



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO



Centro Universitario UAEM Tenancingo

**EVALUACIÓN DE *Bacillus subtilis* (Ehrenberg, 1835) Cohn, 1872 y ÁCIDO
ASCÓRBICO PARA EL MANEJO DE *Peronospora sparsa* Berk. EN EL
CULTIVO DE *Rosa hybrida* var. *Samourai* BAJO INVERNADERO**

T E S I S

QUE

P R E S E N T A

Arturo Joel Reyes Gutiérrez

DIRECTORES DE TESIS

Dr. en C. Rómulo García Velasco

Dra. en C. Martha Elena Mora Herrera

ASESOR DE TESIS

Dr. en C. Sotero Aguilar Medel

Tenancingo, Estado de México

Febrero de 2022

Contenido

ÍNDICE DE CUADROS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
RESUMEN	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Importancia de la floricultura en México	3
2.2. Principales municipios productores de rosa en el sur del Estado de México ..	4
2.3. Importancia del cultivo de rosa	4
2.4. Origen de la planta de rosa.....	5
2.5. Descripción morfológica.....	7
2.5.1. Raíz	7
2.5.2. Tallo	7
2.5.3. Hojas.....	8
2.5.4. Flores.....	8
2.5.5. Fruto	8
2.6. Patrones utilizados en la producción de rosa para flor de corte	9
2.6.1. <i>Rosa indica</i> “Major”	10
2.6.2. <i>Rosa manetti</i>	10
2.6.3. <i>Rosa canina</i>	10
2.6.4. <i>Rosa laxa</i> y <i>Rosa multiflora</i>	11
2.6.5. Natal Briar (<i>Rosa</i> sp. Natal Briar)	11
2.7. Fenología del cultivo de rosa	11
2.7.1. Estadios de apertura del botón floral de la rosa.....	12
2.8. Requerimientos edafoclimáticos.....	13
2.8.1. Temperatura.....	13
2.8.2. Luminosidad	14
2.8.3. Humedad ambiental	14
2.8.4. Bióxido de Carbono	15
2.8.5. Salinidad.....	15
2.8.6. Potencial Hídrico (Ψ).....	15
2.9. Manejo del rosal	16
2.9.1. Propagación.....	16
2.9.2. Preparación del suelo	17
2.9.3. Formación de la planta y su manejo	17
2.10. Nutrientes y su función.....	20
3. Principales plagas del rosal bajo invernadero	21
3.1. Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>).....	22
3.1.1. Daños que ocasiona	22
3.1.2. Control químico	23
3.1.3. Control biológico.....	24

3.2. Pulgón (<i>Macrosiphum rosea</i>)	24
3.2.1. Daños que ocasiona	25
3.2.2. Control químico	26
3.2.3. Control biológico.....	27
3.3. Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>).....	27
3.3.1. Daños que ocasiona	28
3.3.2. Control químico	28
3.3.3. Control biológico.....	30
4. Principales enfermedades del rosal bajo invernadero.....	30
4.1. Mildiu polvoso o cenicilla (<i>Podosphaera pannosa</i> (Wallr.) de Bary)	30
4.1.1. Desarrollo del patógeno	31
4.1.2. Control químico	33
4.1.3. Control biológico.....	34
4.2. Moho gris (<i>Botrytis cinerea</i> Pers.)	34
4.2.1. Desarrollo del patógeno	34
4.2.2. Control químico	36
4.2.3. Control biológico.....	38
4.3. Mildiu veloso (<i>Peronospora sparsa</i> Berk.)	38
4.3.1. Desarrollo del patógeno	39
4.3.2. Control químico	39
4.3.3. Control biológico.....	41
5. Mejoramiento genético de la rosa.....	42
6. JUSTIFICACIÓN.....	44
7. HIPÓTESIS	45
8. OBJETIVOS.....	45
8.1. Objetivo general	45
8.2. Objetivos específicos.....	45
9. MATERIALES Y MÉTODOS.....	46
9.1. Inducción de brotes (tallos florales)	46
9.2. Manejo agronómico del cultivo	47
9.3. Inducción de la enfermedad	48
9.4. Diseño experimental	48
9.5. Aplicación de los tratamientos.....	49
9.5.1. Ácido Ascórbico (AA)	49
9.5.2. <i>Bacillus subtilis</i> y Metalaxil.....	49
9.6. Variables evaluadas	49
9.6.1. Incidencia y severidad	49
9.6.2. Análisis de datos para el porcentaje de infección y eficacia de Abbott	51
10. RESULTADOS.....	54
10.1. Síntomas y signos de <i>Peronospora sparsa</i>	54

10.2. Incidencia.....	55
10.3. Severidad.....	55
10.4. Efecto de los tratamientos sobre las variables agronómicas	58
10.5. Costos de aplicación de los tratamientos	59
11. DISCUSIÓN	60
12. CONCLUSIONES	66
13. REFERENCIAS.....	67

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Superficie Nacional de producción de rosas en invernadero.....	3
Cuadro 2: Clasificación taxonómica de la planta de rosa. Yong (2004a).....	6
Cuadro 3. Nutrientes y su función en la planta de rosa.....	20
Cuadro 4. Principales plagas que se presentan en el cultivo de rosa bajo invernadero.....	22
Cuadro 5. Control químico de <i>Tetranychus urticae</i> con productos registrados y dosis utilizadas en la región sur del Estado de México.....	23
Cuadro 6. Control químico de <i>Macrosiphum rosea</i> con productos registrados y dosis utilizadas en la región sur del Estado de México.....	27
Cuadro 7. Control químico de <i>Frankianela occidentalis</i> con productos registrados y dosis utilizadas en la región sur del Estado de México.....	29
Cuadro 8. Condiciones óptimas de temperatura y humedad relativa para el agente causal de la cenicilla en rosa.....	32
Cuadro 9. Fungicidas disponibles para el manejo de <i>Podosphaera pannosa</i> en el corredor florícola del sur del Estado de México.....	33
Cuadro 10. Condiciones de temperatura y humedad relativa óptimas para el desarrollo de <i>Botrytis cinerea</i>	35
Cuadro 11. Fungicidas disponibles para el manejo de <i>Botrytis</i> en el corredor florícola del sur del Estado de México.....	37
Cuadro 12. Fungicidas disponibles para el manejo de <i>Peronospora sparsa</i> en el corredor florícola del sur del Estado de México.....	40
Cuadro 13. Tratamientos evaluados para el manejo de <i>Peronospora sparsa</i>	48

Cuadro 14. Efecto de los tratamientos sobre incidencia, severidad y su efectividad biológica sobre <i>Peronospora sparsa</i> en plantas de rosa variedad Samourai.....	57
Cuadro 15. Efecto de los tratamientos sobre las variables agronómicas en el cultivo de rosa var. Samourai.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes que conforman la planta de <i>Rosa</i> sp. (Hessayon, 2004).....	9
Figura 2. Estadios de apertura del botón floral de la rosa. (Fuente: Cid y Ayerra, 2001). Con adaptaciones en la descripción de las figuras.....	13
Figura 3. Proceso de injertación de rosa y su crecimiento. (Reyes Gutiérrez, 2021).....	17
Figura 4. Organismos utilizados para el control biológico de <i>Tetranychus urticae</i> . a) <i>Feltiella acarisuga</i> , b) <i>Phytoseiulus persimilis</i> , c) <i>Neoseiulus californicus</i> (Koppert, 2022).....	24
Figura 5. Daño de pulgón sobre botón de rosa (Foto cortesía de Garcia-Velasco R. 2022).....	26
Figura 6. Daño causado por <i>Frankliniella occidentalis</i> (Reyes Gutiérrez, 2021).....	28
Figura 7. Ciclo biológico de mildiu polvoso o cenicilla (<i>Podosphaera pannosa</i>) (Agrios, 2005).....	31
Figura 8. <i>Podosphaera pannosa</i> sobre hoja de rosa. (Foto cortesía de Garcia Velasco R. 2022).....	32
Figura 9. Ciclo Biológico de <i>Botrytis</i> spp. (Agrios, 2016).....	35
Figura 10. Inducción de brotes en plantas de rosa cv. Samourai: a) Pinzamiento, b) Homogeneización de brotes, c) División de tratamientos, d) Desarrollo del experimento.....	47
Figura 11. Escala de categorías para evaluar la variable severidad causado por <i>Peronospora sparsa</i> (Chavarro, 2013).....	50

Figura 12. Síntomas y signos de *Peronospora sparsa* en rosa var. Samourai; A) daño en botón; B) defoliación de tallos; C) foliolo con manchas color púrpura en el haz; D) esporangióforos y esporangios observados a contraluz por el envés de la hoja; E) esporangio y esporangióforos observados bajo microscopio con el objetivo 40X..... 54

RESUMEN

Evaluación de *Bacillus subtilis* (Ehrenberg, 1835) Cohn, 1872 y ácido ascórbico para el manejo de *Peronospora sparsa* Berk. en el cultivo de *Rosa hybrida* var. Samourai bajo invernadero.

En México actualmente se producen alrededor de siete millones de gruesas de rosas (cada gruesa equivale a 12 docenas o 144 unidades) en una superficie de 1.5 mil hectáreas con un valor estimado de mil 468 millones de pesos, una de sus principales enfermedades es ocasionada por *Peronospora sparsa* Berkeley provocando pérdidas económicas superiores al 50% cuando no se controla oportunamente; los daños se manifiestan principalmente en tejido joven, aunque llega a dañar hojas, tallos, pedúnculos y cáliz. Para su manejo se usan de forma excesiva diferentes fungicidas, por lo cual es necesario encontrar alternativas que permitan su control sin originar resistencia y sin perjudicar al medio ambiente. El objetivo principal de este trabajo fue conocer la efectividad biológica de la aplicación del ácido ascórbico (AA) y *Bacillus subtilis* para el manejo de *Peronospora sparsa* en el cultivo de rosa bajo invernadero. Se estableció un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones con rosas var. Samurai, donde se evaluaron: T1) *Bacillus subtilis* cepa QST 713 (Serenade® ASO); T2) ácido ascórbico (AA) 1 M 1200 mg L⁻¹; T3) metalaxilo-M* y T4) Testigo absoluto. El área experimental constó de 800 plantas; donde se realizó una preevaluación y evaluaciones cada ocho días antes de la aplicación de los tratamientos. Las variables medidas fueron, incidencia y severidad de *P. sparsa*; largo y diámetro de tallo y de botón floral. Los tratamientos con *Bacillus subtilis* y ácido ascórbico, no mostraron ser efectivos en el manejo de *Peronospora sparsa* en las condiciones de desarrollo de este trabajo. El fungicida metalaxil tuvo una efectividad biológica del 70.58% al inicio de la enfermedad, perdiendo su efecto en fechas posteriores. La aplicación del AA a dosis de 1200 mg L⁻¹ sobre el cultivo de rosa incrementó el número de tallos, además favoreció la vida florero hasta por 3 días más que el resto de los tratamientos.

1. INTRODUCCIÓN

En México las plantas ornamentales tienen gran importancia en el sector agrícola, debido a su diversidad de variedades de flores de corte, follaje, plantas y árboles que son comercializados a nivel nacional e internacional, dentro de la extensa variedad de flores y plantas de ornato, destacan por su valor de producción: la rosa (*Rosa hybrida*) con 1,741.90 ha y 1,796,722.57 miles de pesos (mdp), crisantemo (*Chrysanthemum* spp.) (3,203.35 ha y 1,915,691.60 mdp), gladiola (*Gladiolus* spp.) (4,554.32 ha y 1,136,360.17 mdp) y noche buena (*Euphorbia pulcherrima*) (278.30 ha y 674,488.38 mdp) (SIAP, 2021). El cultivo de rosal se consolida como una flor ornamental muy estimada, al ser una de las flores más vendidas en el mundo, además de su alta rentabilidad (Larson, 2004). Actualmente en México se producen alrededor de siete millones de gruesas de tallos de rosas (cada gruesa equivale a 12 docenas o 144 tallos) en una superficie de 1500 mil hectáreas con un valor estimado de \$1480 millones de pesos; que aporta el 23.9% de la producción nacional de ornamentales que son comercializadas durante todo el año, principalmente en fechas especiales como el 14 de febrero, 10 de mayo, 1 y 2 de noviembre, 12 y 25 de diciembre (SAGARPA, 2009).

El cultivo del rosal puede ser afectado por uno o más patógenos como hongos, oomicetes, bacterias, virus, viroides y nematodos, durante cualquier estado de su crecimiento; las consecuencias pueden ser diversas especialmente en términos de producción y costos de control. Se han realizado estudios en los últimos años para el manejo de las enfermedades de las plantas, especialmente con cultivares resistentes, control químico y biológico, al igual que propuestas de métodos culturales, sin embargo, algunas enfermedades resultan difícil controlar utilizando métodos convencionales (Madden *et al.*, 2007).

Peronospora sparsa, es uno de los patógenos más limitantes en los cultivos de rosa en el mundo, bajo invernadero causando pérdidas económicas elevadas, también se ha reportado en los cultivos de frambuesa y zarzamora. *P. sparsa* es difícil de

manejar con fungicidas convencionales y para el manejo de esta enfermedad, no existen programas definidos para su manejo. Actualmente los mercados internacionales están interesados en adquirir flores cultivadas mediante prácticas de menor impacto al ambiente. Para lo cual se han propuesto diferentes estrategias entre ellas Leyes, Normas y Acuerdos con el sector florícola y el gobierno en sus diferentes niveles. Otra estrategia, de más reciente aplicación es el mejoramiento genético de la *Rosa* spp. mediante la biotecnología para la búsqueda e inserción de genes que confieren resistencia a ciertos fitopatógenos, esta es una vía segura de control de enfermedades; no obstante, se requiere años de trabajo e inversión económica. Por lo que, dentro del marco de la sustentabilidad y la atención a una necesidad del sector florícola de la región sur del Estado de México, se ubica el presente trabajo, utilizando productos que no contaminan el ambiente para el control del patógeno.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia de la floricultura en México

En México las plantas ornamentales tienen gran importancia en el sector agrícola, debido a su diversidad de variedades de flores de corte, follaje, plantas y árboles que son comercializados a nivel nacional e internacional, dentro de la extensa variedad de flores y plantas de ornato, destacan por su valor de producción: la rosa (*Rosa x hybrida* Schleich.) con 1,741.90 ha y 1,796,722.57 miles de pesos (mdp), crisantemo (*Chrysanthemum* spp.) (3,203.35 ha y 1,915,691.60 mdp), gladiola (*Gladiolus* spp.) (4,554.32 ha y 1,136,360.17 mdp) y nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) (278.30 ha y 674,488.38 mdp) (Cuadro 1.) (SIAP, 2021).

Cuadro 1. Superficie Nacional de producción de rosas en invernadero.

Año	Superficie plantada (ha)	Valor de la producción en miles de pesos
2006	485.20	767,184
2007	662.61	1,003,504
2008	687.81	835,127
2009	696.41	929,080
2010	698.41	802,628
2011	706.41	1,072,135
2012	712.25	1,225,457
2013	1460	1,467,614
2014	1429	1,431,757
2015	1385	1,542,370
2016	1731	1,638,850
2017	1745	1,977,312
2018	1682	2,162,865
2019	1725	2,043,522
2020	1714	1,796,722

Fuente: SIAP, (2021).

El Estado de México ocupa el primer lugar como región productora de rosa en invernadero para flor de corte, teniendo como principal zona el distrito de Coatepec de Harinas, el cual destinó una superficie de 860 ha en 2020 (SIAP, 2021).

El cultivo de rosa en Villa Guerrero se consolida como una flor ornamental más demandada, al ser una de las flores más vendidas en los mercados nacionales e internacionales, además de su alta rentabilidad.

2.2. Principales municipios productores de rosa en el sur del Estado de México

En el Estado de México la floricultura se concentra en el llamado “corredor florícola”, integrado por los municipios de: Tenancingo, Coatepec Harinas, Ixtapan de la Sal, Tonalico, Zumpahuacán y Villa Guerrero, cuya producción se distribuye en un área aproximada de 860 hectáreas. La concentración de la producción en el mencionado corredor florícola presenta no cuenta con medidas de regulación y control de calidad, y ha tenido impactos ambientales significativos, entre los cuales, el uso excesivo de agroquímicos es de los más importantes, así como la erosión y pérdida de productividad del suelo; el alto consumo y deterioro de la calidad del agua; además de la contaminación generada por la falta de control de los residuos generados en el proceso productivo (Gómora-Jiménez *et al.*, 2006)

2.3. Importancia del cultivo de rosa

Actualmente en México se producen alrededor de 8,740 gruesas ha⁻¹ de tallos de rosas en una superficie de 860 hectáreas con un valor estimado de \$ 1,292,548.72 miles de pesos; de la producción nacional de ornamentales que son comercializadas durante todo el año, principalmente en fechas especiales como el 14 de febrero 10 de mayo, 1 y 2 de noviembre, 12 y 25 de diciembre (SIAP, 2021).

2.4. Origen de la planta de rosa

El cultivo de la rosa se ha considerado como símbolo de belleza por babilonios, sirios, egipcios, romanos y griegos (Bañon *et al.*, 1993). La rosa se considera originaria de la China y se habla de ella desde hace más de 4000 años. En su proceso de expansión, la rosa llegó a la India, Persia, Grecia, Italia y España, países que conocieron la rosa a todo lo largo de su historia. En la edad media el cultivo de rosales fue restringido a los monasterios. A principios del siglo XIX, la emperatriz Josefina de Francia mandó a recolectar por toda Europa todas las variedades de rosas conocidas en aquel entonces y formó los famosos jardines de rosas en el palacio de Malmaison. Fue a partir de ese momento que el cultivo de la rosa recibió el estímulo que habría de convertirla en la flor más popular del mundo (Yong, 2004a).

Las primeras hibridaciones o cruzamientos se originaron a partir de la *Rosa gallica* y *Rosa alba* procedentes de Roma (1.200 a.C.). La *Rosa gallica* un rosal de porte bajo y hojas oscuras, espinoso, con flores de color rosa, fue cruzada con el rosal almizcleño originario del Oriente Medio este rosal tiene estambres muy perfumados en sus flores blancas, y es una planta alta y vigorosa. De la cruce entre *Rosa gallica* y el rosal almizcleño se originaron los grupos de rosales, Autumn Damask (*R. x damascena* nothovar. *semperflorens* (Duhamel) Rowley), Summer Damask (*R. x damascena* nothovar. *damascena*) este cruzamiento con *Rosa corymbifera* del Oriente Medio originó los híbridos de *Rosa alba*, los híbridos de *Rosa centifolia* y Rosales musgosos. Del cruzamiento entre *Rosa gallica* y *Rosa bourbon*, se originaron los rosales híbridos chinos y del cruce de éstos con Rosales Portland y nuevamente *Bourbon* originaron los rosales Híbridos Perpetuals (Álvarez, 2007). A raíz de lo anterior tenemos en la actualidad las clases de rosa floribundas, grandifloras, miniaturas, trepadoras, arbustivas y té híbrido (Portillo, 1999).

Posteriores trabajos de selección y mejora realizados en Oriente sobre algunas especies, fundamentalmente *Rosa gigantea* y *Rosa chinensis* (o *Rosa indica*

“fragrans”) dieron como resultado la "rosa de té", de color marfil, aroma similar al té y de carácter reflorecente; esta rosa fue introducida en Occidente por el año 1793 sirviendo de base a numerosos híbridos creados desde esta fecha tanto en Europa como en Estados Unidos. La clasificación más generalizada de los cultivares de rosa para flor cortada distingue dos importantes grupos; híbridos de té (rosa estándar), caracterizados por la presencia de una flor grande, tallo con entrenudos largos, baja presencia de botones laterales, y fuerte dominancia del botón apical, y Floribundas, de flor pequeña, numerosos botones laterales, tallo corto y muy productivas. También podemos incluir un tercer grupo: las rosas spray, que llevan más de dos flores en cada tallo (Bañon *et al.*, 1993).

La rosa se cultivó en la nueva España desde el siglo XVI Zepeda y White, (2008). En 1815, Francia se puso a la vanguardia en este cultivo. Diez años después ya se conocían más de 5 mil variedades. Posteriormente, las rosas fueron traídas a América por españoles y anglosajones. Hoy en día la rosa se cultiva en varios países de este continente, especialmente en Estados Unidos, México, Colombia, Ecuador, Costa Rica y Guatemala (Yong, 2004a).

La rosa es una planta exótica de gran interés ornamental que pertenece a la familia de las rosáceas.

Cuadro 2: Clasificación taxonómica de la planta de rosa. Yong (2004a).

Reino	Vegetal
División	Espermatofitos
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Orden	Rosales
Familia.....	Rosáceas
Tribu.....	Roseas
Género.....	Rosa
Especie.....	Sp.

Los taxónomos han clasificado las especies con base al grado de desarrollo o de especialización y complejidad de cada planta. Dentro de las especies se distinguen

las variedades o cultivares; la palabra cultivar proviene del inglés y es una contracción de la frase “cultivated variety - variedad cultivada” y designa un solo grupo de plantas que pueden ser propagadas. El nombre de la variedad o cultivar lo suele imponer el obtentor (López, 1981).

2.5. Descripción morfológica

Las rosas son arbustos leñosos con hojas compuestas que brotan en disposición espiral sobre tallos respecto a la flor principal; los brotes o tallos generalmente tienen algunas hojas labiales en la base. Los grupos más importantes son las rosas de flor grande o híbridos de té con una o más flores por tallo, las polyantha con ramilletes de flores pequeñas, los híbridos de floribunda y grandiflora, con un número de flores intermedias entre aquellas de los grupos anteriores. Las variedades pueden distinguirse por su color, composición de los sépalos la forma de los pétalos del botón y de flor abierta. En la mayoría de las especies de rosa las flores tienen cinco sépalos y treinta pétalos, pero actualmente se han desarrollado variedades con un mayor número de pétalos (de Hoog, 2003).

2.5.1. Raíz

La raíz que posee la rosa es pivotante, vigorosa y profunda (Figura 1); en las plantas procedentes de estacas este carácter se pierde, puesto que el sistema radical del rosal se vuelve proporcionalmente pequeño (aproximadamente entre 5-10% del peso total), por lo que su capacidad productiva es menor y al cabo de uno a dos años la calidad de la flor baja significativamente. En las plantas injertadas, el sistema radical es bien desarrollado, lo que permite a estas plantas lograr una mayor producción y calidad de las flores (Yong, 2004a).

2.5.2. Tallo

El tallo del rosal es leñoso y termina en flor (Fainstein, 1997), el ápice vegetativo del tallo joven desarrolla un número de hojas, y luego, de forma repentina empieza a desarrollar los miembros de la flor y así termina su crecimiento, es decir que el

crecimiento del tallo finaliza en una flor terminal; en la planta también encontramos tallos sin flor o tallos ciegos (Figura 1) (Yong, 2004a).

2.5.3. Hojas

Las hojas del rosal están compuestas de tres o cinco folíolos, que terminan en un folíolo impar (hoja imparipinada) provistas en la base de dos estipulas (Figura 1) (Álvarez, 2007); además estas presentan una superficie lisa por la parte del haz y en el envés presentan nervaduras sobresalientes y rugosas que les proporcionan un aspecto característico (Hessayon, 2004).

2.5.4. Flores

Las flores del rosal son completas, de cinco sépalos y periginias, es decir, con el talamo de bordes más o menos elevados alrededor del gineceo, lo que le confiere formas de tasa o copa, y lleva inserto en lo alto de los sépalos, pétalos y estambres (Figura 1) (Yong, 2004a). Ávila (2013), menciona que según el número de pétalos las rosas pueden ser: sencillas (4- 7 pétalos), semidobles (8-14 pétalos), dobles (15-20 pétalos) y muy dobles (más de 40 pétalos).

2.5.5. Fruto

Los frutos del rosal botánicamente corresponden al tipo cinorrodón, indehiscentes, monospermos y duros (Álvarez, 1980); después de la caída de las flores, las vainas del fruto coloreadas y carnosas de algunos rosales arbustivos constituyen una nueva y hermosa decoración en el jardín otoñal. Se pueden encontrar de muchas formas (redondos, alargados, forma de botella) y colores (rojos, negros entre otros colores) y hasta los hay espinosos (Figura 1) (Yong, 2004a).

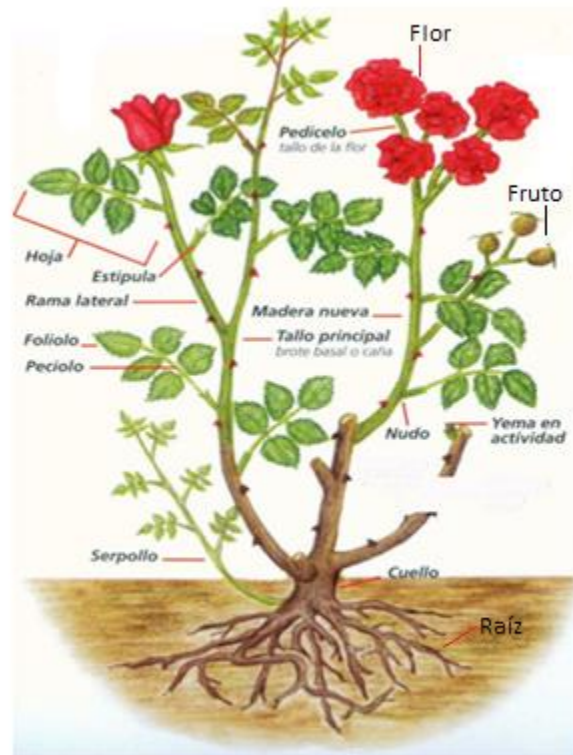


Figura 1. Partes que conforman la planta de *Rosa* sp. (Hessayon, 2004).

2.6. Patrones utilizados en la producción de rosa para flor de corte

En el cultivo moderno de la rosa se usan patrones para mejorar la producción de flores y la calidad de las variedades injertadas. El patrón influye sobre el crecimiento y desarrollo del injerto y al mismo tiempo difiere en su sensibilidad y/o efecto sobre: pH, condición nutricional (absorción de minerales y tolerancia a sales) y humedad del ambiente de producción, factores climáticos, resistencia a enfermedades, ciclo de vida, compatibilidad y tolerancia al invierno; existen diferentes patrones que varían en su efecto sobre estas características (de Hoog, 2003). Aunque, son numerosos los patrones tales como: *Rosa indica* "Major", *Rosa manetti*, *Rosa canina*, *Rosa laxa*, *Rosa multiflora*, *Rosa rugosa*, entre otros.

Bañon y colaboradores (1993), mencionan algunos patrones que se distinguen por su amplia distribución.

2.6.1. *Rosa indica* “Major”

Se adapta para cultivo en invernadero ya que transmite al cultivar la capacidad de vegetación y floración en cualquier época del año; presenta buena afinidad con los cultivares de mayor difusión; sin embargo, puede encontrar incompatibilidad con determinados cultivares, es el más empleado en España en la producción de rosa de corte; es poco exigente en temperaturas, estando adaptada a distintos tipos de suelo, incluso en aquellos con problemas de fertilidad y elevada presencia de caliza activa, transmite cierto vigor al cultivar (Bañon *et al.*, 1993). Presenta flores grandes, solitarias o dobles de color rosa, amarillo o blanco y un tallo sarmentoso y espinoso (Cruz, 2003).

2.6.2. *Rosa manetti*

Presenta un sistema radicular fino, abundante y superficial. Vidalie (2001), señala que al presentar un sistema radicular débil y superficial lo hace ser sensible a la sequía por lo que es empleado en los casos de incompatibilidad de ciertos cultivares con *R. indica*; es más exigente en temperatura que *Rosa indica*, aunque genera una madera más dura, y por lo tanto mayor resistencia a la manipulación. No presenta problema de incompatibilidad con las actuales variedades cultivadas; se le atribuye cierta capacidad de exaltar el color de las flores (Bañon *et al.*, 1993).

2.6.3. *Rosa canina*

Posee tallos arqueados a erectos, verdes a rojizos, sus hojas deciduas con tres a siete folíolos ovales; su inflorescencia está formada por una a cinco flores; sus frutos son ovoides, de color rojo intenso, sin glándulas (Damascos y Bran, 2006). *R. canina*, es muy utilizado en invernaderos en el centro de Europa, presenta una buena afinidad con la mayoría de las variedades cultivadas y se adaptan bastante bien a todos los terrenos y climas, parece ser que la calidad de las flores de las variedades injertadas sobre este portainjerto es mayor que en otros (Bañon *et al.*,

1993). Hessayon (2004), menciona que con frecuencia emite brotes y por ello su popularidad ha disminuido.

2.6.4. *Rosa laxa* y *Rosa multiflora*

Por otra parte, Hessayon (2004), indica que los portainjertos más empleados por los cultivadores de rosa son: ***Rosa laxa***, por dar buenos resultados, con alto porcentaje de prendimiento al trasplante, raramente emite brotes, esta planta prácticamente carece de espinas, lo cual facilita el injerto de escudete. ***Rosa multiflora***, produce las plantas más vigorosas, es una buena elección como trepadora, pero es difícil de injertar y puede presentar una vida corta.

2.6.5 Natal Briar (*Rosa* sp. Natal Briar)

Natal Briar es una variedad de patrón nuevo muy vigoroso comparándole con Canina y Manetti, está siendo utilizado en Holanda y Ecuador por su buena producción en invierno, se le otorga a la planta la característica de basalear muy poco. No es compatible con todas las variedades por ejemplo Escandas en Natal es más susceptible a ennegrecimiento de pétalos (Vinueza, 2014).

2.7. Fenología del cultivo de rosa

En promedio, el ciclo de un tallo floral es de 11 a 12 semanas, la mitad de este periodo es de crecimiento vegetativo y el otro reproductivo. El vegetativo se subdivide en inducción del brote y desarrollo del tallo floral, las hojas falsas están cerradas presentando en la mayoría de los casos un color rojizo característico. El periodo reproductivo se inicia con la inducción del primordio floral, “palmiche” que coincide con una variación del color del tallo y hojas de rojo a verde, seguido de los estadios fenológicos llamados “arroz” (diámetro de botón < a 0.4 cm), “arveja” (0.5 – 0.7 cm), que presenta hojas totalmente abiertas y el botón se observa más redondeado, “garbanzo” (0.8-1.2 cm), pierde el color rojizo en los tallos y hojas, “rayar color” (1.8- 2.9 cm) indica el momento cuando se separan ligeramente los sépalos por efecto del crecimiento del botón dejando ver el color de los pétalos y “corte” (> 3.0 cm), es el momento en que la flor llega a un punto de apertura

comercial, más no fisiológica. Se corta el tallo y se clasifica según la apertura de los pétalos (Rodríguez y Flórez, 2006).

2.7.1. Estadios de apertura del botón floral de la rosa

De acuerdo con Cid y Ayerra, (2001); el botón floral se clasifica en 4 etapas para determinar el corte (Figura 2).

- 1). Punto Color (PC): En esta etapa los sépalos comienzan a separarse y los pétalos se hacen evidentes mostrando pequeñas líneas de color
- 2). Corte (C): Las primeras dos líneas de pétalos han abierto, en esta etapa, se realiza el proceso de corte de los tallos florales. El tiempo de corte o el tipo de abertura estará determinado por la necesidad del mercado a la cual se dirige el producto
- 3). Corte Pasado (CP): Las primeras cuatro a seis líneas de pétalos han abierto, en esta etapa, se realiza igual el corte de los tallos y ya en el empaque se realiza la eliminación de pétalos abiertos.
- 4). Flor Abierta (FA): La flor se encuentra abierta en su totalidad, por lo que en este punto ha perdido su valor comercial. El corte se realiza para dar origen a un nuevo brote.

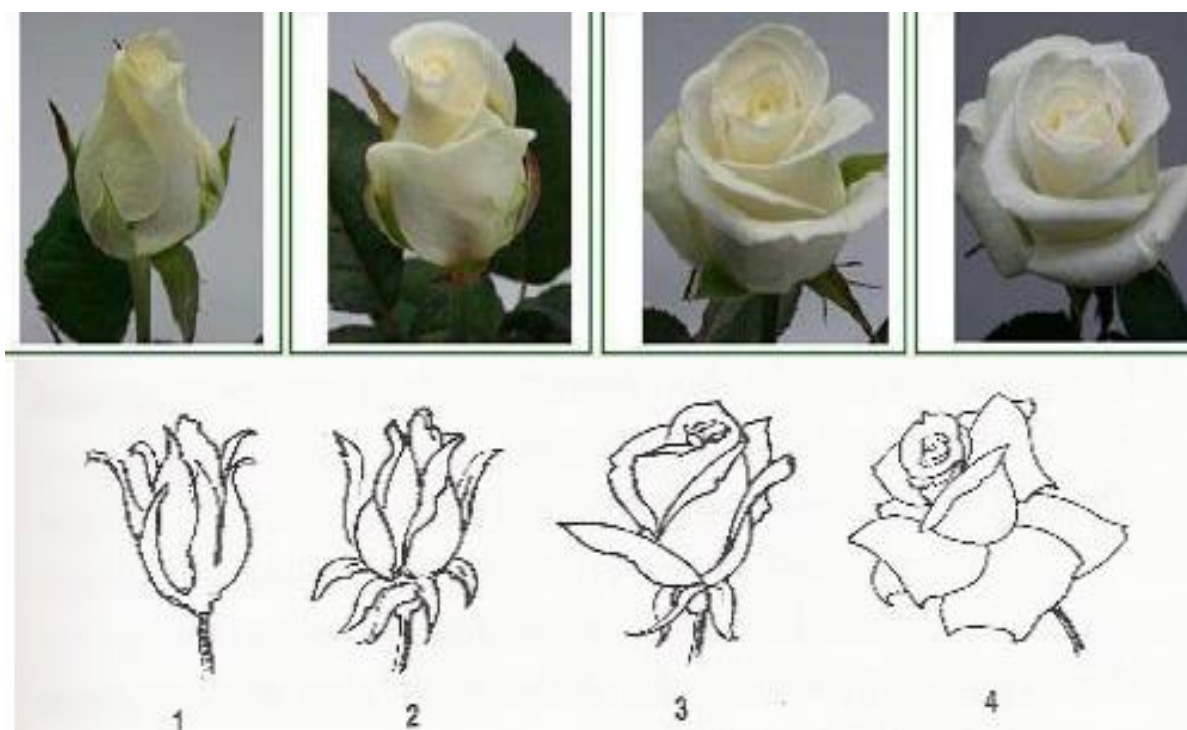


Figura 2. Estadios de apertura del botón floral de la rosa. (Fuente: Cid y Ayerra, 2001). Con adaptaciones en la descripción de las figuras.

2.8. Requerimientos edafoclimáticos

2.8.1. Temperatura

El cultivo de rosa bajo invernadero se considera una temperatura nocturna de aproximadamente 16 °C ser la óptima para el crecimiento. Bajo ciertas condiciones de cultivo las temperaturas ligeramente menores o mayores podrían mantenerse por periodos relativamente cortos sin efectos adversos serios. Las temperaturas diurnas generalmente se mantienen a 20 °C en días nublados y 24-28 °C en días soleados (Larson, 2004).

La temperatura diurna es un factor determinante que tiene efecto decisivo sobre la calidad y la producción. La velocidad de crecimiento se incrementa con la temperatura por lo cual se reduce el tiempo entre dos floraciones (Dorantes, 1984).

Mientras que, temperaturas nocturnas demasiado bajas ocasiona una reducción en la longitud del tallo (López, 1981).

2.8.2. Luminosidad

El factor luz es muy importante en el cultivo del rosal, dado los procesos de fotosíntesis requiere de 20,000 a 30,000 luxes, pero debido a que las plantas se hacen sombra una con otras, el punto de saturación para el cultivo puede ser tan alto como 100,000 luxes. Es decir, a mayor cantidad de luz recibida, mayor producción de flores, ya que se estimula un mayor número de yemas por tallo y por acortarse los días entre dos floraciones, así mismo, la longitud de los tallos florales se aumenta, básicamente por la mayor elongación del cuello de las flores (Hernández, 1988).

La productividad de rosas está en función de la incidencia de la luz solar, derivado de la eficiencia fotosintética de la planta. Así que la mayor cantidad de flores se obtiene durante los meses de marzo, abril y mayo, esto debido a la intensidad de luz solar que es lo suficientemente alta en este periodo; no obstante, las flores son de menor calidad (Mastalerz, 1965). El cultivo de rosa se le puede poner luz artificial y con esto florecen precozmente; sin embargo, su peso fresco es bajo y su tallo es corto. El incremento de rendimiento de flores bajo luz adicional se debe a que se estimula el crecimiento de un gran número de yemas axilares, pero se reduce la cantidad de fotosíntatos por brote disminuyendo la calidad de la flor para corte (Sedano, 1973).

2.8.3. Humedad ambiental

Los efectos de una humedad relativa entre el 70 y 80 % se han descrito incrementos de producción, mejoras de calidad, aumentos de superficie foliar entre otros; sin embargo, la alta humedad en el cultivo puede inducir a enfermedades del follaje, tales como el mildiu veloso, botrytis y la mancha negra (Salinger, 1991). Por otro lado, humedad relativa por debajo del 60 % puede ocasionar ciertos desarreglos

fisiológicos en determinados cultivares como la deformación de los botones, hojas menos desarrolladas, vegetación pobre y caída total de las hojas (Galbán, 1999),

2.8.4. Bióxido de Carbono

El CO₂ es un elemento dentro de la planta; es absorbido por las hojas y por la acción de la luz se transforma en azúcares en la reacción conocida como fotosíntesis. Por ello, el CO₂ puede también ser un factor limitante en este proceso o puede mejorar mucho la velocidad de fotosíntesis (López, 1981). El CO₂ puede también ser el factor limitante en este proceso que depende también de la temperatura; el rosal con niveles de 1 200 ppm aumenta su producción y calidad. Además, le confiere a la planta resistencia frente a niveles altos de salinidad (Fainstein, 1997).

Galbán (1999), señala que la concentración normal de CO₂ en el aire está en el orden de los 335 ppm, valor considerado demasiado bajo para obtener un máximo de actividad fotosintética, ya que existe una competencia entre el CO₂ y el O₂ atmosférico para ser fijados; así la concentración normal de O₂ en el aire (21 %) inhibe la absorción del CO₂ por la planta, incrementándose la fotorrespiración, lo que supone una pérdida neta de CO₂.

2.8.5. Salinidad

Peña (1999), menciona que para evitar problemas de fitotoxicidad en el cultivo de rosa la conductividad eléctrica no debe de sobrepasar 2 dS m⁻¹. Sin embargo, Ferrer y Salvador (1986) mencionan que los rosales pueden tolerar una conductividad de hasta de 3 dS m⁻¹.

2.8.6. Potencial Hídrico (Ψ)

El potencial hídrico de un medio es importante porque controla una cadena de factores que afectan la salud de la planta. Las plantas sólo toman nutrientes disueltos a través de las raíces. El Ψ del medio controla las reacciones químicas que determinan si los nutrientes van a ser disponibles para la absorción por las raíces o no disponibles para la absorción (insolubles); El rango óptimo de Ψ para la

producción de rosal se encuentra entre 6.0 y 7.5, lo que permite una amplia disponibilidad de los nutrientes (Bañon *et al.*, 1993).

2.9. Manejo del rosal

2.9.1. Propagación

La propagación del rosal puede ser por semillas, estacas, injertos de vareta e injertos de yema. La reproducción por semillas se utiliza por los genetistas de rosa para el desarrollo de nuevos cultivares. El método más utilizado para la propagación de cultivares es el injerto de yema (Larson, 2004).

El injerto se realiza sobre patrones de características apropiadas. Una nueva variedad puede ser buena en cuanto a la calidad de sus flores, pero su sistema radicular no suele ser tan bueno como el de determinadas especies silvestres y no hay razón para desaprovechar estas especiales características. Así, se suele seleccionar ciertas especies que poseen sistemas radiculares excepcionalmente buenos, e injertar sobre ellas las nuevas variedades. Resistencia de enfermedades, plagas, adaptación a amplios rangos de suelos y precocidad de producción, son solo algunas de las ventajas de utilizar la técnica del injerto (Albertos, 1969).

El injerto de yema consiste en hacer un corte vertical y otro horizontal en el patrón para formar una "T". La incisión se ubica bajo los brotes del patrón. Los cortes se hacen solamente a la profundidad de la capa del cambium. Una yema se retira de un brote previamente preparado de un cultivar escogido haciendo un corte poco profundo en rebanada para formar una pieza en forma de escudo como soporte de la yema. Se inserta entre las solapas formadas por la corteza en ambos lados de la "T", se amarra una liga alrededor del pedúnculo del porta injerto encima y debajo de la yema para mantenerlo en su lugar, de 3 a 4 semanas después de efectuado el injerto, el patrón se corta aproximadamente a un tercio de la longitud directamente por encima de la yema insertada, Figura 3 (Larson, 2004).



Figura 3. Proceso de injertación de rosa y su crecimiento. (Reyes Gutiérrez, 2021).

2.9.2. Preparación del suelo

El suelo debe presentar un buen drenado y aireado para evitar encharcamientos. La desinfección puede llevarse a cabo con calor o tratamiento químico. Se recomienda hacer un subsoleo lo más profundo posible, inmediatamente se añaden las enmiendas orgánicas y los abonos químicos de ser necesario. Todo se incorpora directamente con una labor de vertedera. Se debe considerar que el fósforo y el potasio son inmóviles, por lo que deberán estar al alcance de las raíces. Un riego, da por finalizada la preparación del suelo (Albertos, 1969).

2.9.3. Formación de la planta y su manejo

La formación de la planta consiste en darle la estructura que se necesita para su buen crecimiento; en el caso de la rosa, tiene el objetivo de facilitar el manejo y desarrollo de los tallos y lograr en el menor tiempo posible la mayor cantidad de área foliar (Eraso, 2000).

Una vez que la planta ha enraizado, esta se somete a una serie de prácticas agronómicas para que alcance un desarrollo que garantice una buena producción. Por lo que, no se aconseja aprovechar comercialmente los primeros tallos, ya que estos deben ser aprovechados para una buena formación de la planta (grosor de los tallos y número suficiente de ellos, según la variedad). Esto se consigue a base de pinzamientos (podas en verde), desbotonados, pinzamientos de brotes tiernos, dependiendo del tiempo que se disponga para formarla pues una vez que se comience a cosechar, es difícil mejorar la formación de la planta (Caballero,1990).

2.9.3.1. Pinzamiento y pinch

Es una técnica cultural que se realiza en la planta durante todo su ciclo productivo. Al cortar un tallo se estimula la brotación de una yema por debajo del lugar de corte; al cosechar un tallo floral, se pinza. También se usa esta técnica para el caso de tallos que por su grosor (demasiado delgados) no podrán aprovecharse comercialmente; estos tallos deben ser pinzados para estimular brotaciones vigorosas. Otra actividad que se realiza es el corte de la yema apical “despunte o pinch”, que consiste en cortar la yema terminal, de forma tal que se rompe la dominancia apical, permitiendo el desarrollo de tallos laterales; generalmente de seis a ocho que posteriormente se transformarán en flores (Yong, 2004b).

2.9.3.2. Desbotonado

En el caso de las variedades de rosas del tipo estándar que llevan una sola flor por tallo, los botones florales desarrollados en las yemas de la vara floral deben ser eliminados; esta técnica, se denomina desbotonado. La mayor o menor presencia de estos botones florales laterales es una característica de la variedad. Es recomendable desbotonar cuando estos son pequeños, para causar el menor daño posible en el tallo floral, ya que haciéndolo tarde se daña la calidad. Esta labor se realiza para que el alimento producido por la planta llegue únicamente al botón principal y no se pierda en los botones laterales, y así obtener un tallo más grueso y un botón más grande garantizando así una excelente calidad (Yong, 2004b).

2.9.3.3. Descabece

El descabece es la actividad en la cual se elimina el botón o la cabeza principal del tallo o planta, es decir, la de mayor desarrollo. Tiene como objetivo eliminar la dominancia apical que ejerce este botón y permitir que los fotosintetizados lleguen a los botones laterales y así lograr un desarrollo más rápido y uniforme y, por consiguiente, una floración más pareja (Yong, 2004b).

2.9.3.4. Desbrote

El desbrote es una de las labores que se efectúa junto con el desbotone, con el objetivo de dar mayor vigor a los tallos que han sido descabezados; esta actividad se hace especialmente en el cultivo de la rosa, cuando se han descabezado las flores cortas y se trabajan en los tallos delgados, para promover su crecimiento y engrosamiento, luego ser programado nuevamente y así obtener una flor de buena calidad. El procedimiento para realizar el desbrote es igual que para el desbotone (Yong, 2004b).

2.9.3.5. Desyemado

La técnica consiste en eliminar la flor de un tallo, cuando esta comienza a colorear, justo por debajo de la flor. Esto estimulará la brotación de las yemas superiores del tallo, y cuando los brotes tengan de 2 a 3 cm, estos deben ser eliminados, cortándolos; sucesivamente irán brotando las yemas que pasan a ser las más altas del tallo. La técnica finaliza cuando se pinza el tallo sobre la primera yema no desyemada. Esta técnica sirve para que la planta acumule reservas extras y es fácilmente observable, ya que la planta adquiere un color verde más intenso y hojas más grandes; además, estimula la salida de brotaciones o chupones de la zona del injerto; por lo tanto, sirve para ir renovando la planta (Yong, 2004b).

2.9.3.6. Poda

Consiste en el corte y la remoción dirigida del material vegetal para renovar la parte aérea, regular la altura de las plantas, aprovechar las reservas acumuladas,

prolongar la vida de las plantas, obtener flores de mejor calidad y programar la producción para fechas o fiestas específicas. A través de la poda, se estimula el crecimiento del rosal y su forma. Pero hay que hacerlo en el momento justo, ya que la floración se puede ver retrasada. La mejor poda que podemos realizar es en el momento de cortar la flor; esta se realiza sobre la segunda o tercera hoja de cinco foliolos, a partir de la base del tallo floral, nunca sobre una yema acompañada de una hoja de tres foliolos, ya que esta es una yema juvenil que no producirá ninguna flor (Buyatti, 2003; Larson, 2004).

2.10. Nutrientes y su función

Actualmente la fertilización se realiza a través del riego (fertirrigación) y aplicaciones de fondo al suelo, teniendo en cuenta los resultados del análisis de suelo, agua y sabia del cultivo. Este tipo de herramienta permite saber en qué condiciones se encuentra el suelo, el tipo de pH, CE, cantidad de macro y micro nutrientes que hay en la solución del suelo. Posteriormente se realizan ajustes teniendo en cuenta las necesidades del cultivo (Manzanares, 1997) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Nutrientes y su función en la planta de rosa.

Elemento	Función
Nitrógeno (N)	El nitrógeno estimula el crecimiento de las hojas y los tallos y aumenta el tamaño de las hojas.
Fosfatos (P_2O_5)	Los fosfatos estimulan el crecimiento de raíces y de los tallos y aceleran la floración.
Potasio(K_2O)	El potasio estimula la producción de flores de gran calidad. También aumenta la resistencia a la sequía y a las enfermedades.

Calcio (Ca)	El Ca, Mg, Fe y B mantienen el color verde normal del follaje, de tal modo que ni el crecimiento ni el aspecto de la planta se estropean por la decoloración y la caída prematura de las hojas. El boro evita la deformación de los folíolos y el calcio reduce la extensión de la podredumbre de los tallos.
Magnesio (Mg)	
Hierro (Fe)	
Boro (B)	

Fuente: Manzanares (1997).

3. Principales plagas del rosal bajo invernadero

Las plagas son consecuencias de deficiencias en el manejo cultural y agronómico del cultivo (excesiva o escasa humedad, poca aireación, daños mecánicos, y deficiencias nutricionales) que pueden afectar toda la planta generando problemas más serios y complejos. El cultivo del rosal es sometido a varios ciclos continuos durante toda su vida útil que pueden ser hasta de 18 años dependiendo de la demanda en el mercado. Esto se puede lograr aprovechando el clima de las regiones florícolas, o bien, modificando el mismo, con manejo de invernadero. En ambos casos, el ataque por plagas (Cuadro 4) es inminente, por lo que es necesario llevar a cabo programas fitosanitarios rigurosos para mantener al cultivo en estado óptimo. Se ha observado en el sistema productivo de la rosa que tiene pérdidas considerables en cantidad y calidad; que han provocado, además, un incremento en costos de producción dado el aumento económico de los agroquímicos y los cambios climáticos drásticos que hacen un difícil manejo del cultivo y bajas posibilidades de exportación (Rodríguez, 1999).

Cuadro 4. Principales plagas que se presentan en el cultivo de rosa bajo invernadero.

Nombre científico	Nombre común
<i>Tetranychus urticae</i>	Araña roja
<i>Macrosiphum rosea</i>	Pulgón verde
<i>Frankliniella occidentalis</i>	Trips
<i>Spodoptera</i> sp, <i>Plusia</i> sp, <i>Heliothis</i> sp.	Larvas
<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Mosca blanca
<i>Aphis gossypii</i>	Áfido de algodón

Fuente: Rodríguez, (1999).

3.1. Araña roja (*Tetranychus urticae*)

Es una de las plagas más importante en el cultivo de rosal, ya que la infestación ocurre rápidamente y puede causar daños considerables antes de que se reconozca. Se desarrolla principalmente cuando las temperaturas son elevadas y la humedad ambiente es baja. Los daños se reflejan en la reducción de la fotosíntesis, además, afecta la apertura de las estomas, la transpiración y el contenido de clorofila en el cultivo (Gregory, 2002).

3.1.1. Daños que ocasiona

Debido a su tamaño diminuto, el ácaro es de difícil detección en sus inicios de infestación; sin embargo, se detecta por su alimentación ya que este la obtiene penetrando el tejido de hoja con su aparato bucal y se encuentra sobre toda la superficie inferior de la hoja. Cuando el ácaro extrae la savia, el tejido fino del mesófilo se destruye apareciendo manchas cloróticas pequeñas y más adelante, las hojas se tornan de color amarillo, gris o bronce llegando a ocurrir la defoliación si los ácaros no son controlados (Gregory, 2002).

3.1.2. Control químico

Este método se ha utilizado desde los inicios de la agricultura moderna, para poder competir con las plagas y enfermedades que merman a los cultivos. En el caso de la araña de dos manchas el uso de plaguicidas es la táctica de control más utilizada por la fácil disponibilidad de estos en el mercado (Cuadro 5). Lo que ha generado una lucha incesante en la búsqueda de nuevas sustancias con mayor capacidad de control y que represente un menor riesgo para el hombre y su ambiente (Velasco y Pacheco, 1968).

Cuadro 5. Control químico de *Tetranychus urticae* con productos registrados y dosis utilizadas en la región sur del Estado de México.

Nombre Comercial	Ingrediente Activo	Estadio en que actúa	Dosis en 200 L de agua (g o ml)
Omite	proporgite	Adultos	100
Folimat	omeoato	Adultos	60
Lucatina	abamectina	Adultos	60
Herald	fenpropatrin	Adultos	100
Biomec	abamectina	Adultos	60
Agrimec	abamectina	Adultos	60
Cascade	flufenoxuran	Ovicida	60
Avolant	fenpyroximate	Ninfa y Adulto	100
Kanemite	acequinocyl	Ninfa y Adulto	100
Oviplus	sulfucionato de dioetilo	Ovicida	60
Monitor	metamidofos	Adultos	80
Metamidofos	metamidofos	Adultos	80
Danisaraba	cyflumetofan	Ovicida y Adulto	60
Doom	Diclorvos	Adultos	100
Oberon	spiromesifam	Huevos, Ninfa y Adulto	100

Elaboración propia.

3.1.3. Control biológico

Este método de control se ha practicado desde hace mucho tiempo y consiste en usar a los enemigos naturales de una plaga, para así mantener sus fluctuaciones poblacionales por debajo de los umbrales económicos (Figura 4) (Metcalf y Flint, 1976).



Figura 4. Organismos utilizados para el control biológico de *Tetranychus urticae*. a) *Feltiella acarisuga*, b) *Phytoseiulus persimilis*, c) *Neoseiulus californicus* (Koppert, 2022).

3.2. Pulgón (*Macrosiphum rosea*)

Varias especies de áfidos se alimentan de plantas de rosa, pero la especie predominante es el áfido de la rosa (*Macrosiphum rosae*). Los áfidos del rosal son pequeños (aproximadamente 0.31 cm). Son de cuerpo blando, en forma de pera, los áfidos se alimentan de la savia de la planta con sus piezas bucales chupadoras. Una población baja de áfidos causa poco daño a un rosal. Sin embargo, los áfidos se reproducen rápidamente y pueden alcanzar altas poblaciones que causan daño. Su alimentación produce un crecimiento distorsionado. Infestaciones fuertes pueden reducir el número y la calidad de las floraciones. A medida que se alimentan,

los áfidos excretan una sustancia azucarada sobre el cual se desarrolla un hongo conocido como fumagina (Gregory, 2002).

3.2.1. Daños que ocasiona

Los áfidos pueden ocasionar distintos daños (Figura 5). Los directos se presentan cuando se alimentan sobre el floema de la planta. Las ninfas y los adultos extraen nutrientes de la planta y alteran el balance de las hormonas del crecimiento. Esto origina un debilitamiento, se detiene el desarrollo y provoca que las hojas se enrollen. Si el ataque es severo la planta puede secarse. La detención del desarrollo o la pérdida de hojas se traducen en una reducción de la producción final (Gregory, 2002).

Los daños indirectos se generan como consecuencia de la alimentación, ya que la savia es pobre en proteínas y rica en azúcares, por lo que los áfidos deben tomar gran cantidad para conseguir suficientes proteínas. Entonces estos excretan el exceso de azúcar como melaza que se deposita en el haz y envés de las hojas. Esto favorece el desarrollo de hongos como; *Cladosporium* sp. y *Capnodium* sp., que da lugar a una reducción de la actividad fotosintética de la planta y al descenso de la producción.



Figura 5. Daño de pulgón sobre botón de rosa (Foto cortesía de Garcia-Velasco R. 2022).

3.2.2. Control químico

Los productos sistémicos más comunes son: Acefato (Orthene 75 % SP), Imidacloprid (Imaxi 350 SC) y Malatión (Malathion 50 % EC) (Felipe, 2016).

Cuadro 6. Control químico de *Macrosiphum rosea* con productos registrados y dosis utilizadas en la región sur del Estado de México.

Nombre Comercial	Ingrediente Activo	Estadio en que actúa	Dosis en 200 L de agua (g o mL)
Pirimor 50	Pirimicarb	Adultos	40
Orthene ultra	Acefate	Adultos	200
Perfection	Dimetoato	Adultos	80
Afidox	Dimetoato	Adultos	80
Muralla	Imidaclorid	Adultos	60
Torreto	sulfoxaflor	Adultos	50
Folimat	omeoato	Adultos	60
Fidato	sulfosafor + spinoteran	Adultos	30
Lucamet	metamidofos	Adultos	80

Elaboración propia.

3.2.3. Control biológico

Liberación de individuos del orden Neuroptera (*Chrysoperla* sp. y *C. formosa*) y del orden Coleoptera (*Coccinella septempunctata*), predan estados larvales y huevos. Así mismo, Velásquez (2017) señala que pulverizaciones con *Verticillium lecanii*, *Beauveria vuill*, *Entomophthora* spp. y *Pandora neoaphidis*, generan represión sobre la plaga (Felipe, 2016).

3.3. Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Varias especies de trips se alimentan de plantas de rosa. Dos de los más comunes son *Frankliniella tritici* y *F. occidentalis*. Los trips adultos de ambas especies son insectos diminutos de color marrón amarillento con alas con flecos o plumas. Con menos de 0.15 cm de largo, son apenas visibles con lupa. Sin embargo, soplando levemente en las flores y las hojas hace que los trips se muevan alrededor, haciéndolos más fáciles de ver. Tanto los trips inmaduros como los adultos se

alimentan raspando las células superficiales para succionar la savia de las plantas. Se alimentan de hojas y pétalos de las flores con la mayoría de su daño a las rosas que ocurren desde principios de verano. Su alimentación puede dar lugar a brotes distorsionados que se abren sólo parcialmente o abortan prematuramente (Gregory, 2002).

3.3.1. Daños que ocasiona

La alimentación en los pétalos puede dar lugar a pétalos rayados con blanco plateado o marrón, así como pétalos con bordes dorados. Las flores blancas y de color claro parecen ser particularmente atractivas para los trips. Las hojas jóvenes pueden ser distorsionadas y moteadas con amarillo como resultado de la alimentación de los trips (Figura 6) (Gregory, 2002).



Figura 6. Daño causado por *Frankliniella occidentalis* (Reyes Gutiérrez, 2021).

3.3.2. Control químico

La dificultad de un control químico eficaz, que se complica además con la aparición de resistencia a insecticidas y ha hecho que se preste cada vez más atención a las

Evaluación de *Bacillus subtilis* (Ehrenberg, 1835) Cohn, 1872 y ácido ascórbico para el manejo de *Peronospora sparsa* Berk. en el cultivo de *Rosa hybrida* var. Samourai bajo invernadero

medidas culturales y sobre todo al uso de enemigos naturales para un control efectivo (Domínguez, 1990).

Cuadro 7. Control químico de *Frankianela occidentalis* con productos registrados y dosis utilizadas en la región sur del Estado de México.

Nombre Comercial	Ingrediente Activo	Estadio en que actúa	Dosis en 200 L de agua (g o ml)
Muralla	Imidaclorid	Adultos	40
Trigard	Cyromazina	Adultos	100
Regent	Fipronil	Adultos	40
Orthene	Acefate	Adultos	200
Perfection	Dimetoato	Adultos	80
Afidox	Dimetoato	Adultos	80
Karate zeon	landacyhalotrina	Adultos	50
Folimat	omeoato	Adultos	60
Spintor	spinosad	Adultos	40
Tracer	spinosad	Adultos	20
Knack	pyriproxifen	Adultos	60
Palgus	spinoateram	Adultos	75

Elaboración propia.

3.3.3. Control biológico

Liberaciones de organismos depredadores como *Amblyseius barkeri* (Hughes), *A. cucumeris* (Oudemans), *Neoseiulus californicus* (McGregor), *Orius insidiosus* (Reuter) *O. laevigatus* (Fieber) reduce las poblaciones. Así mismo, pulverizaciones con *Verticillium lecanii* (Rosero, 2018).

4. Principales enfermedades del rosal bajo invernadero

4.1. Mildiu polvoso o cenicilla (*Podosphaera pannosa* (Wallr.) de Bary)

La enfermedad conocida como cenicilla es causada por el hongo *P. pannosa* (Syn. *Sphaerotheca pannosa*) y se considera una de las enfermedades más importantes de las rosas en el mundo (Leus *et al.*, 2006; Scarito *et al.*, 2007) para la producción de flor de corte (Linde y Debener, 2003; Leus *et al.*, 2006; Pasini *et al.*, 2007). Este patógeno forma micelio blanco pulverulento que se desarrolla sobre las hojas, tallos y flores del hospedante, forma apresorios superficiales y haustorios que penetran a través de la cutícula e ingresan a las células epidérmicas (Figura 7). Este hongo no mata a su hospedero, pero consume sus nutrientes, reduce la fotosíntesis, e incrementa la respiración y la transpiración (Agrios, 2016). Por lo anterior, causa pérdidas económicas significativas, al repercutir en la productividad, calidad y valor comercial (Yan *et al.*, 2006). Además, los costos de producción aumentan por las aplicaciones de fungicidas para controlar la enfermedad, lo cual puede causar fitotoxicidad y provocar la selección de poblaciones resistentes del patógeno (Pasini *et al.*, 1997).

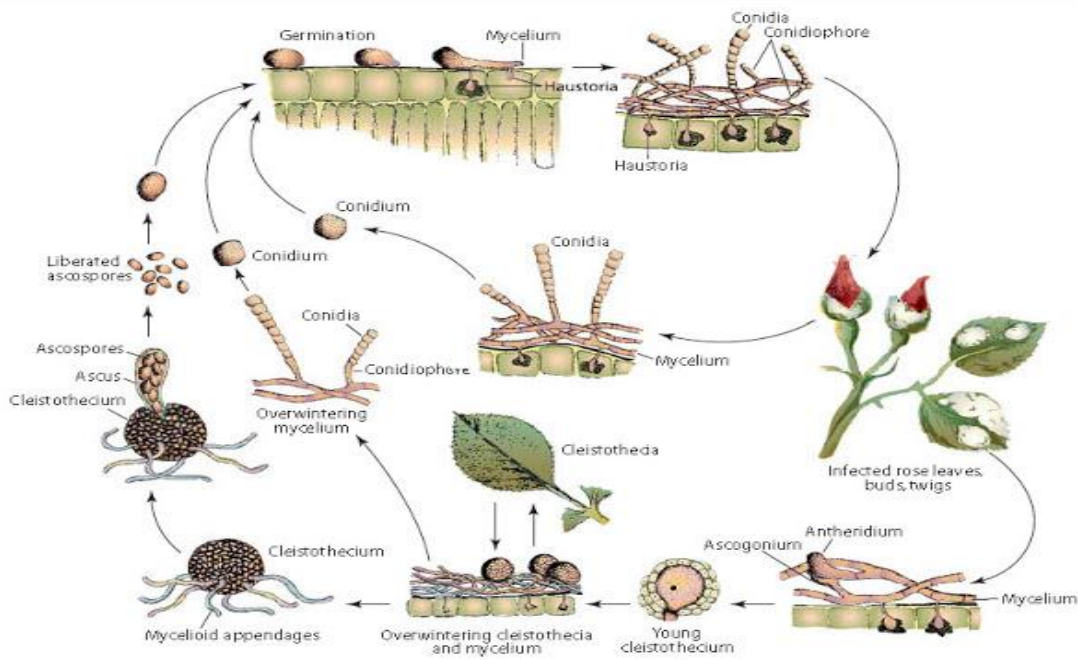


Figura 7. Ciclo biológico de mildiu polvoso o cenicilla (*Podosphaera pannosa*) (Agrios, 2005).

4.1.1. Desarrollo del patógeno

Crece bien sobre tejido joven, produciendo abundante micelio de color blanco en cultivares susceptibles (Figura 8). Los tejidos de los rosales son más resistentes a la infección con la edad. En las hojas la resistencia parece estar asociada al incremento del grosor de la cutícula y pared epidérmica externa, aunque no está claro si este incremento del grosor previene directamente la penetración o si está asociado con otros cambios fisiológicos en el hospedero perjudiciales para el hongo (Sinobas, 1997).



Figura 8. *Podosphaera pannosa* sobre hoja de rosa. (Foto cortesía de Garcia Velasco R. 2022).

Las condiciones óptimas para su desarrollo son temperatura de 20 °C y 100 % de humedad relativa, los conidios inician la germinación al cabo de 3 - 4 horas de haber caído sobre las hojas y peciolo. Al cabo de 16 a 20 horas, los haustorios pueden detectarse y, a partir de este momento, el crecimiento micelial es rápido y se producen muchas ramificaciones. A partir de 48 a 72 h, se forman cadenas de conidios, al principio, en el envés de las hojas jóvenes del rosal y posteriormente, en los distintos órganos (Sinobas, 1997).

Cuadro 8. Condiciones óptimas de temperatura y humedad relativa para el agente causal de la cenicilla en rosa.

Fases biológicas	Temperatura en °C.	Humedad relativa HR %
Germinación de conidios	8 a 25 (2 a 6 horas)	>90
Desarrollo del micelio	18 a 35	40
Producción, maduración y liberación de conidios	18 a 25	40 con corrientes de aire

Fuente: (Velasteguí, 2007).

4.1.2. Control químico

El control de *P. pannosa* se basa principalmente en la aspersión de fungicidas a intervalos de 7-14 días (Debener y Byrne, 2014). Aplicaciones continuas de estos químicos incrementan los costos de producción y pueden generar selección de poblaciones resistentes de *P. pannosa* (Daughtrey y Benson, 2005). Fungicidas para su manejo y disponibles en la zona florícola sur del Estado de México se muestran en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Fungicidas disponibles para el manejo de *Podosphaera pannosa* en el corredor florícola del sur del Estado de México.

Nombre Comercial	Ingrediente Activo	Modo de acción	Dosis en ml / 200 L
Stroby defense	kresoxin metil	Contacto (curativa)	50
Nimrob	bupirimato	Sistémico (curativo)	125
Headline	piraclostrobina	Sistémico (curativo)	50
Amistar	azosxitrobin	Sistémico (preventivo y curativo)	60
Meltatox	dodemorf	Sistémico (preventivo y curativo)	200
Lucaflow	azufre elemental	Contacto (preventivo)	250
Consismax	triofloxystrobin + tebuconazole	Sistémico (preventivo y curativo)	60
Saprol	triforine	Contacto y sistémico (preventivo y curativo)	100
Cabrio C	boscalid + pyraclostrobin	Sistémico (curativo).	60
Headline	piraclostrobina	Sistémico (curativo)	50

Elaboración propia.

4.1.3. Control biológico

Se han reportado hongos como *Ampelomyces quisqualis* Ces., *Cladosporium oxysporum* (Berk. & Curt.), *Tilletiopsis* sp. y *Verticillium lecanii* (Zimm.), que parasitan o son antagonistas de la cenicilla del rosal (Bélanger *et al.*, 1994; Ng *et al.*, 1997; Pasini *et al.*, 1997; Agrios, 2016).

4.2. Moho gris (*Botrytis cinerea* Pers.)

Esta enfermedad se conoce por varios nombres como “moho gris”, “podredumbre gris”, “tizón de la flor”; en inglés se llama “gray mold”. El tizón por *Botrytis* ocurre donde sea que se cultiven rosas a la intemperie o en invernadero y desde los años setenta ha sido reportada como un problema en EE. UU., Iraq, Japón, India y Canadá (Horts y Cloyd, 2007).

4.2.1. Desarrollo del patógeno

Botrytis cinerea inverna en el suelo, el cual se desarrolla sobre restos vegetales que pudieran portar esclerocios o micelio del hongo. El micelio requiere un clima húmedo y moderadamente frío para que se desarrolle adecuadamente, y el conidio germine, penetre e invada a los tejidos produciéndose la infección (Cuadro 10). El patógeno muestra actividad a bajas temperaturas y produce pérdidas considerables en cosechas que se han mantenido almacenadas durante largos periodos, aun cuando las temperaturas estén entre 0 y 10 °C. Los conidios que han germinado rara vez penetran directamente en los tejidos que muestran un crecimiento activo, pero lo hacen en tejidos de la planta a través de heridas o después de que se han desarrollado durante un cierto tiempo y han formado micelio sobre los pétalos de flores, follaje en estrés de las plantas. Por lo común, los esclerocios de este hongo germinan produciendo filamentos miceliales que infectan directamente a los tejidos del hospedante, pero en algunos casos dichos esclerocios germinan produciendo apotecios y ascosporas (Figura 9) (Agrios, 2016).

Cuadro 10. Condiciones de temperatura y humedad relativa óptimas para el desarrollo de *Botrytis cinerea*.

Fases biológicas	Temperatura en °C	Humedad Relativa %
Germinación de conidios	20 a 24	93
Desarrollo de micelio y esporulación	14 a 16	93
Maduración, liberación y diseminación de conidios	15 a 20	93-100

Fuente: Velasteguí, 2007

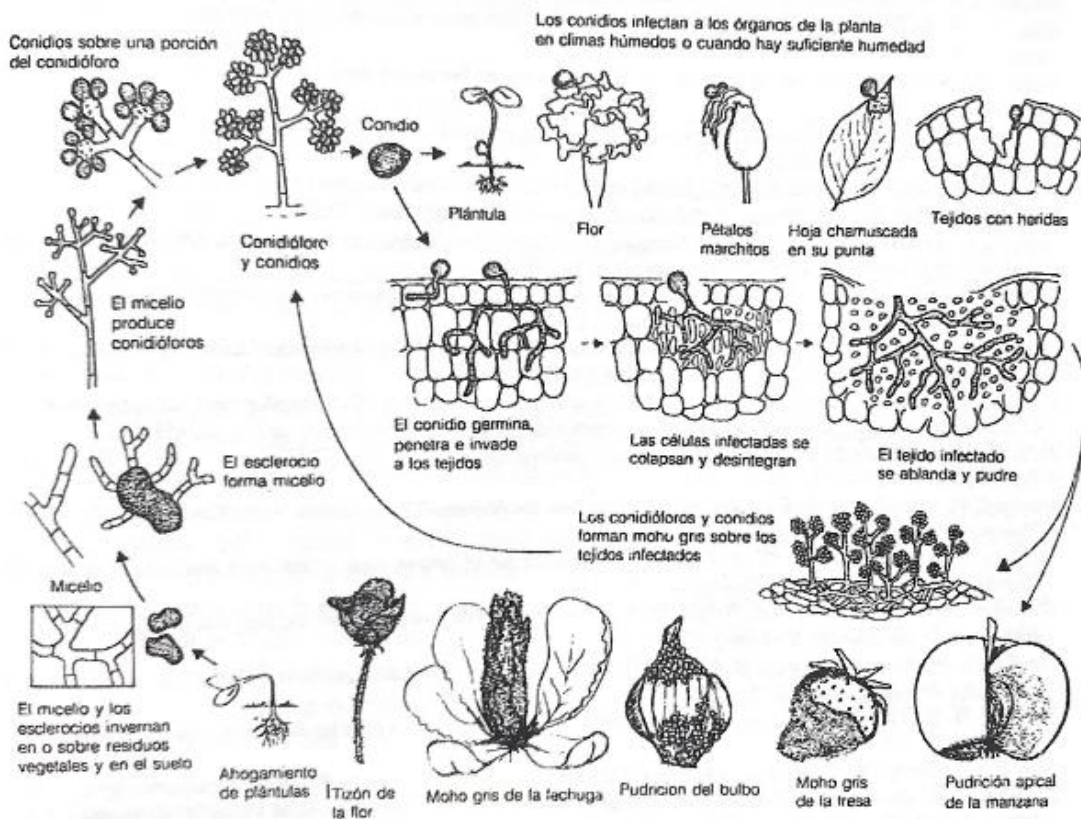


Figura 9. Ciclo Biológico de *Botrytis* spp. (Agrios, 2016).

4.2.2. Control químico

El control químico es el principal método utilizado en campo, en invernaderos y en almacenes, consiste en la utilización de compuestos químicos que son tóxicos para los patógenos (Agrios, 2016). Para controlar el ataque por hongos en el mercado existe una gran cantidad de fungicidas, compuestos químicos, que matan o inhiben el crecimiento de un hongo; estos se clasifican básicamente en tres tipos que son protectores o de contacto, erradicantes y sistémicos (Mendoza, 2002). Fungicidas para su manejo y disponibles en la zona florícola sur del Estado de México se muestran en el Cuadro 11.

Evaluación de *Bacillus subtilis* (Ehrenberg, 1835) Cohn, 1872 y ácido ascórbico para el manejo de *Peronospora sparsa* Berk. en el cultivo de *Rosa hybrida* var. Samourai bajo invernadero

Cuadro 11. Fungicidas disponibles para el manejo de Botrytis en el corredor florícola del sur del Estado de México.

Nombre Comercial	Ingrediente Activo	Modo de Acción	Dosis / 200 L de agua
Fontelis	Penthiopyrad	Sistémico (preventivo y curativo)	100
Piros 70	tiofanato metilico	Sistémico (preventivo y curativo)	200
Talonil 75	Clorotalonil	Contacto (preventivo y curativo)	240
Prozycar	Carbendazim	Sistémico (preventivo y curativo)	120
Cupravit	oxicloruro de cobre	Contacto (preventivo)	400
Promyl	Benomilo	Sistémico (preventivo y curativo).	100
Cercobin	tiofanato metilico	Sistémico (curativo)	200
Captan 50	Captan	Contacto (preventivo)	400
Baktillis	basillis subillis	Contacto (preventivo)	400
Rovral	Iprodioma	Contacto (curativo)	100
Scala	Pirimetaniil	Sistémico (curativo)	100
Tecto 60	Tiabendazol	Sistémico (preventivo y curativo)	100
Shogun	Fluazinam	Contacto (preventivo)	125
Sportak	Procloraz	Contacto y sistémico (preventivo y curativo)	100
Benolate	Benomilo	Sistémico (preventivo y curativo)	100
Cantus	Boscalid	Sistémico (preventivo)	60
Cabrio C	boscalid + pyraclostrobin	Sistémico (curativo)	60
Proyetil	Benomilo	Sistémico (preventivo y curativo)	100

Elaboración propia.

4.2.3. Control biológico

El control biológico es una de las principales tácticas del manejo integrado de plagas y enfermedades. Dentro del invernadero, consiste principalmente en el aumento de enemigos naturales (Huerta y Chavarín, 2002), sugieren la utilización de *Clonostachys rosea* f. sp. *rosea* (Link) Schroers, complementado con otras medidas de control para reducir la esporulación del patógeno. En el caso del cultivo de manzano se utiliza *Trichoderma harzianun* para el control de *B. cinerea* (Agris, 2016).

4.3. Mildiu velloso (*Peronospora sparsa* Berk.)

El género *Peronospora* spp. juega un papel importante en la agricultura, se reportan alrededor de 394 especies de este pseudohongo (oomiceto) sobresalen algunas especies por los daños que causan en los cultivos de importancia económica.

La clasificación taxonómica de los oomicetos ha sido muy discutida; su origen aún no se ha comprendido completamente, pero parecen provenir de protistas depredadores biflagelados de vida libre. Los pseudohongos (Pseudofungi) son protistas fungoides o mohos que se asemejan a los hongos verdaderos pero que en realidad no están emparentados con ellos, ya que son heterocontos [heterocontos (Heterokonta) o eustramenopilos (Stramenophiles) son una de las líneas evolutivas principales de Eukarya, con unas 25 000 especies descritas. El término "heteroconto" hace referencia a la presencia de flagelos desiguales, característica del grupo]. Están conformados por dos grupos principales que son multicelulares: oomicetos e hifomycotinos, los cuales, al igual que los hongos, son heterótrofos, osmótrofos y forman hifas o filamentos miceliales, pero a diferencia de ellos sus paredes contienen celulosa. Se consideran algas heterótrofas que, en la evolución, habrían perdido sus cloroplastos (Thines y Choi, 2016; Yoon *et al.*, 2009). Su clasificación taxonómica de acuerdo con el catálogo de la vida (Catalogue of life, 2022) es de la siguiente forma Reino: Chromista, Phylum: Oomycota, Clase: Peronosporales, Orden: Peronosporales, Familia:

Peronosporaceae, Genero: *Peronospora*, Especie: *Peronospora sparsa*. Sin embargo, para Cavalier-Sith (2010) sería de la siguiente manera; Reino: Chromista, Subreino: Horosa (SAR), Infrarreino: Halvaria, Superfilo: Heteroconta (Stramenopiles), Filo: Pseudofungi.

Peronospora sparsa es un microorganismo biotrofo que puede causar pérdidas hasta de un 100% de los tallos destinados a la producción, en variedades susceptibles y en condiciones ambientales favorables (Suárez, 1999), *P. sparsa* se reporta causando daños significativos en países como Colombia, Estados Unidos, México y Nueva Zelanda (Arbeláez, 1999; Walter *et al.*, 2004; García *et al.*, 2011). Arbeláez (1999), reporta pérdidas entre el 50 y 75% de la producción y en México puede llegar a causar pérdidas entre el 50 y el 100% de la producción (García *et al.*, 2011).

4.3.1. Desarrollo del patógeno

Estudios epidemiológicos han determinado que las condiciones favorables para el desarrollo de *P. sparsa* en rosa bajo invernadero corresponden a temperaturas que oscilan entre 15 y 20 °C durante el proceso de infección y de 20 a 25 °C para la colonización del patógeno; la infección está influenciada por la presencia de una lámina de agua libre sobre la superficie del tejido por un período mínimo de dos horas; la severidad de la enfermedad se incrementa significativamente cuando la humedad de la hoja se mantiene por más de 10 h. Bajo estas condiciones óptimas, el período de latencia del patógeno se ha estimado entre cuatro y siete días, determinándose además que *P. sparsa* es capaz de iniciar su ciclo de infección a temperaturas tan bajas como 5 °C, siempre y cuando exista una lámina de agua sobre el tejido durante al menos ocho horas (Aegerter *et al.*, 2003)

4.3.2. Control químico

Actualmente el manejo de *P. sparsa* está basado principalmente en la aplicación de fungicidas (Quiroga y Arbeláez, 2004), el metalaxyl o mefenoxam es uno de los fungicidas más utilizados para el manejo de enfermedades causadas por

Evaluación de *Bacillus subtilis* (Ehrenberg, 1835) Cohn, 1872 y ácido ascórbico para el manejo de *Peronospora sparsa* Berk. en el cultivo de *Rosa hybrida* var. Samourai bajo invernadero

Oomycetes (Gisi, 2002); el metalaxyl es un fungicida sistémico, actúa interfiriendo con la síntesis de ácidos nucleicos mediante la inhibición de ARN ribosómico y ha mostrado buen control sobre *P. sparsa* en rosa en inmersiones del patrón Manetti, reduciendo notablemente la enfermedad (Aegerter *et al.*, 2002).

Las aplicaciones consecutivas de estos fungicidas durante el ciclo del cultivo tienen la desventaja de favorecer la aparición en poco tiempo de cepas de Oomycetes con resistencia a los fungicidas, como el Metalaxyl con *P. destructor* (Develash y Sungla, 1997). Fungicidas para su manejo y disponibles en la zona florícola sur del Estado de México se muestran en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Fungicidas disponibles para el manejo de *Peronospora sparsa* en el corredor florícola del sur del Estado de México.

Nombre Comercial	Ingrediente Activo	Modo de Acción	Dosis en 200 L de agua (g o ml)
Alitte	fosetil aluminio	Sistémico (curativo)	250
Alleato	fosetil aluminio	Sistémico (curativo)	250
Cyrizate	cymoxanil + mancozeb	Contacto y sistémico (preventivo y curativo)	250
Ridomil 480 SI	metalaxil.	Sistémico (curativo)	50
K 3	cymoxanil + hidroxido + mancozeb	Contacto y sistémico (preventivo y curativo)	250
Folpan	folpet	Preventivo	400
Cimox	cymoxianil	Contacto y sistémico (preventivo y curativo)	200
Ridomil Gold Bravo	metalaxil + clorotalonil	Contacto y sistémico (preventivo y curativo)	200
Consento	propamocab	Preventivo	125
Ranman	ciazofamida	Preventivo	40
Forum	dimetomorf	Preventivo	100
Multiprotek	fosfito de potasio	Preventivo	200
Cabrio C	boscalid + pyraclostrobin	Sistémico (curativo)	60

Elaboración propia.

4.3.3. Control biológico

4.3.3.1. *Bacillus subtilis*

Una alternativa más para disminuir la contaminación por el uso de agroquímicos sintéticos en el manejo de enfermedades es el uso de antagonistas del género *Bacillus*, ya que son eficaces por sus propiedades de inhibición de organismos fitopatógenos (Aino *et al.*, 1997).

El principal género de bacterias formadas de endosporas es el de la familia Bacillaceae, la cual comprende de cinco géneros ampliamente reconocidos: *Bacillus*, *Sporolactobacillus*, *Clostridium*, *Desulfotomaculum* y *Sporosarcina*. Siendo el género *Bacillus* el de mayor importancia por su gran contribución en el desarrollo de la microbiología, en 1872 fue reportada por primera vez por Cohn, quien nombró a *Bacillus subtilis* como la primera especie de este género. *B. subtilis*, forma endosporas y producen metabolitos secundarios que reducen la posibilidad de desarrollar resistencia por parte del patógeno. También presentan la ventaja de que se degradan de forma paulatina. El grado de ataque de estos antagonistas depende de factores como el ambiente, el estado del tejido vegetal y, en el caso de los hongos, de la cantidad y calidad del inóculo para poder inhibir el crecimiento micelial de fitopatógeno (Aguilar *et al.*, 2007).

Santander (2012), ha demostrado que *B. subtilis* no solo produce compuestos antibacteriales de la familia de las iturinas sino también antifúngico como la subtilina, por lo tanto puede actuar como un fungicida de contacto de acción preventiva y curativa dado que presenta lipopéptidos que actúan sinérgicamente y destruyen las paredes celulares de los patógenos, ocasionando su muerte, inhiben la formación del tubo germinativo, evitando su colonización y previenen la germinación de esporas, evitando su proliferación; al instalarse en la planta produce fitoalexinas que les dan resistencia a las plantas al ataque de hongos, bacterias y nemátodos patógenos.

4.3.3.2. Ácido ascórbico

El ácido ascórbico (AA) o vitamina C es un componente común de las plantas. Puede oxidarse a ácido deshidroascórbico por la oxidasa del ácido ascórbico. La oxidasa del ácido ascórbico parece existir como una enzima libre o como adherida a la pared celular. Esta oxidasa se asocia con diversas enzimas redox (es decir, que reducen un sustrato al tiempo de oxidar otro) como la oxidasa terminal, o sea la que transfiere los electrones al oxígeno (Bidwell, 1979).

El ácido ascórbico participa en muchos procesos fisiológicos tales como: fotosíntesis, cofactor enzimático, homeostasis del sistema redox, precursor en las rutas de síntesis de moléculas del metabolismo primario y secundario, entre otras funciones (Mora-Herrera *et al.*, 2011). El AA también se ha asociado con actividades biológicas en plantas como cofactor enzimático, antioxidante, y como un donante/aceptor en el transporte de electrones en el plasma de la membrana o en el cloroplasto (Conklin, 2001). El ascorbato endógeno es esencial para mantener el sistema antioxidante que protege las plantas de daño oxidativo (Cheruth, 2009).

Actualmente la aplicación de ácido ascórbico se considera como reguladores del crecimiento y desarrollo de las plantas debido a sus efectos sobre la división y diferenciación celular. Por otra parte, los cambios en el nivel de ácido ascórbico en respuesta al estrés iónico podrían ser importante en la regulación del medio iónico dentro de la célula y posee efectos positivos sobre los parámetros de crecimiento, fotosíntesis (Abd El-Aziz *et al.*, 2006).

5. Mejoramiento genético de la rosa

Arzate-Fernández y colaboradores (2014), señalan que el objetivo principal del fitomejoramiento genético es incrementar la producción y la calidad de los productos agrícolas por unidad de superficie en el menor tiempo, con el mínimo esfuerzo y al menor costo posible, esto se logra mediante la obtención de nuevas variedades o híbridos de alto potencial, es decir, con el mejoramiento genético de las plantas se

espera contribuir sustancialmente a una mayor productividad agrícola; sin embargo, esto no se puede llevar a cabo simplemente con el potencial genético de las diversidades, sino mediante la obtención de variedades que estabilicen su producción a través de la resistencia o tolerancia a malezas, a daños causados por plagas y enfermedades, a la sequía, al calor, frío, viento o a otros factores negativos. Además, estas diversidades deben poseer mayor eficiencia fisiológica en la absorción de nutrientes; deben ser capaces de aprovechar mejor el agua, los fertilizantes y, en general, ser tolerantes a determinado factor ambiental, características que tienden a controlar las fluctuaciones extremas de los rendimientos.

En este sentido, el mejoramiento convencional en plantas de rosa como son la reproducción sexual y asexual, la hibridación en sus tipos intergenérica e interespecífica el avance es lento debido a la complejidad de la planta, el tiempo y recursos humanos y económicos que se requieren. Sin embargo, la industria de la rosicultura ha hecho uso de la biotecnología que conlleva el cultivo de tejidos, biología celular y molecular, y esto ofrece oportunidades para desarrollar nuevos materiales para hacer frente a los cambios de la demanda del producto. En años más recientes esta industria ha aprovechado la biología molecular e ingeniería genética para obtener diversos colores y formas, así como variedades de rosa resistentes a algunos fitopatógenos como la mancha negra del rosal (*Diplocarpon rosae*), la cenicilla (*Sphaerotheca pannosa*) y el mildiu (*Peronospora sparsa*) tal y como lo describe Arzate-Fernández y colaboradores (2014) en su libro *Técnicas tradicionales y biotecnológicas en el mejoramiento genético del rosal (Rosa spp.)*.

6. JUSTIFICACIÓN

Uno de los principales fitopatógenos que afectan el cultivo de rosa es *Peronospora sparsa*. Para su control se aplican fungicidas constantemente; sin embargo, en ocasiones estos no tienen el efecto esperado por lo que muchos productores optan por incrementar las dosis recomendadas por el fabricante del producto comercial o mezclar ingredientes activos, lo que genera mayores costos de producción y contaminación ambiental, además de reducir la vida útil de los fungicidas al someter a una alta presión de selección a los patógenos y con ello el desarrollo de resistencia. Por lo anterior, es necesario buscar alternativas nuevas de manejo de la enfermedad, las cuales ayuden a reducir los daños causados por el patógeno y bajar los costos de producción, que, al mismo tiempo, resulten con el mínimo impacto al ambiente. Productos como el ácido ascórbico y “Serenade® ASO”, formulado a base de *Bacillus subtilis* cepa QST 713 1,368 % p/v, pueden ser una alternativa sustentable para el manejo de *Peronospora sparsa*. Con base en lo anterior se propuso conocer su efectividad biológica.

7. HIPÓTESIS

El modo de acción del Ácido Ascórbico y *Bacillus subtilis* disminuirá la incidencia y severidad de la enfermedad causada por *Peronospora sparsa* en el cultivo de rosa bajo invernadero a través de la activación de los mecanismos de defensa naturales de las plantas y de la acción directa como acción fungicida sobre el patógeno y determinar el efecto de los tratamientos en la calidad del tallo y botón floral.

8. OBJETIVOS

8.1 Objetivo general

Determinar la efectividad biológica del Ácido Ascórbico y *Bacillus subtilis* sobre *Peronospora sparsa* en los tallos florales en el cultivo de rosa.

8.2. Objetivos específicos

Evaluar la efectividad biológica del Ácido Ascórbico y *Bacillus subtilis* en el control de *Peronospora sparsa* en el cultivo de rosa bajo invernadero.

Comparar la efectividad biológica del Ácido Ascórbico y *Bacillus subtilis* contra el fungicida Metalaxil, usado en la región para el manejo de *Peronospora sparsa*.

Determinar el efecto de los tratamientos en altura de tallo, número de tallos y vida florero.

Estimar los costos por hectárea de los productos evaluados.

9. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en un invernadero semi-tecnificado ubicado en el Centro Universitario Tenancingo de la Universidad Autónoma del Estado de México, ubicado en el Km 1.5 de la carretera Tenancingo-Villa Guerrero, Estado de México, en los 18° 57' latitud norte y 99° 35' longitud oeste, a una altitud de 2066 m.

Como material biológico se utilizaron plantas de rosa *Rosa hybrida* var. Samourai® propiedad de Meilland International. El experimento se llevó cabo en el cultivo de rosa establecido bajo condiciones de invernadero semi-tecnificado a una densidad de plantación de 80,000 plantas por hectárea, distribuidas en un marco de plantación de 8 cm entre plantas en una sola hilera. Para tener brotes homogéneos, se realizó una poda de las plantas que conformaron el área experimental. Los experimentos se establecieron en el año 2017; de junio a septiembre, para determinar el efecto sobre *Peronospora sparsa* y de octubre a diciembre, para evaluar las variables agronómicas “longitud de tallos, número de tallos florales y vida florero” por efecto de los tratamientos.

La temperatura y humedad relativa durante el desarrollo del experimento fueron registradas con un higrotermógrafo datalogger HOBO by Onset U12-012.

9.1. Inducción de brotes (tallos florales)

Las plantas de rosa fueron sometidas a un pinzamiento para inducir brotación y homogenizar brotes en los tratamientos dentro del área experimental. El pinzamiento, es una técnica cultural que consiste en una poda que se realiza en la planta durante su ciclo productivo, que al cortar el tallo se estimula la brotación de la yema por abajo del punto de corte; obteniendo así, brotes vigorosos Figura 10 (Yong, 2004b).



Figura 10. Inducción de brotes en plantas de rosa cv. Samourai:
a) Pinzamiento, b) Homogeneización de brotes, c) División de
tratamientos, d) Desarrollo del experimento.

9.2. Manejo agronómico del cultivo

El manejo del cultivo fue mediante una nutrición de fondo utilizando el fertilizante fosfato mono amónico (18-46-00) a una dosis de 200 kg ha⁻¹. Se realizaron aplicaciones en el sistema de riego con fertilizantes solubles una vez por semana utilizando el compuesto "PUSH" (8-24-00) a una dosis de 20 L ha⁻¹. En la etapa de floración se suministró ultrasol flor de corte 13-8-19-3 (Mg) -5(Ca) + microelementos a una dosis de 20 kg ha⁻¹.

9.3. Inducción de la enfermedad

El experimento se llevó a cabo en una plantación de rosa con antecedentes de la presencia de la enfermedad, por lo que no fue necesario inocular a las plantas con el patógeno, solo se dieron las condiciones ambientales favorables (15 a 25 °C y Hr > al 85 %) para el desarrollo de la enfermedad partiendo del inóculo existente en el cultivo de rosa.

9.4. Diseño experimental

El diseño experimental fue en bloques completamente al azar con 4 tratamientos y 6 repeticiones. Los tratamientos corresponden a T1: Ácido ascórbico (1200 mg L⁻¹); T2: *Bacillus subtilis* cepa QST 713 (Serenade® ASO) 5 ml L⁻¹; T3: Metalaxil (RIDOMIL® GOLD 480 SL) 0.5 ml L⁻¹ y T4: Testigo absoluto (plantas que no recibieron tratamiento alguno) (Cuadro 13), el área experimental consto de 800 plantas y 50 plantas por tratamiento.

Cuadro 13. Tratamientos evaluados para el manejo de *Peronospora sparsa*.

Tratamientos	Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis comercial
T1	Ácido ascórbico	Ácido ascórbico	1200 mg L ⁻¹
T2	Serenade® ASO	<i>Bacillus subtilis</i> cepa QST 713	5 mL L ⁻¹
T3	Ridomil® Gold 480 SL	Metalaxil (Mefenoxam)	0.5 mL L ⁻¹
T4	Testigo absoluto	-----	-----

9.5. Aplicación de los tratamientos

El experimento inicio cuando los brotes alcanzaron entre los 15 y 20 cm de crecimiento (15 días posteriores al pinzamiento), y las aplicaciones se realizaron durante todo el ciclo hasta obtener tallos florales a punto de corte.

9.5.1. Ácido Ascórbico (AA)

La solución del AA tuvo una concentración de 1200 mg L⁻¹ ajustada a pH 5.6 con KOH, las cuales se prepararon 24 horas antes de las aplicaciones esto para que el AA quede en su forma oxidada (Dehidroascorbato DHA) y se le agregó polisorbato 20 (Tween 20) como surfactante al 0.01%. Las aspersiones se llevaron a cabo sobre el haz de las hojas de la planta cada 3 días (Mora-Herrera *et al.*, 2011).

9.5.2. *Bacillus subtilis* y Metalaxil

La preparación y aplicación de estos tratamientos se realizó de manera metódica calibrando el pH de agua a 6.5 e incorporando el tensoactivo Tween 20.

La aplicación de los tratamientos se realizó, con la ayuda de una bomba de motor marca Yamaha con capacidad para 25 litros de agua y con una previa calibración a 1200 L ha⁻¹.

9.6. Variables evaluadas

9.6.1. Incidencia y severidad

La medición de la intensidad de la enfermedad por efecto de los tratamientos fue mediante las variables cuantitativas de incidencia y severidad. La incidencia determina el porcentaje o proporción de plantas o partes de plantas enfermas en una población (N) independientemente del grado de severidad (Madden *et al.*, 2007). Esta variable fue determinada por medio del conteo de los tallos florales enfermos vs. sanos. Para lo cual se tomaron 10 tallos al azar por tratamiento, a estos mismos tallos se les determinó la severidad.

$I = (Te/Ttm) \times 100$ Donde:

I= Incidencia

Te= Tallos enfermos

Ttm= Total de tallos muestreados

La severidad se determinó de acuerdo con la escala propuesta por Chavarro (2013) (Figura 11). La escala constó de siete categorías, en donde la categoría 0 se refiere a la ausencia de la enfermedad, la categoría 1 representa un 5%, la categoría 2 representa del 6 al 15%, la categoría 4 del 26 al 45%, la categoría 5 del 46 al 65% mientras que la categoría más alta perteneciente a 6 corresponde a un 66% de severidad lo que ocasiona una defoliación de hojas.

Se realizó una pre-evaluación al momento de la primera aplicación de los tratamientos (15 días después del pinzamiento) cuando los brotes alcanzaron entre los 15 y 20 cm de altura y las posteriores evaluaciones cada 8 días.

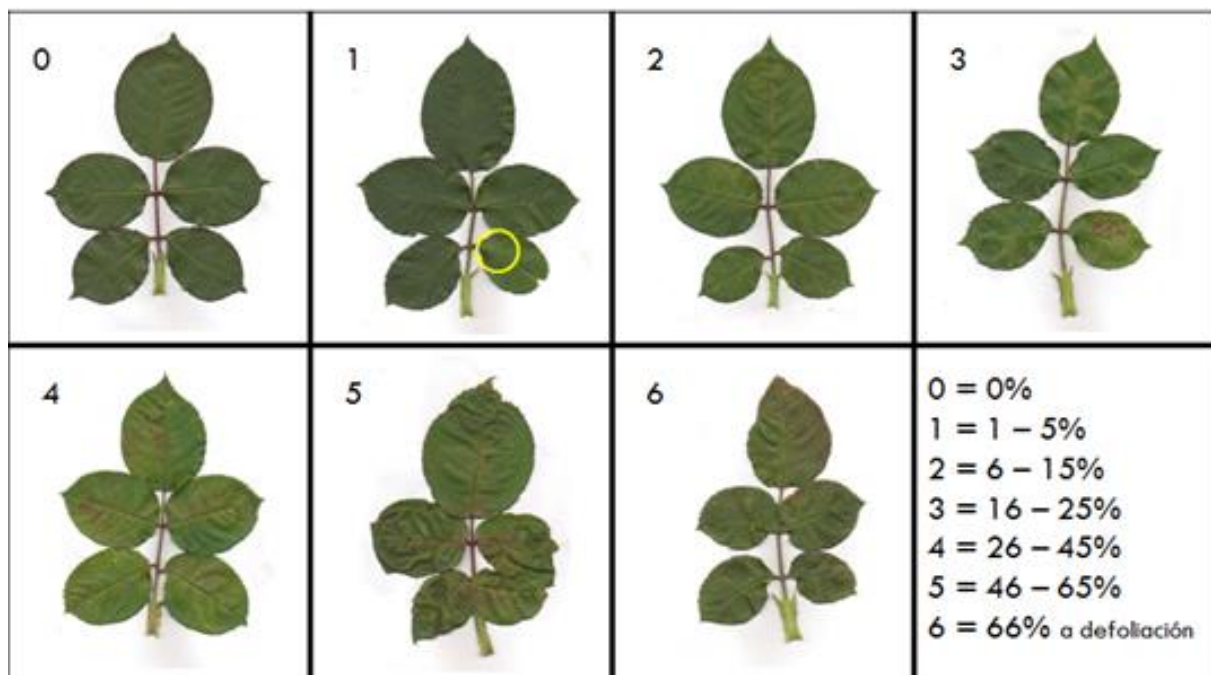


Figura 11. Escala de categorías para evaluar la variable severidad causado por *Peronospora sparsa* (Chavarro, 2013).

9.6.2. Análisis de datos para el porcentaje de infección y eficacia de Abbott

Los datos obtenidos de severidad de la enfermedad causada por *Peronospora sparsa* en el cultivo de rosa fueron transformados a porcentaje de infección mediante la fórmula de Townsed y Heuberger (1943). Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza y prueba de Duncan ($\alpha < 0.05$), mediante el programa de análisis estadístico Info Stat versión 2016.

Formula de Townsed y Heuberger (1943).

$$PI = \frac{\sum_{i=1}^n (n * V)}{\text{Categoría mayor} * N} * 100$$

PI = porcentaje de infección

n = número de hojas en cada categoría

V = valor numérico de cada categoría

N = número total de hojas en la muestra

Una vez obtenido el porcentaje de severidad presentado en cada tratamiento se calculó la efectividad biológica de los tratamientos mediante la prueba de eficacia de Abbott (1923).

Formula de Abbott para calcular la efectividad biológica de los productos:

ST - st

ET = ----- x 100

ST

Donde:

ET = Eficacia del tratamiento.

ST = Porcentaje de severidad en el testigo.

st = Porcentaje de severidad en cada tratamiento.

9.6.3. Variables agronómicas

9.6.3.1. Longitud de tallos, número de tallos florales y vida florero

Para determinar los efectos de los productos en relación con la calidad de los tallos florales, se tomaron como variables agronómicas, longitud de tallos, número de tallos florales y vida florero.

Los tallos florales se cortaron con base a los índices de cosecha recomendados en la literatura, esto fue cuando el cáliz se dobló en una posición inferior que la horizontal y cuando los primeros pétalos comenzaron a separarse del botón floral (De la Cruz *et al.*, 2015). Los tallos fueron cortados desde el punto de bifurcación para evitar sesgos por el corte, la medición de largo se realizó con un flexómetro tomando como punto inicial la base del tallo hasta la base del cáliz de la flor.

Se realizaron cinco cortes durante dos semanas contabilizando el número de tallos viables para comercializar. Los parámetros que se tomaron en cuenta fueron tallos florales mayores de 40 cm con botones florales por tratamiento.

Para determinar la vida florero se realizó el corte en la etapa de “punto de corte”, se seleccionaron al azar 10 tallos de cada tratamiento se colocó en un florero y se evaluó su vida poscorte en un periodo de 15 días. La consideración de la vida en florero o poscorte se midió en días y su cese ocurrió cuando la flor en botón o abierta mostró doblamiento de pedúnculo o cuello doblado y desprendimiento o caída de pétalos (NMX-FF-069-SCFI-2002; Reid, 2009).

Evaluación de *Bacillus subtilis* (Ehrenberg, 1835) Cohn, 1872 y ácido ascórbico para el manejo de *Peronospora sparsa* Berk. en el cultivo de *Rosa hybrida* var. Samourai bajo invernadero

9.6.3.2. Registro de costos

La estimación del costo de los productos utilizados en el experimento fue mediante el registro del costo real de los productos y haciendo una relación de las dosis con el volumen de agua utilizado por hectárea con base en la calibración realizada para el experimento.

10. RESULTADOS

10.1. Síntomas y signos de *Peronospora sparsa*

Los primeros síntomas de *P. sparsa* se presentaron en hojas jóvenes, mostrando manchas de color púrpura en el haz de la hoja, además fue visible en el envés de la hoja el signo de la enfermedad que consistió en micelio color grisáceo el cual está conformado por esporangioforos y esporangios generando la apariencia característica del mildiu veloso. Se ratificó la presencia del patógeno mediante montajes temporales con cinta adhesiva scotch y con el apoyo de un microscopio compuesto (Carl Zeiss® Axiostar plus) se observaron las estructuras morfológicas del patógeno (Figura 12).

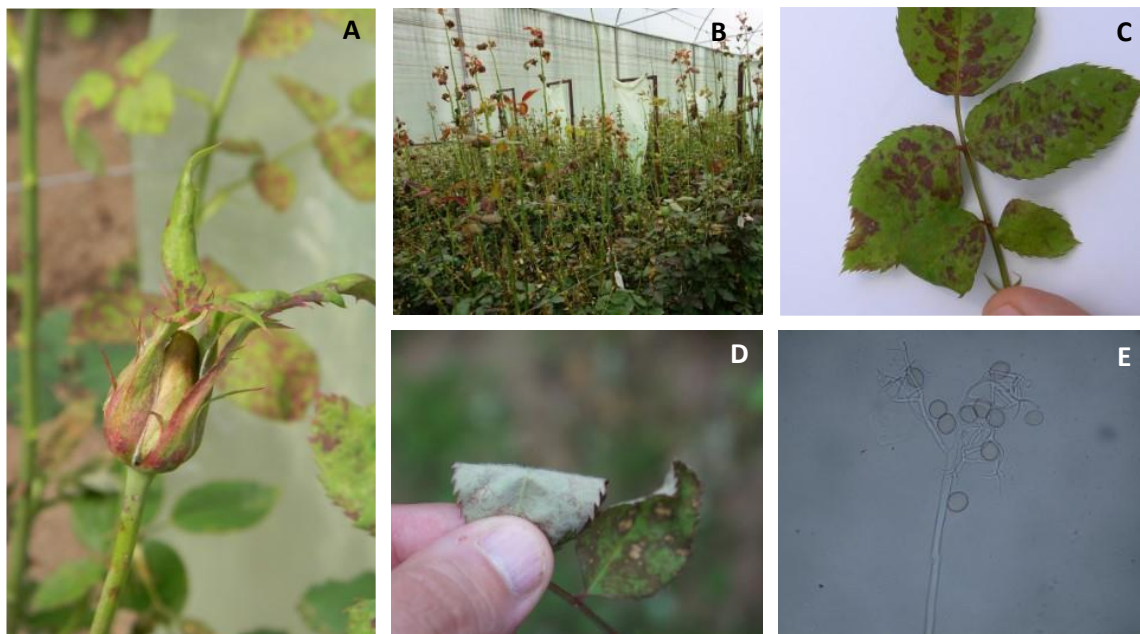


Figura 12. Síntomas y signos de *Peronospora sparsa* en rosa var. Samourai; A) daño en botón; B) defoliación de tallos; C) foliolo con manchas color púrpura en el haz; D) esporangioforos y esporangios observados a contraluz por el envés de la hoja; E) esporangio y esporangioforos observados bajo microscopio con el objetivo 40

10.2. Incidencia

Los datos de la preevaluación indican que la enfermedad no se encontraba presente al momento de iniciar los tratamientos, por lo tanto, se tiene la certeza de que se partió de una homogeneidad en los tratamientos.

La primera evaluación correspondió a los 23 días después del pinzado registrándose un alto porcentaje de incidencia en los tratamientos que fue del 83.3 al 100 %. Las plantas que presentaron la menor incidencia (83.3 %) correspondieron al tratamiento con el fungicida metalaxil en relación con el testigo absoluto (Cuadro 14).

Para la segunda evaluación 31 días posteriores al inicio del pinzado y 15 días después de iniciados las aplicaciones, todos los tratamientos alcanzaron el 100 % de incidencia (Cuadro 14).

10.3. Severidad

El análisis estadístico de los datos recolectados durante el experimento muestra diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo en relación con la severidad de la enfermedad. Las plantas tratadas con el fungicida metalaxil presentaron el menor grado de severidad 8.33 %, 8 días después de la primera aplicación, las plantas que recibieron tratamiento con *Bacillus subtilis* y Ácido Ascórbico, presentaron valores mayores de severidad, en relación con el tratamiento químico, aunque estadísticamente fueron iguales al testigo absoluto (Cuadro 14). Así que el tratamiento a base de ácido ascórbico presentó la mayor severidad de *Peronospora sparsa* 35.83 % y el tratamiento con *Bacillus subtilis* presentó un valor de severidad de 23.89 %.

Los tratamientos mantuvieron la severidad de la enfermedad como en un inicio. En donde el tratamiento con el fungicida metalaxil mantuvo el índice de severidad menor en relación con los tratamientos con *Bacillus subtilis* y ácido ascórbico, estos

dos últimos tratamientos 24 días después de iniciados alcanzaron la defoliación (Cuadro 14).

Al correr la prueba de Abbott, para determinar la Efectividad Biológica (EB) de los tratamientos, estos indicaron que la EB (resultado conveniente que se obtiene al aplicar un insumo en el control o erradicación de una plaga que afecta a los vegetales y es medido en porcentaje de 0 a 100 %, donde el valor de “0” corresponde a un nulo control de la plaga o patógeno y 100% a un control total, con sus respectivos valores intermedios) fue baja para el control de *Peronospora sparsa* en el cultivo de rosa. El valor más alto que se obtuvo fue de 70.58% para el caso del fungicida metalaxil 8 días después de su aplicación (23dpp) el resto de tratamientos no lograron contener a la enfermedad por lo que su efectividad fue demasiado baja para el caso del tratamiento con *Bacillus subtilis* el máximo valor de efectividad fue del 15.68% a los 23 días llegando a cero para el día 39; en tanto, el tratamiento con ácido ascórbico la severidad fue mayor a la del testigo absoluto por lo que los valores son cero (Cuadro 14). La baja EB de los tratamientos, es posible atribuirle a la época de lluvias en que se estableció el experimento, ya que se presentaron las condiciones óptimas (15-25 °C y Hr superiores al 90 %) para el desarrollo de *Peronospora sparsa*.

Cuadro 14. Efecto de los tratamientos sobre incidencia, severidad y su efectividad biológica sobre *Peronospora sparsa* en plantas de rosa variedad Samourai.

Tratamientos.	Incidencia				Severidad				Efectividad biológica		
	Pre-Eva	Eva 1	Eva 2	Eva 3	Pre-Eva	Eva 1	Eva 2	Eva 3	Eva 1	Eva 2	Eva 3
	15dpp	23dpp	31dpp	39dpp	15dpp	23dpp	31dpp	39dpp	23dpp	31dpp	39dpp
T1 Metalaxil	0 ^{a*}	83.3 ^a	100 ^a	100 ^a	0 ^a	8.33 ^a	61.94 ^a	91.67 ^a	70.58	32.65	8.33
T2 <i>Bacillus subtilis</i>	0 ^a	95.0 ^{ab}	100 ^a	100 ^a	0 ^a	23.89 ^b	81.11 ^b	100 ^b	15.68	11.78	0
T3 Ácido Ascórbico	0 ^a	100 ^b	100 ^a	100 ^a	0 ^a	35.83 ^c	100 ^c	100 ^b	0	0	0
T4 Testigo	0 ^a	100 ^b	100 ^a	100 ^a	0 ^a	28.33 ^{bc}	91.94 ^{bc}	100 ^b	0	0	0

Pre-Eva= Preevaluación; Eva= Evaluación; dpp = días posteriores al pinzado.

* Literales diferentes indican diferencias significativas según la prueba Duncan (0.05%)

10.4. Efecto de los tratamientos sobre las variables agronómicas

Los tratamientos no mostraron diferencias significativas entre ellos, en las variables altura de tallos y número de tallos florales. Sin embargo, las plantas que no recibieron tratamiento alguno (Testigo absoluto) manifestaron la mayor altura de tallos incluso estadísticamente diferente a T2 y T3. Para la variable número de tallos, el tratamiento con ácido ascórbico presentó el valor más alto en número de tallos con relación al resto de tratamientos y aunque estadísticamente no mostraron contraste, numéricamente esta diferencia significa mayor productividad que se traduce en un mayor número de tallos por unidad de superficie. El tratamiento con ácido ascórbico incremento la vida florero significativamente a 3.6 días más respecto al testigo y al resto de los tratamientos, los cuales estadísticamente, no muestran ventajas significativas para esta variable, aunque biológicamente si significan 3.6 días más vida florero (Cuadro 15).

Cuadro 15. Efecto de los tratamientos sobre las variables agronómicas en el cultivo de rosa var. Samourai.

Tratamientos	Altura de tallo	Núm. de tallos	Días de vida florero
T1 Metalaxil	59.83 ^{AB}	84.33 ^A	9.6
T2 <i>Bacillus subtilis</i>	57.58 ^A	97.17 ^A	10
T3 Ácido Ascórbico	58.08 ^A	100.5 ^A	12.6
T4 Testigo absoluto	61.33 ^B	88.83 ^A	9

* Literales diferentes indican diferencias significativas según la prueba Duncan (0.05%).

10.5. Costos de aplicación de los tratamientos

Los costos estimados de aplicación por hectárea con los productos evaluados fueron de \$ 1,120.00 para Serenade® ASO, \$ 1,440.00 para el ácido ascórbico y los \$ 5,130.00 pesos para el fungicida metalaxil, los costos corresponden únicamente a la adquisición de los productos por lo que no está contemplada la mano de obra, implementos e insumos para su aplicación esto implica rentabilidad, factibilidad y estimar costos de ventas para obtener la relación costo/beneficio. Con base a los costos de los productos, se observa que la aplicación del fungicida metalaxil es alrededor de 3.5 veces mayor que el ácido ascórbico y Serenade® ASO, con una efectividad biológica de apenas 8.33% al finalizar el experimento (Cuadro 14).

11. DISCUSIÓN

El experimento tuvo las condiciones ambientales óptimas para el establecimiento, colonización y desarrollo del patógeno. Las condiciones favorables para el desarrollo de *P. sparsa* en rosa bajo invernadero corresponden a temperaturas que oscilan entre 15 y 20 °C durante el proceso de infección y de 20 a 25 °C para la colonización del patógeno; la infección está influenciada por la presencia de una lámina de agua libre sobre la superficie del tejido por un período mínimo de dos horas; aunque, el proceso infectivo se incrementa significativamente cuando dichas condiciones de humedad superan las 10 h (Aegerter *et al.*, 2003). Los mildius vellosos han causado epidemias catastróficas en diferentes cultivos en el pasado, y algunos de ellos como en el caso de rosa que aún siguen causando graves pérdidas; *P. sparsa*, que inciden en la productividad, calidad, comercialización y costos de producción, las pérdidas en rosa llegan hasta el 100 % de los tallos florales (Arbeláez, 1999; Agrios, 2016; Castillo *et al.*, 2010). Como se observó en las rosas del tratamiento del testigo absoluto, al llegar a la defoliación total y por consecuencia pérdida del 100% de la producción, datos que coinciden con lo reportado por García *et al.* (2011), al señalar que *P. sparsa* llega a causar pérdida total de la producción si no se controla en tiempo y forma.

Peronospora sparsa es un microorganismo biótrofo que completa su ciclo biológico entre cuatro y siete días cuando tiene las condiciones óptimas (Aegerter *et al.*, 2003). Esto puede explicar la baja efectividad biológica registrada por los tratamientos en el presente trabajo, ya que las aplicaciones se realizaron cada ocho días, tiempo en el cual el patógeno había completado un nuevo ciclo. Lo que sugiere, que las aplicaciones de los tratamientos deben ser en periodos de tiempo más cortos, cuando se encuentran las condiciones climatológicas (temperatura y humedad relativa) óptimas para su desarrollo.

Su manejo está basado primordialmente con fungicidas, aunque en la taxonomía actual *P. sparsa* está ubicado en el reino de los *Stramenopila*, la conformación de su pared celular está a base de celulosa y glucanos a diferencia de los hongos verdaderos. Esto hace más difícil el éxito de los fungicidas, teniendo así un reducido número de estos

productos para su manejo. La literatura reporta al metalaxyl como uno de los fungicidas más utilizados para el manejo de enfermedades causadas por Oomycetes (Gisi, 2002); otros como el dimetomorf, cimoxanil, propamocarb, azoxystrobin y fosetil-Al reducen la incidencia de *P. sparsa* (Aegerter *et al.*, 2002).

Existen nuevas alternativas para el control de enfermedades como los fosfitos, que, en investigaciones recientes, han demostrado el potencial que pueden brindar al controlar e inducir respuestas de defensa a patógenos como *P. sparsa* (Chavarro, 2013).

González y Fragoso (2002), señalan que la bacteria *Bacillus subtilis* produce endotoxinas y secreta proteínas al medio, algunas de ellas con propiedades antifúngicas, como la subtilina y otros antibióticos de la familia de las iturinas. Se utiliza industrialmente como insecticida y fungicida. La subtilina liberada por *Bacillus subtilis* actúa sobre la pared celular de hongos con acción para el manejo de *Botrytis* y el Oomyceto *Peronospora sparsa* en vid. Su acción en este estudio fue bajo ya que *B. subtilis* es conocido por ser antagonista de muchos hongos patógenos vegetales. Este antagonismo es logrado a través de diversos mecanismos que incluyen la competencia por nutrientes; exclusión de sitio; colonización de la bacteria sobre el patógeno y/o la liberación de componentes celulares durante su crecimiento, en orden de eliminar o reducir los competidores en su medio ambiente inmediato, sumado al antagonismo competencia y la liberación del contenido celular, *B. subtilis* también ha demostrado inducir la resistencia sistémica natural de la planta contra patógenos biotrofos, necrotróficos y hemibiotrofos, propiedad llamada Resistencia Sistémica Adquirida (RSA) (Butt *et al.*, 1999). La inducción de RSA ocurre en dos etapas, en una primera la planta reconoce el patógeno e induce las respuestas locales de defensa a través de cascadas de señalización que conllevan a la acumulación intracelular de Ácido Salicílico (AS). Esta acumulación induce el aumento de los niveles de Especies Reactivas del Oxígeno (ERO) y expresión de genes relacionados a la patogenicidad (rp). Esta respuesta local promueve la segunda etapa de RSA: inducción de resistencia en el tejido sistémico alejado del punto de infección. Se cree que el Salicilato de Metilo (SaMe), algunas Quinasas Activadas por Mitógenos (QAM) y el Óxido Nítrico (ON),

entre otros, pueden tener un papel relevante como señales inductoras de la resistencia sistémica. En la RSA hay una estrecha relación entre el AS, el Ácido Jasmónico (AJ), las auxinas, el etileno y las proteínas RP1 y NPR1 (Diaz, 2012).

Los resultados en este estudio mostraron que *B. subtilis* tiene poco o nulo efecto sobre *Peronospora sparsa* cuando la presión de la enfermedad es demasiada alta y las condiciones para su desarrollo son óptimas. Esto no significa que *B. subtilis* no cumpla con sus funciones para la Resistencia Sistémica Adquirida pero aún falta generar más información para tener certidumbre en el momento oportuno de su uso.

El ácido ascórbico (AA) o vitamina C es un componente común de las plantas. Puede oxidarse a ácido deshidroascórbico por la oxidasa del ácido ascórbico. La oxidasa del ácido ascórbico parece existir como una enzima libre o como adherida a la pared celular. Esta oxidasa se asocia con diversas enzimas redox (es decir, que reducen un substrato al tiempo de oxidar otro) como la oxidasa terminal, o sea la que transfiere los electrones al oxígeno (Bidwell, 1979).

El AA también se ha asociado con actividades biológicas en plantas como cofactor enzimático, antioxidante, y como un donante/aceptor en el transporte de electrones en el plasma membrana o en el cloroplasto (Conklin, 2001). El ascorbato endógeno es esencial para mantener el sistema antioxidante que protege las plantas de daño oxidativo. Estos compuestos se encuentran en general en las plantas en estado reducido y el ataque de la producción de patógenos en su oxidación y liberación. Esto inhibiría el crecimiento de estos, dañando, indirectamente. Estas sustancias (quinonas, fitoalexinas y protectores de auxinas) son lábiles y fácilmente oxidables (Cheruth, 2009).

El ácido ascórbico al ser un antioxidante se esperaba una respuesta sobre los efectos oxidativos de *Peronospora sparsa* y activar los metabolitos secundarios de la planta lo cual ayudaría a controlar el patógeno una acción muy similar a los fosfitos lo cual en el experimento no sucedió.

Algunas recomendaciones del Comité de Acción para la Resistencia a Fungicidas (FRAC por sus siglas en inglés) para evitar problemas de no efectividad como los reportados en mildius de cucurbitáceas son: limitarse de dos a cuatro aplicaciones seguidas por cultivo, por año y usarlo solamente como preventivo, no como curativo, ni en aplicaciones erradicantes (Brent y Hollomon, 2007).

Los resultados obtenidos en esta investigación mostraron que el ingrediente activo metalaxil presentó un efecto fungicida bajo a una concentración de 0.5 mL L⁻¹ para el control de *Peronospora sparsa* esto puede deberse a las aplicaciones consecutivas del producto dando como resultado el desarrollo de resistencia por parte del patógeno.

La efectividad biológica de los productos aplicados a las plantas sometidas a experimentación pudo verse influenciados por las condiciones óptimas para el desarrollo de *Peronospora sparsa*. Estudios similares reportan el 35% de efectividad para *B. subtilis* en *Botrytis cinerea* en vid (Butt *et al.*, 1999) y 5.97% para AA en cultivo gipsófila contra *Peronospora pulverulenta* (Puma, 2010). En el caso del fungicida metalaxil se ha reportada efectividad del 12% en la infección de fruta por *Peronospora rubi* en zarzamora (Tate y Van der Mespel, 1983). La baja tasa de efectividad que mostró el fungicida metalaxil en el presente trabajo. Sin embargo, estos resultados sugieren hacer estudios del fungicida metalaxil relacionados con la resistencia sobre *P. sparsa* en el cultivo de rosa, sobre todo porque este fungicida es uno de los más utilizados por los productores en zona florícola sur del Estado México.

B. subtilis es un biofungicida que al generar subtilina liberada actúa de contacto sobre la pared celular de los hongos como antagonista siempre y cuando se le den las condiciones para su establecimiento y su inoculación sea constante; a pesar de esto no tuvo el control sobre *Peronospora sparsa* ya que la invasión y colonización del patógeno en el cultivo de rosa var. *samourai* fue del 100%, donde registró una alta incidencia y severidad con 0% de efectividad biológica en la tercera evaluación (Cuadro 14).

Las plantas de rosal tratadas con AA 1200 mg L⁻¹, mostraron un incremento en el número de tallos con respecto a los tratamientos de *B. subtilis*, metalaxil y el testigo absoluto (Cuadro 15), este incremento en la emisión de mayor número de brotes puede llevar a un posible aumento en la productividad de este cultivo. La función del AA aplicado de forma exógena en el incremento de la productividad también fue reportada en árboles de caoba, en donde las aspersiones de AA además contrarrestaron el estrés originado por salinidad; ayudando a la división, elongación celular y actividad meristemática (Abd El-Aziz *et al.*, 2006). En la berenjena se reportó que el AA incrementó número de hojas, ramas y peso fresco de las plantas (El-Tohamy *et al.*, 2008). En gladiolos el AA ayudó en el desarrollo vegetativo aumentando el número de hojas y el crecimiento de las plantas, e induciendo la floración (Abd El-Aziz y EL Habba, 2006) y en crisantemo el AA favoreció significativamente la longitud del tallo, peso seco, número de botones por planta con respecto al testigo (Mora-Herrera *et al.*, 2011). Con estas evidencias y los resultados en el cultivo del rosal en esta investigación, se demuestra la función del AA en favorecer el desarrollo y crecimiento de diversos cultivos.

La longitud de los tallos disminuyó en el tratamiento de AA con respecto al testigo, esto posiblemente contribuyó al incremento del número de tallos. Sin embargo, el AA mejoró la vida postcosecha de los tallos los cuales incrementaron 3.6 días más de vida florero respecto al testigo, ya que el ácido ascórbico participa en diversos procesos fisiológicos tales como: fotosíntesis, cofactor enzimático, homeostasis del sistema redox, precursor en las rutas de síntesis de moléculas del metabolismo primario y secundario, entre otras funciones (Mora-Herrera *et al.*, 2011). Actualmente la aplicación de ácido ascórbico se considera como reguladores del crecimiento y desarrollo de las plantas debido a sus efectos sobre la división y diferenciación celular y posee efectos positivos sobre los parámetros de crecimiento y fotosíntesis (Abd El-Aziz *et al.*, 2006).

Resultados de este tipo de trabajos ayudan a tomar las mejores decisiones de tratamientos para el manejo de plagas y patógenos. Teóricamente, el costo de la aplicación debe mantener una relación directamente proporcional con la efectividad del fungicida. Sin embargo, no siempre se da esta relación, ya que el efecto del producto se puede ver influenciado por factores diversos, como se reporta en este estudio con el fungicida metalaxil con un costo del producto de \$ 5,130.00 pesos por hectárea, y su efectividad biológica fue baja de apenas el 70.58 % después de la primera aplicación. El tratamiento con *Bacillus subtilis* y ácido ascórbico desde un inicio mostraron muy baja o nula efectividad biológica. Esta puede atribuirse a que las condiciones climatológicas fueron optimas para el desarrollo del patógeno.

12. CONCLUSIONES

El fungicida metalaxil mostró una efectividad biológica del 70.58% al inicio de la enfermedad, perdiendo su efecto en fechas posteriores.

Las aplicaciones de *Bacillus subtilis* y el ácido ascórbico, no redujeron la intensidad de la enfermedad causada por el Oomyceto *Peronospora sparsa* en las condiciones en las se desarrolló el presente trabajo.

El tratamiento con el fungicida metalaxil, fue el de mayor costo de aplicación (\$ 5,130.00 pesos por hectárea), y su efectividad biológica fue baja en comparación a los demás tratamientos.

La aplicación del ácido ascórbico 1200 mg L⁻¹ sobre el cultivo de rosa incremento el número de tallos además favoreció la vida florera hasta por 3.6 días más que el resto de los tratamientos.

13. REFERENCIAS

- Abbott, W. S. 1923. A method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology 18: 265-267.
- Abd El-Aziz, N. G., Mazher, M. A. A., and El-Habba, E. 2006. Effect of foliar spraying with ascorbic acid on growth and chemical constituents of *Khaya senegalensis* grown under salt condition. Am. Euras. J. Agric. Environ. Sci. 1: 207-214.
- Aegerter, B. J., Nuñez, J. J., and Davis, R. M. 2003. Environmental factors affecting rose downy mildew and development of a forecasting model for a nursery production system. Plant Dis. 87: 732-738. DOI: 10.1094/PDIS.2003.87.6.732
- Aegerter, B. J., Nuñez, J. J., and Davis RM. 2002. Detection and management of downy mildew in rose rootstock. Plant Diseases 86:1363-1370. DOI: 10.1094/PDIS.2002.86.12.1363
- Agrios, G.N. 2016. Fitopatología. 2da ed. Limusa. México. 638 p.
- Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology. Fifth Edition. Elsevier Academic Press. Burlington, MA. USA.
- Aguilar, C., Vlamakis, H., Losick, R. and Kolter, R. 2007. Thinking about *Bacillus subtilis*. as a multicellular organism. Current Opinion in Microbiology 10(6): 638-643.
- Aino, M., Maekawa, Y., Mayama, S. y Kato, H. 1997. Biocontrol de la marchitez bacteriana del tomate por plántulas colonizadas con pseudomonas antagonistas endofíticas. En la planta Crecimiento - Promoción de las rizobacterias - Estado actual y perspectivas futuras, A. Ogoshi, K. Kobayashi, Y. Homma, F. Kodama, N. Kond o y S. Akino (eds), pp. 120 - 123, Facultad de Agricultura, Hokkaido Universidad, Sapporo, Japón. Disponible en línea. https://www.researchgate.net/publication/222460810_Inoculants_of_plant_growth-promoting_bacteria_for_use_in_agriculture

Evaluación de *Bacillus subtilis* (Ehrenberg, 1835) Cohn, 1872 y ácido ascórbico para el manejo de *Peronospora sparsa* Berk. en el cultivo de *Rosa hybrida* var. Samourai bajo invernadero

Albertos, G. 1969. Cultivo del rosal en invernadero. Madrid, España: Folleto. Ministro de Agricultura. Disponible en línea. <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193217832008.pdf>

Álvarez, M. 1980. Agrotécnica de los rosales. In: Floricultura. Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 505-545 pp. Disponible en línea. <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193225911005.pdf>

Álvarez, M. 2007. Rosas. Una guía esencial para el cultivo, el mantenimiento y la renovación del rosa de su jardín. Albatros. Buenos Aires, Argentina. 112 p.

Arbeláez, G. 1999. El mildew veloso del rosal ocasionado por *Peronospora sparsa* Berkeley. Acopaflor 6: 37-39.

Arzate-Fernández. A.M., Bautista-Puga, M.D., Piña-Escutia, J.L., Reyes-Díaz, J.I., y Vázquez-García, L.M. 2014. Técnicas tradicionales y biotecnológicas en el mejoramiento genético del rosal (*Rosa* spp.). México, Universidad Autónoma del Estado de México. Recupera de URI: <http://hdl.handle.net/20.500.11799/21611>

Ávila, G. 2013. Principales características de los rosales. Disponible en línea: <http://www.asociacionchilenadelarosa.cl/noticias/2013/03/09/principalescaracteristicas-de-los-rosales/>

Bañon, A. S., Cifuentes, R. D., Fernández, H. J. A., Benavente-García, A. G. 1993. Gerbera, Liliium, Tulipán y Rosa. Mundi-Prensa. Madrid, España. 250 p.

Bélanger, R.R., Labbé, C. and Jarvis, W.R. 1994. Commercial-scale control of rose powdery mildew with a fungal antagonist. *Plant Disease* 78: 420-424.

Bidwell, R. G. S. 1979. Fisiología vegetal. 2da ed. Canada. AGT, S.A. Disponible en línea: <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/fisiologiavegetalbidwell.pdf>

Brent, K. and Hollomon, D. 2007. Fungicide resistance in crop pathogens. 2ed. Published by Fungicide Resistance Action Committee. Brussels. Belgium. 58 p.

Evaluación de *Bacillus subtilis* (Ehrenberg, 1835) Cohn, 1872 y ácido ascórbico para el manejo de *Peronospora sparsa* Berk. en el cultivo de *Rosa hybrida* var. Samourai bajo invernadero

Butt. T. M., Harris J. G. and Powell, K. A. 1999. Microbial biopesticides: The European scene. *In*: "Biopesticides. Use and delivery". Eds. F.R. Hill & J. J. Menn. Humana Press, NJ. 23-44. Disponible en línea: <http://dspace.usalca.cl/bitstream/1950/>

Buyatti, M. A. 2003. El cultivo de rosas. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ciencias Agrarias.

Caballero, M. 1990. El cultivo de la rosa en Canarias. Situación actual y posibilidades de mejora. *Agrícola Vergel* 9(99): 232-237.

Castillo, C.F., Álvarez, E., Gómez, E. Llano, G. A. y Castaño, Z. J. 2010. Mejoramiento nutricional de la rosa para el manejo de *Peronospora sparsa* Berkeley, causante del mildew veloso. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 34(131): 137-142.

Catalogue of life. 2022. Peronosporaceae. Disponible en línea. <https://www.catalogueoflife.org/data/taxon/6266K>. COL Checklist 2022-01-14 doi:10.48580/d4tp

Cavalier-Sith, T. 2010. Kingdoms Protozoa and Chromista and the eozoan root of the eukaryotic tree. *Biol. Lett.* 6: 342–345. doi:10.1098/rsbl.2009.0948

Chavarro, C. E. A. 2013. Uso del fosfito de potasio "Fosfimax® 40-20" para el manejo de *Peronospora sparsa* en rosa var. Bingo white en invernadero. Tesis de licenciatura. Centro Universitario Tenancingo, UAEMéx. Tenancingo, México. 64 p.

Cheruth, A. J. 2009. Changes in non enzymatic antioxidants and ajmalicine production in *Catharanthus roseus* with different soil salinity regimes. *Botany Research International* 2(1): 1-6.

Cid, M. C. y Ayerra, P. 2001. Poscosecha de flores. Cabildo de Tenerife. Servicio de agricultura. Monografías agrarias 72 p.

Evaluación de *Bacillus subtilis* (Ehrenberg, 1835) Cohn, 1872 y ácido ascórbico para el manejo de *Peronospora sparsa* Berk. en el cultivo de *Rosa hybrida* var. Samourai bajo invernadero

Conklin, P. 2001. Recent advances in the role and biosynthesis of ascorbic acid in plants. *Plant Cell Environment*. 24: 383-394.

Cruz, A. 2003. El jardín fácil. Preguntas y respuestas. Libsa. España. 46 p.

Damascos, M. A. y Bran, D. 2006. *Rosa canina* (Rosaceae) nueva cita para la flora de argentina. San Carlos de Bariloche, Argentina. 285-288.

Daughtrey, M. L. and Benson, D. M. 2005. Principles of plant health management for ornamental plants. *Annual Review of Phytopathology* 43:141-169.

de Hoog, J. 2003. Cultivo moderno de la rosa bajo invernadero. Ediciones Hortitecnia LTDA, Bogotá, Colombia. 203 p.

De la Cruz, G. G. H., Arévalo, G. M., Peña, V. C. B., Castillo, G. A. M., Colinas, L. M. T. y Mandujano, P. M. 2015. Influencia del índice de cosecha en la vida de florero de siete cultivares de *Rosa hybrida*. *Agro Productividad* 8(2): 3-11.

Debener, T. and Byrne, D. H. 2014. Disease resistance breeding in rose: Current status and potential of biotechnological tools. *Plant Sci* 228: 107-117. <http://dx.doi.org/10.1016/j.plantsci.2014.04.005>

Develash, R. y Sugha S. K. 1997. Management of downy mildew (*Peronospora destructor*) of onion (*Allium cepa*). *Crop Protection* 16: 63-67.

Diaz, P. LN. 2012. Resistencia sistémica adquirida mediada por el ácido salicílico. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 10(2): 257-267. Disponible en línea: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6117660>

Domínguez, G. A. 1990. Distribución del trips de las flores *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) y de fitoseidos depredadores (Acari: Phytoseiidae) en plantas cultivadas y espontáneas de la provincia de Valencia. Universidad Politécnica de Valencia. 120 p.

Evaluación de *Bacillus subtilis* (Ehrenberg, 1835) Cohn, 1872 y ácido ascórbico para el manejo de *Peronospora sparsa* Berk. en el cultivo de *Rosa hybrida* var. Samourai bajo invernadero

Dorantes, B. 1984. El cultivo del rosal (*Rosa* sp.) bajo condiciones de invernadero. Chapingo, México. Tesis profesional. Departamento de Parasitología Agrícola, UACH. Disponible en línea: <http://sistemas.chapingo.mx/sites/cirenam/images>

dPdf/573/57325213/1

El-Tohamy, W. A., El-Abagy, H. M. and El-Greadly, N. H. 2008. Studies on the effect of putrescine, yeast and vitamin C on growth, yield and physiological responses of eggplant (*Solanum melongena* L.) under sandy soil conditions. Aust. J. Basic Appl. Sci. 2: 296-300.

Eraso, P. 2000. Manual de labores. Cultivo de Rosas. Servicio Nacional de Aprendizaje. 88 p.

Fainstein, R. 1997. Manual para el cultivo de rosa en Latinoamérica. Universidad Politécnica Salesiana. Quito, Ecuador. 247 p.

Felipe, L. D. 2016. Manejo integrado de pulgones en cultivos hortícolas al aire libre. Tesis M. Sc. Valencia, España, Universidad Politécnica de Valencia. pp. 11-17.

Ferrer, M. F. y Salvador, P. P.J. 1986. La producción de rosas en cultivo protegido. España. (Libro). Disponible en línea: https://www.iberlibro.com/servlet/BookDetailsPL?bi=18324370922&cm_sp=clections5WpEkmEVzchNYqAsULqoEo_item_1_36-_-bdp

Galbán, F. 1999. Características del invernadero para el cultivo del rosal. Cabildo de Tenerife. Servicio Agrícola. Monografía No. 5.

García, V. R., González, D. J. G., Mora, H. M. E. y Castañeda, D. T. 2011. Incidencia y severidad de *Peronospora sparsa* en cinco variedades de rosa. Resumen del XIII Congreso Internacional/ XXVIII Congreso Nacional de Fitopatología. Tlaxcala, Mexico.

Evaluación de *Bacillus subtilis* (Ehrenberg, 1835) Cohn, 1872 y ácido ascórbico para el manejo de *Peronospora sparsa* Berk. en el cultivo de *Rosa hybrida* var. Samourai bajo invernadero

Gisi, U. 2002. Chemical control of downy mildews. pp. 119-159. *In*: Spencer-Philips, P.N.T., U. Gisi y A. Lebeda (eds). Advances in downy mildew research. Kluwer Academic Publisher, Holanda.

Gómora-Jiménez, J. A., Sánchez-Meza, J. C., Pacheco-Salazar, V. F., Pavón-Silva, T. B., Adame-Martínez, S. y Barrientos-Becerra, B. 2006. Integración de indicadores de desempeño ambiental para la producción florícola. Disponible en línea: http://www.uaemex.mx/red_ambientales/docs/congresos/morelos

González, V. y Fragoso, S. 2002. *Bacillus subtilis*. Disponible en línea: <http://www2.cbm.uam.es/microali/pdfs/Bsubtilis.pdf>.

Gregory, A.H. 2002. Acaro Araña con dos manchas. Disponible en línea: <https://extension.psu.edu/acaro-arana-con-dos-manchas>

Hernández, R. 1988. Programación de crisantemo, noche buena, rosal y gerbera, basada en diferentes controles de floración. Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

Hessayon, D. G. 2004. Rosas. Manual de cultivo y conservación. Barcelona, España: BLUME. 144 p.

Horst, R. K. and Cloyd, R. A. 2007. Compendium of rose diseases and pest. 2nd ed. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, USA. 83 p.

Huerta, P. R. y Chavarín, J. C. 2002. Fungicidas en ornamentales. pp. 119-147. *In*: Bautista, M. N., J. Alvarado., J. C. Chavarín., H. Sánchez (eds). Manejo Fitosanitario de Ornamentales. Instituto de Fitosanidad y Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 237 p.

Koppert. 2022. Productos para el control de plagas. Disponible en línea: <https://www.koppert.mx/productos-y-soluciones/>

Larson, R. A. 2004. Introducción a la floricultura. AGT Editor S.A. México. pp. 73-94.

Evaluación de *Bacillus subtilis* (Ehrenberg, 1835) Cohn, 1872 y ácido ascórbico para el manejo de *Peronospora sparsa* Berk. en el cultivo de *Rosa hybrida* var. Samourai bajo invernadero

Leus, L., Dewitte, A. Van Huylenbroeck, J., Vanhoutte, N., Van Bockstaele, E. and Höfte, M. 2006. *Podosphaera pannosa* (syn. *Sphaerotheca pannosa*) on Rosa and *Prunus* spp.: characterization of pathotypes by differential plant reactions and ITS sequences. J. Phytopathol. 154: 23-28.

Linde, M. and Debener, T. 2003. Isolation and identification of eight races of powdery mildew of roses (*Podosphaera pannosa*) (Wallr.: Fr.) de Bary and the genetic analysis of the resistance gene Rpp1. Theor. Appl. Genet. 107: 256-262.

López, M. J. 1981. Cultivo del rosal en invernadero. Mundi-Prensa. Madrid. España. 341 p.

Madden, L. V., Hughes, G. and van der Bosch, F. 2007. The study of plant disease epidemics. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, USA. 421 p.

Manzanares, J. 1997. Condiciones del suelo para el desarrollo de las raíces en el cultivo del rosal bajo invernadero. Tesina de Posgrado. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 28– 30.

Mastalerz, J. W. 1965. The effect of gibberellic acid on the flowering shoots of batter time roses. Colorado, USA: American Society of Horticultural Cience 251: 389-392.

Mendoza, Z. C. 2002. Fungicidas en ornamentales. pp. 119-147. In: Bautista, M. N., J. Alvarado., J. C. Chavarín., H. Sánchez (eds.). Manejo Fitosanitario de Ornamentales. Instituto de Fitosanidad y Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 237 p.

Metcalf, R. J. y Flint, A. T. 1976. Insectos destructivos e insectos benéficos. Edit. Limusa. Barcelona, España. 980 p.

Evaluación de *Bacillus subtilis* (Ehrenberg, 1835) Cohn, 1872 y ácido ascórbico para el manejo de *Peronospora sparsa* Berk. en el cultivo de *Rosa hybrida* var. Samourai bajo invernadero

Mora-Herrera, M. E., Peralta-Velázquez, J., López-Delgado, H. A., García-Velasco, R. y González-Díaz, J. G. 2011. Efecto del ácido ascórbico sobre crecimiento, pigmentos fotosintéticos y actividad peroxidasa en plantas de crisantemo. Rev. Chapingo Serie Horticul. 17: 73-81.

Ng, K. K., McDonald, L. and Punja, Z.K. 1997. Biological control of rose powdery mildew with the antagonist yeast *Tilletiopsis pallescens*. HortScience 32(2): 262-266.

NMX-FF-069-SCFI-2002. Productos hortícolas - flores cortadas en estado fresco - rosa (*Rosa* spp.) - especificaciones y método de prueba. Disponible en línea. https://caisatech.net/uploads/XXI_2_MXD_C107_NMX-FF-069-SCFI-2002_R0_9AGO2002.pdf

Pasini, C. F., D'Aquila., Amoretti, M. and Zizzo, G. V. 2007. Control of powdery mildew of roses in greenhouse conditions. Acta Hort. 751: 247-249.

Pasini, C. F., D'Aquila., Curir, P. and Gullino, M. L. 1997. Effectiveness of antifungal compounds against rose powdery mildew (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) in glasshouses. Crop Prot. 16: 251-256.

Peña E. 1999. Riego y fertirriego, instructivo practico. Texcoco, México. Disponible en línea: http://www.cirpas-inifap.gob.mx/publicaciones/documentos/Cebolla_Ferti_CEZ.pdf

Portillo, P. 1999. Respuesta a tres cultivares de rosal (*Rosa* sp.) variedades Samantha, Cristaline y Peach, a la multiplicación y enraizamiento de brotes *in vitro* en diferentes proporciones de auxinas-citocininas. Tesis de licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 66 p.

Puma, Q. LM. 2010. Eficiencia del ácido ascórbico, ácido salicílico y extracto de dulcamara (*Bryophyllum gastonis* B.) en la prevención de Mildeo veloso (*Peronospora pulverulenta*) en Gypsophila (*Gypsophila paniculata*) variedad Party Time. Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador. 176 p.

Evaluación de *Bacillus subtilis* (Ehrenberg, 1835) Cohn, 1872 y ácido ascórbico para el manejo de *Peronospora sparsa* Berk. en el cultivo de *Rosa hybrida* var. Samourai bajo invernadero

Quiroga, N. y Arbeláez G. 2004. Evaluación de la eficacia de fungicidas aplicados al suelo y al follaje para el control de mildew veloso, ocasionado por *Peronospora sparsa* en un cultivo comercial de rosa. *Agronomía Colombiana* 22: 110-118.

Reid, M.S. 2009. Poscosecha de las flores cortadas. Manejo y recomendaciones. Ediciones Hortitecnia Ltda. Traducción al español: Marta Pizano. Davis, CA. EEUU. Disponible en línea. <https://ucanr.edu/datastoreFiles/234-2624.pdf>

Rodríguez, A. 1999. El arte de cultivar plantas ornamentales tropicales. Habana. Editorial José Martí. 144 p.

Rodríguez, W. y Flórez, V. J. 2006. Comportamiento fenológico de tres variedades de rosas en función de la acumulación de la temperatura. *Revista Agronómica Colombiana* 24(2): 247-257.

Rosero, C. MY. 2018. Evaluación de la incidencia y severidad de nemátodos y artrópodos plaga en el cultivo de rosa (*Rosa* spp.) variedad Freedom en la finca flor de Azama, cantón Cotacachi, provincia Imbabura. Tesis de pregrado. Universidad Técnica del Norte. Ibarra–Ecuador. 16 p.

SAGARPA. 2009. La infraestructura y sistemas requeridos para el desarrollo de clústeres de horticultura ornamental orientados a la exportación de productos de valor agregado a los estados unidos y Canadá. Disponible en línea: http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios_promercado/ORNAMENTAL.pdf

Salinger, J. P. 1991. Producción comercial de flores. Acribia. Zaragoza, España. 371 p.

Santander, A. 2012. Uso de *Trichoderma Harzianun Rifai* y *Bacillus subtilis* para el control de nosis en mango (*Mangifera indica* L.). Disponible en línea: <Http://Saber.Ucv.Ve/Jspui/Handle/123456789/3595>.

Evaluación de *Bacillus subtilis* (Ehrenberg, 1835) Cohn, 1872 y ácido ascórbico para el manejo de *Peronospora sparsa* Berk. en el cultivo de *Rosa hybrida* var. Samourai bajo invernadero

Scarito, G., Salamone, A., Vito Zizzo, G. and Agnello, S. 2007. Use of natural products for their control of powdery mildew of rose plants. *Acta Hort.* 751: 251-257.

Sedano, V. A. 1973. La floricultura en el Estado de México. Chapingo, México. Tesis Profesional. ENA.

SIAP. 2021. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Disponible en línea: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

Sinobas, J. 1997. El Oídio. España. Disponible en línea: <http://www.terraia.com/articulo.php?recordID=805sion/factsheets/es/es-twospotted-spider-mite>

Suárez, J. R. 1999. Problemática actual del mildew veloso en Rosa. VII Congreso Acopaflor-Asocolflores, Bogotá. Disponibles en línea: <http://www.redalyc.org/pdf/1803/180318264003.pdf>

Tate, K. G. and Van Der Mespel, G. J. 1983. Control of dryberry disease (*Peronospora sparsa*) in boysenberry with fungicides, New Zeland. *Journal of Experimental Agriculture* 11(2): 141-146.

Thines, M., and Choi, Y.-J. 2016. Evolution, diversity, and taxonomy of the Peronosporaceae, with focus on the genus *Peronospora*. *Phytopathology* 106(1): 6-18. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-05-15-0127-RVW>

Velasco, H. y Pacheco, F. 1968. Biología, morfología y evaluación toxica de acaricidas en la araña roja de la fresa *Tetranychus telarius* L. *Agrociencia* 3(1): 43-53.

Velásquez, E. 2017. Compatibilidad de *Aphidius ervi* (Haliday) parasitoide del vector de virosis en hortícolas *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) y *Chrysoperla carnea* (Stephens), depredador generalista, con nuevas barreras físicas selectivas y modernos plaguicidas en cultivo de lechuga. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España. pp. 20-25.

Evaluación de *Bacillus subtilis* (Ehrenberg, 1835) Cohn, 1872 y ácido ascórbico para el manejo de *Peronospora sparsa* Berk. en el cultivo de *Rosa hybrida* var. Samourai bajo invernadero

Velasteguí, R. 2007. Módulo de fitosanidad en floricultura de exportación. Tesis. Universidad de Cuenca, Ingeniería Agronómica. 26 a 30 de noviembre de 2007. Cuenca, EC.

Vidalie, H. 2001. Producción de flores y plantas ornamentales. 2da Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 310 p.

Vinueza, M. 2014. Comportamiento de las plántulas de rosa (*Rosa* sp.) injertadas en las diferentes fases de la Luna. Tesis de Grado. Ingeniería Agropecuaria, Quito-Ecuador. 57 p.

Walter, M., Harris, V. P., Thomas, W., Tate, G., Waipara, N. W. and Langford, G. 2004. Agrochemicals suitable for downy mildew control in New Zealand boysenberry production. *Crop Prot.* 23: 327-333.

Yan, Z., Dolstra, O., Prins, T. W., Stam, P. and Visser, P. B. 2006. Assessment of partial resistance to powdery mildew (*Podosphaera pannosa*) in a tetraploid rose population using a spore-suspension inoculation method. *Eur. J. Plant Pathol.* 114: 301-308.

Yong, 2004a. El cultivo del rosal y su propagación. *Cultivos Tropicales* 25(2): 53-67.

Yong, 2004b. Técnicas de formación y manejo del rosal. *Cultivos Tropicales* 25(4): 53-60.

Yoon, H.S., Anderson, R., Boo, S.M.D., Bhattacharya, D. 2009. Stramenopiles. *Encyclopedia of Microbiology* 721-731. Disponible en línea. <https://www.sciencedirect.com/topics/immunology-and-microbiology/stramenopile>

Zepeda G. C. y White, O. L. 2008. Herbolaria y pintura mural: Plantas medicinales en los murales del convento del divino salvador de Malinalco, Estado de México. *Polibotánica* 25: 173-199.