bush pepper for yield and quality (Abs.) Proc. PLACROSYM-XII, RRII, Kottayan. p. 48.
- Sánchez, J. 2000. Tutorado de la pimienta. In Curso sobre Producción de Pimienta Negra. Ciudad de La Lima, Cortés, Honduras. Ed. FHIA. p. 21-26.
- Sasikumar, B; Thankamani, CK; Srinivasan, V; Devasahayam, S; Eapen Santhosh, J; Suseela Bhai, R; Zacharaiah John, T. 2008. Black pepper (Extension Pamphlet). Eds. Thankamani, C.K; Srinivasan V, Dinesh, R; Santhosh J Eapen, Rajeev, P. Indian institute of spices Research, Calicut, 673012, Kerala. 26 p.
- Schwinn, FJ. 1983. New developments in chemical control of *Phytophthora*. In *Phytophthora: Its Biology, Taxonomy, Ecology, and Pathology*. Eds. Erwin, D. C., Bartnicki-García, S. y Tsao, P. H. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA. p.328.
- Shea, SR; Broadbent, P. 1995. Developments in cultural and biological control of *Phytophthora* diseases. In *Phytophthora: Its Biology, Taxonomy, Ecology, and Pathology*. Eds. Erwin, D. C., Bartnicki-García, S. y Tsao, P. H American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA. 344 p.
- Sica, (s.f.). El cultivo de la pimienta. (En línea). Consultado en fecha 04 feb. 2009. Disponible en:
http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/ing%20rizzo/perfiles_productos/PIMIENTA.pdf
- Sire (s.f.). *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers. Paquetes tecnológicos. 7 p. (En línea). Consultado en fecha 04 feb. 2009. Disponible en:
- Suárez, A. 2000. Nutrición vegetal en pimienta negra. **In:** Curso sobre Producción de Pimienta Negra. Ciudad de La Lima, Cortés, Honduras. Ed. FHIA. p. 27-36.
- Tejada, CA; Andújar, FA; Reyes, PR; Hamada, H. 1993. El nivel de poda de los tutores de piñón cubano (*Gliricidia sepium* Jacq) y su efecto en el crecimiento de la planta de pimienta (*Piper nigrum* L.). **In:** Informe técnico. Proyecto de desarrollo del cultivo de pimienta en la República Dominicana (Diciembre 1993). Eds. SEA-IAD-JICA. p. 85-98.
- Tejada, CA; Reyes, PR; Andújar, FA; Hamada, H. 1995. Relación entre el tamaño, época del trasplante y nivel de estabilización de estacas de piñón cubano (*Gliricidia sepium* Jacq). **In:** Reporte de actividades julio 1995. Proyecto de desarrollo del cultivo de pimienta en la República Dominicana (segunda fase). Volumen II (1 de julio 1993-30 de junio 1994). Eds. SEA-IAD-JICA. Anexo No. 6. p. 65-75.
- Tejada, CA; Reyes, PR; Andújar, FA; Hamada, H. 1997. Estudio sobre la distribución del sistema radicular de la pimienta (*Piper nigrum* L.) como vía de penetración de *Phytophthora* spp.). **In:** Seminario del cultivo de pimienta. 18 de junio del 1997. Proyecto de Desarrollo agrícola en áreas de montañas en la República Dominicana. Eds, SEA-IAD-JICA. p. 38-51.

- Tsao, PH. 1991. The identities, nomenclature and taxonomy of *Phytophthora* isolantes from black pepper. In: Diseases of Black Pepper. Proceedings of the International Pepper Community Workshop on Black Pepper Diseases. Goa, India. Eds. Y. R. Sarma and T. Premkumar. National Research Centre for Spices, Calicut, Kerala, IN. p 185-211.
- Vanaja, T; Neema, VP; Mammooty, KP; Rajeshkumar R. 2007. Development of a promising interspecific hybrid in black pepper (*Piper nigrum* L.) for *Phytophthora* foot rot resistance. (En línea). Consultado en fecha 30 ene. 2009. Disponible en: <http://www.springerlink.com/content/a3lq6650q7vgn277/?p=63ec8d4e29d84bd3a21a02b7d76bc77a&pi=29>
- Vasanthakumar, K. 2006. Prospects in processing and product development of spices (major products of black pepper). *Spice India* (9) 19:2-7.
- Veloso, CAC; Albuquerque, FC de. 1989. Pimenta do-reino: Formação de mudas.
- Villalobos Espinoza, H. 2003. Buenas prácticas para el manejo de productos agrícolas. MercaNet. 10 p. (En Línea). Consultado en fecha: 17 feb. 2009. Disponible en: <http://infoagro.net/shared/docs/a5/dcalidad37.pdf>
- Wahid, P. 2000. Management of pepper in Indonesia. In *Black Pepper (Piper nigrum)*. Ed. Ravindran, P.N. P. 235. (En línea). Consultado en fecha: 03 feb. 2009. Disponible en: http://books.google.com.do/books?id=VaGCgSLrdr4C&printsec=frontcover&source=gbs_summary_r&cad=0#PPA235,M1
- Wiratno, W. 2008. Effectiveness and safety of botanical pesticides applied in black pepper (*Piper nigrum*) plantations. Tesis de Doctorado Ph.D en Wageningen University, Wageningen, the Netherlands. 126 p.

ANEXOS

Anexo 3. Producción y venta de pimienta en la República Dominicana (1996-2008)

Año	Prod.kg	Prod.tm	Venta total (RD\$)	Precio/kg (RD\$)	Precio/tm (RD\$)
1996	6,358.56	6.36	282,921.69	44.49	44,494.62
1997	10,049.17	10.05	731,509.80	72.79	72,793.06
1998	22,900.84	22.9	1,636,097.09	71.44	71,442.67
1999	9,741.40	9.74	868,867.60	89.19	89,193.30
2000	17,998.59	18.00	1,580,339.50	87.80	87,803.52
2001	21,512.82	21.51	1,134,227.69	52.72	52,723.34
2002	39,678.36	39.68	1,374,394.95	34.64	34,638.40
2003	48,806.00	48.81	3,343,562.85	68.51	68,507.21
2004	53,278.89	53.28	4,344,619.17	81.54	81,544.85
2005	33,893.00	33.89	2,342,045.00	69.10	69,101.14
2006	49,147.51	49.15	4,063,244.48	82.67	82,674.47
2007	41,193.30	41.19	4,554,886.00	110.57	110,573.47
2008	41,669.23	41.67	5,130,459.00	123.12	123,123.44
Total	396,227.67	396.23	31,387,174.82		
Promedio	30,479.05	30.48	2,414,398.06	76.05	76,047.19

Fuente: PRODEAM (Proyecto de Desarrollo Agrícola en Áreas de Montaña)

Anexo 13. Requerimiento físico y químico de la pimienta negra y blanca para la República Dominicana según el INDOTEC

Características	Negra	Blanca
Humedad	13.0	14.5
Cenizas	7.0	3.0
Residuos mineral fijo soluble	3.5	1.0
Residuos mineral fijo in soluble	1.5	0.5
Extracto etéreo	7.0	6.0
Extracto alcohólico mínimo	8.0	7.0
Fibra cruda	15.0	5.0

Fuente: INDOTEC (Instituto Dominicano de Tecnología Industrial) (s. f.). Citado por Paredes y María (2003)

Anexo 14. Costo de Producción para una tarea (628.8 m²) y una hectárea (10,000 m²) de pimienta. Año 1
Valores en RD\$

CONCEPTO	Costo para una tarea (628.8 m2)				Costo para una hectárea (10,000 m2)	Participación en el costo
	Cant.	Unid.	Precio unitario	Total	Total	%
1. COSTOS DIRECTOS						
Preparación de tierra:						7.8
Análisis de suelo	1	Tarea	800.00	800.00	800.00	
Corte	1	Tarea	275.00	275.00	4,372.50	
Cruce	1	Tarea	190.00	190.00	3,021.00	
Rastra	1	Tarea	135.00	135.00	2,146.50	
Trazado	0.25	Jomal	350.00	87.50	1,391.25	
Zanjeo	1	Tarea	225.00	225.00	3,577.50	
Insumos:						35.2
Tutor (+ 5% para resiembra)	74	Unidad	10.00	740.00	11,686.50	
Plántulas pimienta (+5% resiembra)	74	Unidad	20.00	1,480.00	23,373.00	
Abono orgánico (lombricompost)	140	kg	5.60	784.00	12,465.60	
Abono orgánico (compost)	210	kg	1.00	210.00	3,339.00	
Fungicida (Trichoderma)	12.58	g	13.12	165.05	2,624.29	
Fertilizante químico (15-15-15)	7	kg	33.00	231.00	3,672.90	
Insecticida granulado (Furadan 3G)	2	kg	66.12	132.24	2,102.62	
Sombra temporal (pencas palmácea)	20	Unidad	5.00	100.00	1,590.00	
Soga de cabuya	4.5	kg	110.00	495.00	7,870.50	
Insecticida	0.035	Litros	900.00	31.50	500.85	
Mano de obra:						48.1
Mantenimiento zanjas drenaje	0.5	Jomal	350.00	175.00	2,782.50	
Preparación tutor (+ 5% resiembra)	74	Unidad	2.00	148.00	2,353.20	
Hoyado para siembra tutor	1	Jomal	350.00	350.00	5,565.00	
Siembra de tutor	1	Jomal	350.00	350.00	5,565.00	
Resiembra de tutor	0.2	Jomal	350.00	70.00	1,113.00	
Prep. Hoyo pimienta y fertilización base	1	Jomal	350.00	350.00	5,565.00	
Siembra y sombra temporal de pimienta	1	Jomal	350.00	350.00	5,565.00	
Resiembra pimienta	0.1	Jomal	350.00	35.00	556.50	
Control malezas (chapeo y manual)	5	Jomal	350.00	1,750.00	27,825.00	
Amarre y conducción pimienta	6	Jomal	350.00	2,100.00	33,390.00	
Aplicación insecticida	0.25	Jomal	350.00	87.50	1,391.25	
Poda de pimienta	0.25	Jomal	350.00	87.50	1,391.25	
Fertilización	0.25	Jomal	350.00	87.50	1,391.25	
Herramientas:						1.0
Machete y estuche	1	Unidad	350.00	350.00	350.00	
Azada	1	Unidad	350.00	350.00	350.00	
Tijera para poda	1	Unidad	200.00	200.00	200.00	
Pala de corte	1	Unidad	350.00	350.00	350.00	
Pala ancha	1	Unidad	350.00	350.00	350.00	
Barrica (tanque) de 200 litros	1	Unidad	400.00	400.00	400.00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS				14,021.79	180,987.95	92.1
2. COSTOS INDIRECTOS						
Generales y administrativos						
Costo terreno	1	Tarea	300.00	300.00	4,770.00	
Transporte tutor	74	Unidad	5.00	370.00	5,883.00	
Transporte plántulas Pimienta	74	Unidad	2.00	148.00	2,353.20	
Mantenimiento de equipos	1	Año	50.00	50.00	50.00	
Depreciación equipos	1	Año	2,450.00	2,450.00	2,450.00	
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				3,318.00	15,506.20	7.9
SUBTOTAL				17,339.79	196,494.15	100.0
IMPREVISTOS (10%)					19,649.42	
TOTAL				19,073.77	216,143.57	

Nota: Tasa de cambio dólar norteamericano en RD\$ 35.65

Anexo 15. Costo de Producción para una tarea (628.8 m²) y una hectárea (10,000 m²) de pimienta. Año 2
Valores en RD\$

CONCEPTO	Costo para una tarea (628.8 m ²)				Costo para una hectárea (10,000 m ²)	Participación en el costo
	Cant.	Unid.	Precio unitario	Total	Total	%
1. COSTOS DIRECTOS						
Insumos:						27.7
Fertilizante químico (15-15-15)	14	kg	33.00	462.00	7,345.80	
Abono orgánico (compost)	210	kg	1.00	210.00	3,339.00	
Soga de cabuya	3	kg	110.00	330.00	5,247.00	
Fungicida (Trichoderma)	12.58	g	13.12	165.05	2,624.29	
Fungicida (Metalaxil-mancozeb)	0.7	kg	1,100.00	770.00	12,243.00	
Fungicida (benomil)	0.35	kg	900.00	315.00	5,008.50	
Insecticida	0.042	Litro	900.00	37.80	601.02	
Mano de obra:						65.5
Mantenimiento zanjas drenaje	0.25	Jornal	350.00	87.50	1,391.25	
Control malezas (chapeo)	6	Jornal	350.00	2,100.00	33,390.00	
Amarre y conducción pimienta	4	Jornal	350.00	1,400.00	22,260.00	
Fertilización	0.5	Jornal	350.00	175.00	2,782.50	
Aplicación Fungicidas	0.5	Jornal	350.00	175.00	2,782.50	
Aplicación Insecticida	0.25	Jornal	350.00	87.50	1,391.25	
Poda del tutor	1.5	Jornal	350.00	525.00	8,347.50	
Poda de pimienta	0.25	Jornal	350.00	87.50	1,391.25	
Cosecha (50 kg de frutos frescos/jornal)	2	Jornal	350.00	700.00	11,130.00	
Beneficiado	0.25	Jornal	350.00	87.50	1,391.25	
Herramientas y materiales:						0.9
Rastrillo plástico	1	Unidad	250.00	250.00	250.00	
Cubetas para recolección	5	Unidad	100.00	500.00	500.00	
Recipiente para desgrane	2	Unidad	250.00	500.00	500.00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS				8,964.85	123,916.11	94.2
2. COSTOS INDIRECTOS						
Generales y administrativos						
Costo terreno	1	Tarea	300.00	300.00	4,770.00	
Sacos	5	Unidad	12.00	60.00	360.00	
Mantenimiento de equipos	1	Unidad	100.00	100.00	100.00	
Depreciacion equipos	1	Unidad	2,450.00	2,450.00	2,450.00	
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				2,910.00	7,680.00	5.8
SUBTOTAL				11,874.85	131,596.11	100
IMPREVISTOS (10%)				1,187.48	13,159.61	
TOTAL				13,062.33	144,755.72	

Nota: Tasa de cambio dólar norteamericano en RD\$ 35.65

Anexo 16. Costo de Producción para una tarea (628.8 m2) y una hectárea (10,000 m2) de pimienta. Año 3

Valores en RD\$

CONCEPTO	Costo para una tarea (628.8 m2)				Costo para una hectárea (10,000 m2)	Participación en el costo
	Cant.	Unid.	Precio unitario	Total	Total	%
1. COSTOS DIRECTOS						
Insumos:						23.7
Fertilizante químico (15-15-15)	28	kg	33.00	924.00	14,691.60	
Fungicida (Trichoderma)	12.58	g	13.12	165.05	2,624.29	
Fungicida (Metalaxil-mancozeb)	0.7	kg	1100.00	770.00	12,243.00	
Fungicida (benomil)	0.35	kg	900.00	315.00	5,008.50	
Insecticida	0.05	Litro	900.00	45.00	715.50	
Mano de obra:						70.9
Mantenimiento zanjas drenaje	0.25	Jornal	350.00	87.50	1,391.25	
Control malezas (chapeo)	6	Jornal	350.00	2,100.00	33,390.00	
Poda de pimienta	0.25	Jornal	350.00	87.50	1,391.25	
Fertilización	0.5	Jornal	350.00	175.00	2,782.50	
Aplicación Fungicidas	0.5	Jornal	350.00	175.00	2,782.50	
Aplicación insecticida	0.25	Jornal	350.00	87.50	1,391.25	
Poda del tutor	2	Jornal	350.00	700.00	11,130.00	
Poda pimienta	0.25	Jornal	350.00	87.50	1,391.25	
Cosecha (50 kg de frutos frescos/jornal)	8	Jornal	350.00	2,800.00	44,520.00	
Beneficiado	1	Jornal	350.00	350.00	5,565.00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS				8,869.05	141,017.89	94.6
2. COSTOS INDIRECTOS						
Generales y administrativos						
Arrendamiento terreno	1	Tarea	300.00	300.00	4,770.00	
Sacos	10	Unidad	12.00	120.00	780.00	
Mantenimiento de equipos	1	Unidad	100.00	100.00	100.00	
Depreciacion equipos	1	Unidad	2450.00	2,450.00	2,450.00	
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				2,970.00	8,100.00	5.4
SUBTOTAL				11,839.05	149,117.89	100
IMPREVISTOS (10%)				1,183.90	14,911.79	
TOTAL				13,022.95	164,029.68	

Nota: Tasa de cambio dólar norteamericano en RD\$ 35.65

Anexo 19. Tabla de depreciación de equipos y útiles.

(Valores en RD\$.)

Concepto	Precio	Depreciación (%)	Años				Valor Salvamento
			1	2	3	4	
Bomba Mochila (20 Litros)	1800.00	25	450.00	450.00	450.00	450.00	0.00
Escaleras	5000.00	25	1,250.00	1,250.00	1,250.00	1,250.00	0.00
Lona (24 X 30 pies)	3000.00	25	750.00	750.00	750.00	750.00	0.00
Total			2,450.00	2,450.00	2,450.00	2,450.00	0.00

Anexo 17. Costo de Producción para una tarea (628.8 m²) y una hectárea (10,000 m²) de pimienta. Año 4
Valores en RD\$

CONCEPTO	Costo para una tarea (628.8 m ²)				Costo para una hectárea (10,000 m ²)	Participación en el costo
	Cant.	Unid.	Precio unitario	Total	Total	%
COSTOS DIRECTOS						
Insumos:						21.9
Fertilizante químico (15-15-15)	33.6	kg	33	1,108.80	17,629.92	
Fungicida (Trichoderma)	12.58	g	13.12	165.05	2,624.29	
Fungicida (Metalaxil-mancozeb)	0.7	kg	1100	770.00	12,243.00	
Fungicida (benomil)	0.35	kg	900	315.00	5,008.50	
Insecticida	0.05	Litro	900	45.00	715.50	
Mano de obra:						73.5
Mantenimiento zanjas drenaje	0.25	Jornal	350	87.50	1,391.25	
Control malezas (chapeo)	6	Jornal	350	2,100.00	33,390.00	
Fertilización	1.25	Jornal	350	437.50	6,956.25	
Aplicación Fungicidas	1	Jornal	350	350.00	5,565.00	
Aplicación insecticida	0.25	Jornal	350	87.50	1,391.25	
Poda del tutor	2	Jornal	350	700.00	11,130.00	
Poda de pimienta	1	Jornal	350	350.00	5,565.00	
Cosecha (50 kg de frutos frescos/jornal)	10	Jornal	350	3,500.00	55,650.00	
Beneficiado	1.25	Jornal	350	437.50	6,956.25	
TOTAL COSTOS DIRECTOS				10,453.85	166,216.21	95.4
COSTOS INDIRECTOS						
Generales y administrativos						
Arrendamiento terreno	1	Tarea	300	300.00	4,770.00	
Sacos	5	Unidad	12	60.00	660.00	
Mantenimiento de equipos	1	Unidad	100	100.00	100.00	
Depreciacion equipos	1	Unidad	2450	2,450.00	2,450.00	
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				2,910.00	7,980.00	4.6
SUBTOTAL				13,363.85	174,196.21	100
IMPREVISTOS (10%)				1,336.38	17,419.62	
TOTAL				14,700.23	191,615.83	

Nota: Tasa de cambio dólar norteamericano en RD\$ 35.65

Anexo 18. Resumen inversiones en equipos, herramientas y útiles
Valores en RD\$

Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total
Bomba Mochila	1	1,800.00	1,800.00
Escaleras	2	2,500.00	5,000.00
Lona (24 X 30 pies)	1	1,500.00	1,500.00
Machete y estuche	1	350.00	350.00
Azada	1	350.00	350.00
Tijera para poda	1	200.00	200.00
Pala de corte	1	350.00	350.00
Pala ancha	1	350.00	350.00
Rastrillo plástico	1	250.00	250.00
Cubetas para recolección	5	100.00	500.00
Recipiente para desgrane	2	250.00	500.00
Sacos	32	12.00	384.00
Barrica (tanque) 200 litros	1	400.00	400.00
Total			11,934.00



Agencia de Cooperación Internacional del Japón
Ave. Saracota No. 20, Torre Empresarial AIRD, La Julia,
Santo Domingo, República Dominicana
Tel: 809 381-8005
Fax: 809 381-0048/0280
www.jicadh.org

ISBN 978-9941-448-09-2