



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO
LICENCIATURA DE INGENIERO AGRÓNOMO EN
PRODUCCIÓN**

**FACTORES QUE DETERMINAN LA PRODUCCIÓN DE BRÓCOLI
(*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*) EN CULTIVOS A CIELO ABIERTO.**

E N S A Y O

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

P R E S E N T A :

ANDRÉS RICARDO VARGAS DOLORES

ASESOR:

I N G. HERMILO DE LA O AVILA

Zumpango, México. Marzo, 2014

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron varias personas leyendo, opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia, dando ánimo, acompañando en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad.

En especial a la vida por regalarme la dicha de experimentar lo más hermoso de ella y conocer a las personas que me han dado su apoyo incondicional.

A mi familia y a la que está por integrarla, por el apoyo y comprensión que me dan a cada momento de esta trayectoria de mi vida los amo.

Al centro universitario UAEM Zumpango por permitirme realizar mis estudios profesionales.

A mi asesor y revisor Ing. Hermilo de la O Ávila y Dr. José Luis Gutiérrez Liñán por el apoyo en dicho trabajo.

En especial al Ing. Víctor Sosa Gonzales por el apoyo incondicional que me ha dado. Gracias amigo.

A mis compañeros de generación: Alejandro, Miguel, Omar y en especial a mi amigo Jonathan por esos momentos inolvidables que vivimos.

A los licenciados Eduardo Villa Señor Nieto y Gerardo Madrazo por darme la oportunidad a ampliar nuestros conocimientos, viviendo el panorama de la agronomía de distinta manera.

Gracias.

ÍNDICE

RESUMEN	6
I. INTRODUCCIÓN	7
II. REVISIÓN DE LITERATURA	9
2.2 Historia e Importancia Económica	9
2.3 Taxonomía	10
2.4 Morfología	12
2.4.1 Raíz	12
2.4.2 Tallo	12
2.4.3 Hojas	12
2.4.4 Inflorescencia	13
2.4.5 Fruto	13
2.5 Etapas Fenológicas	13
2.5.1 Etapa de semillero	14
2.5.2 Etapa juvenil	14
2.5.3 Etapa de emergencia floral	14
2.5.4 Etapa de formación de la cabeza	15
2.6 Factores Agroecológicos	15
2.6.1 Suelo	16
2.6.2 Potencial de Hidrógeno (pH)	16
2.6.3 Conductividad Eléctrica (CE)	17
2.6.4 Temperatura (T)	17
2.6.5 Humedad Relativa (HR)	18
2.7 Variedades	18
2.8 Practicas Agronómicas	23
2.8.1 Importancia de la rotación de cultivos.	23
2.8.2 Siembra en almacigo o en semilleros	25
2.8.3 Labores culturales	25
2.8.4 Marcos de plantación	27
2.8.5 Labores del cultivo	30
2.9 Fertirrigación	33
2.9.1 Necesidades hídricas del cultivo	33
2.9.2 Riego por Gravedad	34
2.9.3 Aspersión	35
2.9.4 Pivote Central o Sistemas Laterales Automáticos	35
2.9.5 Riego por Goteo o por Cintillas	35
2.10 Fertilización	38
2.10.1 Elementos Nutritivos	39
2.11 Enfermedades fungosas	44

2.11.1	Mancha negra de las hojas (<i>Alternaria brassicicola</i>)	44
2.11.2	Mildiu veloso (<i>Peronospora parasítica</i>)	46
2.11.3	Pudrición gris (<i>Botrytis cinérea</i>)	48
2.11.4	Amarillamiento de la col (<i>Fusarium oxysporum f.s. conglutinans</i>)	49
2.11.5	Sclerotinia (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)	50
2.11.6	Rhizoctoniasis (<i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn)	50
2.11.7	Hernia de las crucíferas (<i>Plasmodiophora brassicae</i>)	51
2.12	Enfermedades bacterianas	52
2.12.1	Vena negra de las crucíferas (<i>Xantomonas campestris</i>)(E.F. Smith)	52
2.12.2	Pierna negra de las crucíferas (<i>Leptosphaeria maculans</i>)	53
2.13	Plagas	54
2.13.1	Palomilla dorso de diamante (<i>Plutella xylostella</i> L.) (Lepidóptera: Plutellidae)	54
2.13.2	Falso medidor de la col (<i>Trichoplusia ni</i>) (Lepidóptera: Noctuidae)	56
2.13.3	Pulgón de la col (<i>Brassicorhynchus brassicae</i> L.)(Homoptera: Aphididae)	57
2.13.4	Maques (<i>Copitarsia consuea</i>) (Lepidóptera: Noctuidae)	57
2.13.5	Gusano importado de la col (<i>Artogeia o pieris rapae</i>) (Lepidóptera: Pieridae)	58
2.13.6	Gusano de la col o pieris (<i>Ascia monuste</i>) (Lepidoptera : Pieridae)	58
2.13.7	Gusano soldado (<i>Spodoptera exigua</i>) (Lepidóptera : Noctuidae)	59
2.13.8	Gusano cogollero del maíz (<i>Spodoptera frugiperda</i>) (Lepidóptera: Noctuidae)	59
2.13.9	Gusano corazón de la col (<i>Copitarsia consuea</i>) (Lepidóptera: Noctuidae)	59
2.13.10	Chinche azul (<i>Eurydema olaracea</i> L.) o la (<i>Eurydema ornata</i> L.) o chinche roja	60
2.14	Accidentes y Fisiopatías	61
2.14.1	Heladas	61
2.14.2	Aparición de hojas bracteiformes en el interior del cogollo pre floral	61
2.14.3	Grano café	62
2.14.4	Granos marrones en brócoli	62
2.14.5	Formación prematura de cogollos pre-florales	63
2.14.6	Deformación en las inflorescencias	63
2.14.7	Apertura prematura del cogollo prefloral	63
2.14.8	Granos pardos en la superficie del cogollo	64
2.15	Manejo Integrado de Malezas (arvenses)	64
2.15.1	Empleo de herbicidas	65
2.15.2	Calibración de equipo	65
2.15.3	Control químico	66
2.16	Normas de calidad que influyen en la producción y exportación	68
III.	CONCLUSIÓN	70
IV.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

ÍNDICE DE FIGURAS		PAG.
FIGURA 1	Gráfica de muestra de disponibilidad de los nutrientes en relación con el pH.	17
FIGURA 2	Camas elevadas	29
FIGURA 3	Riego abundante	29
FIGURA 4	Densidad de población	31
FIGURA 5	Distancia entre plantas	31
FIGURA 6	Diferencia entre un cepellon introducido adecuadamente y uno doblado	32
FIGURA 7	Obstrucción de plantas vigorosas	32
FIGURA 8	Monitoreo	33
FIGURA 9	Recolección manual apoyados de tractores con bastidores	34
FIGURA 10	Material para saneamiento	35
FIGURA 11	Sistemas de filtración.	39
FIGURA 12	Sistema de inyección	39
FIGURA 13	Sistema de bombeo	40
FIGURA 14	Conducción secundaria y cintilla.	40
FIGURA 15	Perforación de hojas	60
FIGURA 16	Daño tipo tiro de munición.	60
FIGURA 17	Diferenciación de brotes florales	70

RESUMEN

Teniendo como origen citogenético la región mediterránea, comprendida entre Europa, Asia Occidental y África. El brócoli se ha desarrollado de manera importante en México, por lo que se han obtenido ingresos considerables, donde Según la SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) arroja que en el 2012 se obtuvo a nivel nacional una superficie sembrada de 24001.74 ha y 23,598.74 ha de superficie cosechada teniendo una producción total de 334,550.99 toneladas con un rendimiento promedio por hectárea de 14.18 toneladas.

El brócoli es una masa de inflorescencias de color verde grisáceo o morado; el grado de compactación de las pellas o inflorescencias es menor comparado con el de la coliflor. Las hojas suelen ser de color verde oscuro más rizadas, con ligeras espículas, presentando un limbo hendido, las hojas pueden ser más pecioladas que las de la coliflor.

Cada una de las etapas del cultivo es de gran importancia ya que en cada una se ve influenciada de distintos factores (fertilización, preparación de suelo, agua, plagas, enfermedades, fisiopatías, condiciones edafoclimáticas, entre otros que limitan o favorecen el desarrollo del cultivo), sin embargo se tienen mermas significativas por un mal manejo en cada una de estas.

Debido a lo anterior, es necesario hacer un uso racional de los recursos naturales, económicos y humanos para conservar y aumentar la superficie y así beneficiando a productores de manera significativa con paquetes tecnológicos que favorezcan la obtención de buenos rendimientos con excelente calidad.

I. INTRODUCCIÓN

La demanda de las hortalizas de los países de primer mundo se ha incrementado a pasos agigantados, siendo el brócoli uno de los cultivos sujetos a mayor exportación.

En los años 70's, el cultivo de brócoli tomó auge en México debido a la rentabilidad y los nuevos hábitos de consumo sano. En este sentido, dentro del contexto internacional el cultivo de este vegetal aumentó considerablemente, lo que propició que en el país se colocara como uno de los principales exportadores de hortalizas frescas y congeladas hacia EE.UU. y por lo tanto, Guanajuato como uno de los principales productores de este producto.

Las técnicas de producción han ido modificándose conforme el paso del tiempo, el desgaste del suelo, el uso irracional de fertilizantes, pesticidas y agua que afectan de manera importante la economía del productor. Es menester mencionar, que el presente trabajo enriquece cada uno de los pasos a seguir para obtener una mejor producción; así como, las técnicas adecuadas de control y manejo del cultivo. De esta manera se facilitara la comprensión de las técnicas adecuadas que se utilizan en la producción de brócoli.

No obstante, se detalla de manera objetiva los principales problemas a los que se enfrenta este cultivo para incrementar sus rendimientos y la calidad de sus cosechas, tal es el caso, deficiente establecimiento del cultivo por condiciones climáticas adversas, la utilización de genotipos o semillas de bajo potencial genético, la aplicación de inadecuados programas de fertilización, el control de enfermedades virales, fungosas y bacteriales, las plagas del follaje, fruto y raíz, las maleza y la irrigación, entre otros aspectos.

Es importante destacar que uno de los objetivos principales es disponer de una base técnica de los factores que determinan la producción de brócoli (*Brassica oleraceae*. L. var itálica)

Mismos que generan grandes pérdidas económicas tanto a agricultores como a las empacadoras; sin embargo, el uso inadecuado de pesticidas ha creado resistencia significativa a nivel mundial, pues, provoca un desequilibrio en el ecosistema.

De esta manera, se pretenden elaborar programas de manejo integrado del cultivo de brócoli.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.2 Historia e Importancia Económica

Según Bosswell (1949) citado por Tirilly Y.; Bourgeois C. (2002) decía que su cultivo ya se conocía 6 siglos a. C. y su desarrollo inicial fue en el sur de Europa, fue acompañado de las expansiones Romana y Mora.

En la actualidad según información recopilada de la SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) arroja que en el 2012 se obtuvo a nivel nacional una superficie sembrada de 24,001.74 ha y 23,598.74 de superficie cosechada teniendo una producción total de 334,550.99 toneladas con un rendimiento promedio por hectárea de 14.18 toneladas.

Por otra parte la United States Department of Agriculture (USDA), (2003) describe una discrepancia entre los reportes sobre importaciones en los Estados Unidos y los correspondientes a la producción nacional reportada por la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). De acuerdo a los primeros informes, las importaciones de brócoli provenientes de México durante los últimos años fluctúan alrededor de las 200,000 toneladas de producto congelado mientras que la información de la encuesta mensual de INEGI reporta volúmenes producidos de brócoli cercanos a las 140,000 toneladas.

Es importante mencionar que, la información proporcionada por personal de las procesadoras de hortalizas en el Estado de Guanajuato, menciona que del total de brócoli procesado aproximadamente un 95% se destina a la exportación, siendo su principal destino los Estados Unidos de América (98% de las exportaciones) y otros clientes menores como Japón y países de Europa. El mercado nacional retiene un porcentaje muy bajo de producto fresco y congelado, el cual es distribuido principalmente a través de centrales de abasto como producto fresco y

supermercados en ambas presentaciones, por lo que existe un mercado institucional poco desarrollado para este producto. (ITESM Campus Querétaro, 2003)

El producto exportado de mayor importancia es el brócoli congelado, seguido del brócoli fresco y deshidratado, los volúmenes totales exportados para fines comparativos son los siguientes: 90,000 toneladas anuales de congelado, 1,500 toneladas de producto fresco y 82 toneladas del deshidratado. Al respecto, la magnitud de estas cifras puede deducir la importancia que representa el producto congelado en la cadena productiva, esto en comparación con las otras dos presentaciones del mismo. (ITESM Campus Querétaro, 2003)

De esta manera, la misma estructura del mercado y los antecedentes históricos relacionados con la difusión del cultivo de brócoli en México, la mayoría de las empresas industrializadoras se enfocan a la obtención de producto congelado y una reducida cantidad maneja producto fresco con valor agregado y finalmente, por lo reducido del mercado se desarrolla el proceso de deshidratación. (ITESM Campus Querétaro, 2003)

En relación con el origen del capital, se cuenta con empresas con 100% de participación extranjera o 100% de capital nacional, es decir, no se tienen identificadas empresas con capital mixto. Todas las empresas cuentan con una sola planta de proceso, y algunas de ellas han diversificado su línea de productos, centrándose particularmente en la línea de congelados y en algunos casos desarrollan otros procesos diversos como enlatado, deshidratado y extracción de aceites esenciales. (ITESM Campus Querétaro, 2003)

2.3 Taxonomía

La familia botánica de las crucíferae se considera nativa de Asia central y Europa. El brócoli es originario de las costas del Mar Mediterráneo y Asia Occidental, principalmente de Italia, en donde se ha encontrado la mayor diversidad genética; un segundo centro de origen se ubica en Asia Menor. (Barahona, 2002)

Su nombre proviene del término italiano **brocco** que quiere decir brote en alusión a la parte comestible y preciada de la planta.

La clasificación taxonómica del brócoli según Steta en 1983 citado por Illan (1997) es la siguiente:

Reino: plantae.

Phylum: traqueofitas.

Sub phylum: pteropsidas.

División: spermatophyta.

Sub división: angiosperma.

Clase: dicotiledónea.

Sub clase: diapétala (arquiclamídeas).

Orden: papaverales (roedales).

Familia: cruciferae (brassicaceae)

Género: *brassica*.

Especie: *oleraceae* L.

Variedad: itálica.

2.4 Morfología

El brócoli es una planta erecta, herbácea alógama y anual por lo que necesita un periodo de vernalización o baja de temperatura, para emitir el vástago floral (Barahona, 2002). Es muy similar a la coliflor desde el punto de vista botánico, con la diferencia que en su caso, la parte comestible resulta ser la inflorescencia no madura de color verde, mientras que el caso de la coliflor, la parte comestible es la inflorescencia de color blanco en su estado primordio.

La planta de brócoli en la fase correspondiente a crecimiento, solamente desarrolla hojas. (infoAgro 2014).

2.4.1 Raíz

Destaca una raíz pivotante y abundantes raíces secundarias, que pueden penetrar hasta 1.20 metros, su zona radicular amplia le permite un buen anclaje y alta capacidad de absorción de agua y nutrientes. (Barahona, 2002)

2.4.2 Tallo

En la fase de floración los tallos que sustentan las partes de la pella (brotes florales) inician un crecimiento en longitud, apertura de las flores, tallos carnosos y gruesos que emergen de axilas foliares formando inflorescencias, generalmente, una central de mayor tamaño y otras laterales. Su altura oscila entre 0.60 a 0.90 m, terminando una masa de yemas funcionales que forman la pella (brotes florales) sobre el cual se disponen la hojas en forma helicoidal, con entre nudos cortos. (Info Agro, 2014)

2.4.3 Hojas

Krarup (1992) citado por Coello B.G (2005), menciona que son de tamaño grande, de hasta 50 cm de longitud y 30 cm de ancho, estas varían en número, van de 15 a 30 hojas según el cultivar, son de color verde oscuro, rizadas, usualmente alternas y a distancias cortas formando entrenudos cortos lo que da su forma de roseta.

Son enteras a variadamente lobuladas o dentadas sin estipulas, la superficie foliar presenta ceras epicuticulares que dificultan el mojamiento y causan el escurrimiento del agua.

2.4.4 Inflorescencia

La inflorescencia, llamada cabeza o pella, es una masa densa de yemas florales comestibles de color verde grisáceo o morado, esta puede alcanzar un diámetro de 20 a 35 cm, dependiendo del cultivar. De la misma manera, Krarup (1992) citado por Coello B.G (2005), menciona que la inflorescencia del brócoli a diferencia de algunos tipos de coliflor está conformada por primordios florales o flores inmaduras propiamente dispuestas en corimbo, las flores que presenta esta inflorescencia son perfectas, actinomorfas con cuatro pétalos libres de color amarillo y dispuestos en forma de cruz. La pella de los rebrotes solamente alcanza unos 10 cm. en diámetro, las cuales no están cubiertas por hojas al igual que la principal que se encuentra ubicada sobre un tallo floral más largo, a diferencia de las ramificaciones axilares. (Jaramillo N. J; Díaz D.C. 2006).

2.4.5 Fruto

En infoAgro 2014 se describe, que durante el proceso de fructificación se forman los frutos y semillas, estas ultimas se ubican en una especie de vaina que se conoce como silicua, la cual contiene de 3 a 8 semillas y mide de 3 a 4 cm. aproximadamente.

2.5 Etapas Fenológicas

Estudios básicos sobre el recimiento y desarrollo de las plantas cultivadas permiten conocer su dinámica y su actividad, lo cual facilita la aplicación de precticas de manejo acordes con los requerimientos del cultivo. (E.Jaramillo & Díaz, 2006)

Splitsoesser (1979) indicó que las variedades de brócoli generalmente clasificadas de acuerdo a la duración de tiempo a cosechar, el ciclo vegetativo del brócoli va de los 58 a 100 días dependiendo de las características genéticas de las variedades, manejo

agronómico, condiciones climatológicas en las que se encuentre al momento de su plantación, desarrollo y cosecha.

2.5.1 Etapa de semillero

Jaramillo N. J; Díaz D.C. (2006) al igual que Maroto, B.J.V.; Pomares F. y Baixauli C. (2007) los cuales dicen que, esta etapa tiene una duración de 30 días aproximadamente y se caracteriza por que a lo largo de este estadio la planta solo forma hojas y raíces, comenzando con la germinación de la semilla hasta que la plántula tiene entre tres y cuatro hojas bien formadas, con una altura entre 10-12cm., estando así lista para el trasplante a campo.

2.5.2 Etapa juvenil

Esta fase inicia cuando las plántulas tienen cuatro hojas verdaderas y es posible trasplantarlas en campo, el tiempo que dura esta etapa es de 40 días aproximadamente después del trasplante, en la finalización de la misma se puede visualizar perfectamente el primordio floral que dará origen a la cabeza o pella, para entonces la planta de brócoli tendrá una edad total de 70 días.

Por otra parte, la altura, diámetro del tallo, biomasa, número de hojas y área foliar presentan un incremento logarítmico, es decir, el tallo se engruesa y alarga hasta alcanzar un máximo desarrollo, presenta una gran proliferación de hojas y las senescentes son escasas en este periodo. El cierre del dosel ocurre al final de esta etapa hacia los 35 días después del trasplante, lo cual muestra el desarrollo acelerado de las hojas y su exposición para la captación de la radiación (Jaramillo N. J; Díaz D.C. 2006).

2.5.3 Etapa de emergencia floral

La aparición floral oscila entre los 40 y 45 días después del trasplante cuando las plantas tienen entre 18 a 20 hojas, a partir de este momento, se inicia un crecimiento lineal para la planta, donde sus prioridades es desarrollar la cabeza, como lo confirman la disminución de la tasa de emisión foliar, la tasa de evolución de la superficie foliar y la tasa del crecimiento del tallo. (Jaramillo N. J; Díaz D.C. 2006)

Hegarty (1979) citado por Maroto, B.J.V. (1989.), ha estudiado la influencia de las condiciones físicas del suelo principalmente de la humedad, en nesciencia de coliflores y brócolis, que influye de manera importante en la emergencia floral.

2.5.4 Etapa de formación de la cabeza

Durante esta etapa ocurre el crecimiento de la inflorescencia hasta que se cosecha, cuando aún no se han abierto las flores, normalmente presentan una duración de 20 a 25 días.

De la misma forma, La inflorescencia presenta un crecimiento exponencial en diámetro y biomasa, caracterizado por un periodo de crecimiento lento desde su aparición hasta los 55 días después del trasplante aproximadamente, seguido de un período más rápido que se extiende hasta la cosecha, la cual, se inicia a partir de los 60 a 65 días después del trasplante. En esta etapa se da la traslocación de fotoasimilados hacia la inflorescencia; por tanto, el diámetro del tallo se incrementa lentamente y la altura de la planta presenta un segundo pico en su crecimiento originado por el aumento del tamaño de la cabeza. (Jaramillo N. J; Díaz D.C. 2006)

El desarrollo de cada cultivo dependerá de las variedades, condiciones edafoclimáticas e hídricas de cada región, acompañada de las labores culturales y de fertilización que se le realicen al cultivo en tiempo y forma.

2.6 Factores Agroecológicos

El mejoramiento mundial de las especies hortícolas viene desarrollando híbridos tolerantes a altas temperaturas y a bajas con un costo de la semilla muy elevado.

El brócoli por ser originario de una región sub-húmeda está adaptado para funcionar en condiciones de temperaturas moderadas. (E.Jaramillo & Díaz, 2006)

2.6.1 Suelo

El suelo es el medio óptimo en el cual las plantas crecen para alimentar y vestir al mundo, es por ello, que entender la fertilidad del suelo es entender una necesidad básica de la producción de cultivos.

La fertilidad es vitalicia para que un suelo sea productivo; Al mismo tiempo, un suelo fértil no es necesariamente un suelo productivo, ya que la presencia de factores como mal drenaje, insectos, sequía, etc. pueden limitar la producción aun cuando la fertilidad del suelo sea adecuada.

El brócoli se adapta a todo tipo de suelos, aunque prefiere los francos- arenoso en el que según, el Instituto de Potasa y el Fósforo (1997) contiene un 10% de arcilla, 20% de limo y 70% de arena. Con un buen contenido de materia orgánica. (Castaños en 1994).

Sobrino E. LL.; Sobrino E. (1999) aporta que, el brócoli es de amplia adaptación en suelos, aunque tiene preferencia por los suelos profundos, tal es el caso, de las variedades tempranas que pueden emplearse en suelos ligeros y son más adecuados los fuertes para variedades tardías.

2.6.2 Potencial de Hidrógeno (pH)

Como todas las crucíferas, el brócoli prefiere suelos con tendencia a la acidez y no a la alcalinidad, con un pH entre 6.5 y 7.0. (<http://www.sica.gov.ec>); sin embargo, Maroto B.J.V. (1989) atribuye que, en lo referente a los suelos les perjudican menos los suelos ácidos, las coles y repollos soportan hasta un pH de 5.5, aunque se adaptan perfectamente a pH del orden de 7.5-7.8 sin excesivos problemas.(Figura 1)

Tamaro (1988) demostró que, el brócoli es propenso a mostrar deficiencias de boro cuando la reacción del suelo está cerca de un pH neutro. En tanto que los suelos muy ácidos pueden aparecer síntomas de deficiencia de magnesio.

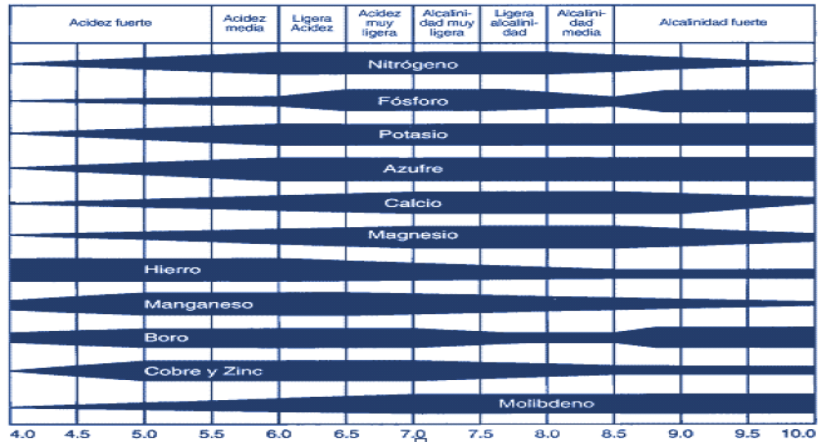


Figura 1. Raymond,D. (1984) por Torres L. (1994) gráfica de muestra de disponibilidad de los nutrientes en relación con el pH.

La gráfica anterior clasifica los suelos según el pH, si este se controla se logra que los fertilizantes usados sean más eficientes, tanto técnica como económicamente.

2.6.3 Conductividad Eléctrica (CE)

La salinidad es uno de los estreses más importantes en los cultivos hortícolas en la república mexicana.

La salinidad que se que contiene el agua de riego, que es el contenido total de sales disueltas y se expresa en $dS/m = 1 \text{ mS/}$ y se determina a través de la conductividad eléctrica(CE). Cuando sobrepasa de ciertas cantidades no es válida para utilizarla en algunos cultivos el rango tolerante para el brócoli va de 1.3 a 4 dS/m .(Soler 2006)

2.6.4 Temperatura (T)

En brócoli las temperaturas adecuadas durante la germinación oscilan de 5 °C a 35 °C; por tanto, Maroto, B.J.V.; Pomares F.; Baixauli C. (2007) demostró que el intervalo óptimo de germinación se establece entre 20 °C y 30 °C.

Maroto, B.J.V.; Pomares F.; Baixauli C. (2007) dice que en el caso del brócoli, está constatado un claro efecto negativo de las elevadas temperaturas sobre la germinación de sus semillas, de manera que por encima de 36 °C la germinación queda prácticamente inhibida.

En almacigo o invernadero se requieren temperaturas de 16 °C-20 °C en el día, en la noche de 10°C a 16°C y durante el crecimiento va de los 5°C a los 24°C. (Castaños, 1994)

Para poder iniciar la inducción floral requiere de temperaturas entre 10°C y 15°C durante varias horas del día. Temperaturas menores a 3°C y mayores a 30°C detienen su crecimiento, si la temperatura fuese menor a los rangos óptimos, en consecuencia, el proceso de maduración se retrasa produciendo cabezas disparejas, menos compactas y descoloridas; incluso el sabor es más fuerte que el brócoli de maduración normal.(<http://www.sica.gov.ec>)

2.6.5 Humedad Relativa (HR)

La humedad relativa es la relación entre el contenido de vapor de agua del aire y la cantidad de agua que el aire puede retener a esas temperatura.cuando la humedad relativa es de 100%, el aire esta saturado con el vapor de agua. Algunos cultivos se ven beneficiados en tener una humedad relativa elevada pero no es el caso del cultivo de brócoli ya que los requerimientos hídricos no son los mismos. (Stephen 1998)

Con respecto a la humedad relativa, esta oscila entre 60 y 75% de humedad. (<http://www.sica.gov.ec>).

2.7 Variedades

Cada una de las variedades se ve identificada por diferentes aspectos, primeramente es el hábito de crecimiento de la planta en la que puede presentarse desde altos a medianos y que van desde tardías hasta precoces. Otra de sus características es la coloración de la pella o inflorescencia que va desde tonalidades de verde azulado a verde intenso. A continuación se describen las características que pertenecen a algunas variedades.

Avenger: Es una planta vigorosa, cabezas bien domadas, grano fino, con hábito de planta alta y de gran peso de color verde azulado. Ha marcado referente tanto para la industria del congelado como para el mercado fresco; sin embargo, su uniformidad de cabezas le aporta un beneficio para el empaque en caja para fresco y un buen aprovechamiento de floretes para el proceso.

Según Sakata, sostiene que llega a una madurez relativa de 85 a 95 días después del trasplante, teniendo un mejor desarrollo en México en los meses de Enero a Junio. (www.sakata.com)

Emerald Jewel: Posee una cabeza de 12.7 cm de diámetro en promedio, de color verde brillante, domo alto y de peso superior a los 400 gramos. Es ideal para la producción en otoño e invierno, ya que, tolera el clima templado – fresco.

Es una variedad de madurez intermedia tardía de 85 días después del trasplante, teniendo una mayor adaptación y un mejor desarrollo en los meses de mayo a junio y de Noviembre a Diciembre. Sakata (www.sakata.com).

Endurance: Híbrido que presenta pequeños granos compactos y finos de color verde azulado, se caracteriza por su cabeza de semi domo y con un hábito de la planta mediano.

Endurance ha reducido los brotes laterales que pueden permitir una uniforme y previsible cosecha, con una madurez relativa de 90 a 95 días después del trasplante, teniendo una mayor adaptación y un mejor desarrollo en los meses de Septiembre a Enero. Sakata (www.sakata.com).

Expo: Es una planta de hábito grande, maduración tardía, domo firme y uniforme de color verde intenso. Las cabezas son pesadas desarrollando granos medianos, se desempeña bien durante otoño e invierno en el centro de México con altos

rendimientos, con una madurez relativa de 80 a 85 días después del trasplante, teniendo una mayor adaptación y un mejor desarrollo en los meses de Septiembre a Enero. Sakata (www.sakata.com).

Maratón: Es una planta con hábito de crecimiento medianamente alta, amplia adaptación, domo alto, grano fino y cabeza pesada de color verde azulado. Es adecuada para la producción rústica en otoño-invierno, es resistente a enfermedades, con una madurez relativa de 85 a 90 días después del trasplante, presentando una mayor adaptación y un óptimo desarrollo en los meses de Septiembre a Enero. Sakata (ww.sakata.com).

Máximo: Híbrido ideal para las procesadoras por su color, grano fino en la mayoría de los casos y floretes naturales, principalmente para la industria del congelado por su alto rendimiento y generosa calidad.

Máximo, posee la capacidad de producir cabezas de alto peso logrando una buena adaptación a condiciones de alta humedad, desarrolla una planta fuerte con resistencia a mildiú foliar, con una madurez relativa de 95 a 100 días después del trasplante, teniendo una mayor adaptación y mejor desarrollo en los meses de Julio a Noviembre. Sakata (www.sakata.com).

Triathlon: Híbrido que produce cabezas pesadas de grano pequeño y de color verde atractivo, ofreciendo a los productores más producto en caja, con resistencia a enfermedades, con una madurez relativa de 90 días después del trasplante, teniendo una mayor adaptación y mejor desarrollo en los meses de Noviembre a Marzo. Sakata (www.sakata.com).

Gypsy: Híbrido de madurez precoz que muestra un color verde atractivo, cabezas lisas en forma de domo y grano de tamaño mediano. Se desarrolla en temporada de calor y lluvia sin perder su color, es ideal para agricultores que buscan manojos para mercado fresco.

La planta es tolerante al mildiú foliar, desarrolla pocos hijuelos con resistencia a enfermedades, teniendo una madurez relativa de 60 a 65 días después del trasplante. Sakata (www.sakata.com).

Imperial: Híbrido de madurez intermedia, la planta es vigorosa, presenta una cabeza de forma de domo alto de un color verde-azulado, el grano de la pella es pequeño y uniforme, ideal para la cosecha en la primavera o en la ventana de transición. Desarrolla pocos hijuelos en la base de la planta, su maduración es uniforme lo que facilita la cosecha, con una madurez relativa de 75 días después del trasplante, teniendo una mayor adaptación y un mejor desarrollo en los meses de Octubre a Diciembre. Sakata (www.sakata.com).

Batavia: Es una planta con cabeza que mide de 6" a 8", domo alto, grano fino mediano y de color oscuro. Con cosecha en otoño-invierno, ideal para el mercado fresco, pesado y tolerante al tallo hueco, con una Madurez 75 días bejo. (Revista Hortalizas)

Domador: Brócoli CMS (producido con androesterilidad citoplasmática) de buena adaptación a la temporada de transición (lluvia a frío), presenta maduración intermedia; así como, tallos limpios, el grano de tamaño medio le ha permitido participar en el mercado fresco y de proceso. Seminis (Revista Hortalizas)

Florapack 85: Planta vigorosa sin tallos laterales, con cabeza de domo alto, grano fino, excelente compactación y floretes cortos, con madurez uniforme de cabezas con calidad para exportación, siendo una excelente opción para el mercado de proceso por sus altos rendimientos en campo. Syngenta. (Revista Hortalizas)

Greenback: Variedad adaptada al invierno con grano muy fino lo cual produce floretes de muy alta calidad y recuperación en el mercado de proceso y fresco. Seminis (Revista Hortalizas)

Guerrero: Planta vigorosa sin tallos laterales y tallo grueso, domo alto con grano fino y excelente peso, de floretes color verde azulado, excelente capacidad de

sobre madurez en campo e ideal para mercado fresco y de proceso. Syngenta (Revista Hortalizas)

Ironman: Variedad precoz de tallo compacto, alta calidad de floretes y coronas para mercado fresco. Presenta un color verde intermedio que permite tener un menor contraste de color interno y externo en el florete. Seminis (Revista Hortalizas)

Legacy: Variedad de tallos fuertes, sin ramificaciones laterales que se adaptan para mercado fresco o de proceso, produciéndose mejor en invierno con gran vigor y alto potencial de rendimiento. Seminis (Revista Hortalizas)

Monaco: Adaptado a la región del Bajío y centro de México, cabeza de domo y grano fino, ideal para el corte de florete para el mercado de proceso, presentando un alto rendimiento. Syngenta (Revista Hortalizas)

PX 0516-1710: Variedad de ciclo intermedio para mercado de proceso, presenta grano fino, alta recuperación de producto, siendo su temporada de cosecha en transición (frío-calor, calor-frío). Seminis (Revista Hortalizas)

Steel: Variedad tardía con alto potencial de rendimiento, ideal para temporada de invierno. Esta variedad destaca sobre las demás variedades de tallo compacto ya que no presenta tallo hueco. Seminis (Revista Hortalizas)

Tahoe: Variedad que tiene altos rendimientos, su mejor desarrollo se presenta bajo condiciones climáticas en cálido y seco. Presenta un florete compacto de domo alto y liso, de color verde oscuro. No es una variedad para lluvias. RijkZwaan (Revista Hortalizas)

Tlaloc: Variedad muy precoz, con alto potencial de rendimiento que se adapta a la temporada de transición (lluvia-frío), por esta característica es la variedad líder para cosechas de julio a septiembre. Seminis (Revista Hortalizas)

2.8 Practicas Agronómicas

Las Buenas Prácticas Agrícolas BPA, son una exigencia de los consumidores que implica adquirir un producto de calidad con alto grado de inocuidad, por lo tanto los productores deben ajustar sus actividades desde el alistamiento del terreno para la siembra, el uso de semilla certificada, el uso racional de insumos en los cultivos, enmarcado en el cuidado de la salud humana y del medio ambiente entorno a un manejo sostenible de los recursos naturales. Las BPA corresponden a normas de carácter internacional, preocupación de la FAO, Organización para las Naciones Unidas. Es responsabilidad del los productores aplicar las BPA en sus explotaciones agrícolas ya que de esta manera se le agrega valor a sus productos, obtendrán mayor calidad.

2.8.1 Importancia de la rotación de cultivos.

Sánchez G. C. (1956) expone que, la rotación de cultivos es la base de la prosperidad en los pueblos, siendo muy antigua su práctica, que consiste en no cultivar en el mismo lugar dos veces seguidas la misma planta, sino que se deja transcurrir tiempo antes de sembrar el mismo cultivo.

Cabe mencionar aquellos aspectos que deben tomarse en cuenta al establecer una rotación de cultivos, tal es el caso de:

- Que los cultivos incluidos se beneficien mutuamente; es decir, que tengan diferentes exigencias nutrimentales y demanda de agua, de manera que se aproveche al máximo la fertilización aplicada y no se produzca el agotamiento del suelo
- Que luego de un cultivo de raíces profundas, se establezca un cultivo de raíces superficiales, de manera que se facilite el drenaje y la aireación del suelo.
- Que se alternen o sucedan cultivos de poca biomasa radicular con aquellos de biomasa abundante, lo que estimula la actividad biológica del suelo.
- Que puedan emplearse los mismos medios de preparación y manejo del suelo, así como, el mismo sistema de riego.

- Que no coincidan en el tiempo los periodos de mayor demanda de trabajo de los diferentes cultivos incluidos en la rotación.
- Que reduzca la presencia de plagas y plantas no deseadas; deben separarse los cultivos que presenten igual susceptibilidad ante las plagas.
- Que los cultivos incluidos sean competitivos a los efectos del mercado y que su producción resulte económicamente ventajosa.
- Que se incluyan los abonos verdes y las leguminosas en la rotación, cuando no se realicen prácticas de biofertilización o aplicación reiterada de materia orgánica.

La puesta en práctica de estas recomendaciones, solamente exige una adecuada planificación de siembras basada en el conocimiento de las condiciones edafoclimáticas, el mercado al que se tributara la producción y los objetivos sociales que se persiguen con la actividad agraria.

Una rotación adecuada de cultivos, influirá favorablemente en el control de plagas y en su reducción a niveles permisibles desde el punto de vista ambiental y económico.

De esta manera, se conoce que en un periodo de 2 a 3 años pueden reducirse las afectaciones causadas por hongos, en tanto a las debidas a nematodos requieren de 3 a 5 años para su control y las ocasionadas por insectos de 5 a 6 años. La actividad biológica del suelo y su contenido de materia orgánica son características muy influenciadas por las prácticas de rotación que juegan un papel fundamental en el logro de este resultado.

Al incluir diferentes especies vegetales en la rotación del cultivo se influye positivamente en la biodiversidad, no solo respecto al monocultivo como alternativa sino además, por la presencia de microorganismos asociados en cada cultivo en particular y el balance general que se logra en relación con la flora y la fauna acompañantes.

2.8.2 Siembra en almacigo o en semilleros

Las crucíferas como es el caso del brócoli se multiplican por semilla (sexual) para el establecimiento de cultivos a campo abierto, se requiere de preparación de semilleros.

El semillero es el lugar de inicio de la vida productiva y reproductiva de una planta, siendo un área de terreno o recipientes, de tal manera que se puedan depositar semillas y brindarle las condiciones óptimas. (E.Jaramillo & Díaz, 2006)

La producción de planta actualmente se realiza en charolas de unicel con cavidades, estas tienen diversas ventajas como el ahorro de área, sustrato y la más importante, un excelente desarrollo radicular tanto en raíces primarias como secundarias, ya que cada plántula tiene su propio espacio de crecimiento sin necesidad de estar compitiendo con los demás. (E.Jaramillo & Díaz, 2006)

En la actualidad, los semilleros se realizan con mayor grado de tecnificación, en instalaciones especializadas, mediante la siembra automática en “speedlings” (bandejas de poliestireno) de aproximadamente 200 a 250 alveolos por bandeja, rellenos con sustrato a base de mezclas de turbas, garantizando que el trasplante con cepellón asegure un mejor arraigo de las plantas, una mayor producción y uniformidad de la inflorescencia. (Macua, 1987).

2.8.3 Labores culturales

La buena preparación del suelo depende de la calidad, profundidad, uniformidad, precisión con la que se desarrollen las labores, es decir, la preparación del suelo toma mayor relevancia para el desarrollo del cultivo ya que influye directa o indirectamente en la asimilación de los nutrientes, agroquímicos y la interrelación existente entre suelo, agua y planta.

Una vez que se conocen las características físicas y químicas del suelo, se procede a su preparación, ésta es una de las actividades más esenciales, ya que es la base de un buen desarrollo radicular. La preparación debe tomar en cuenta el grado de compactación del suelo y que podría requerir un subsoleado inicial.

2.8.3.1 Barbecho y rastreo

Posteriormente, se procede a arar a una profundidad entre 30 y 40 cm. y por último a rastrear; las pasadas de rastra varían de acuerdo al tipo de suelo. El objetivo es preparar un suelo suelto pero sin exceder los pases que provocarían pérdida de la estructura y por ende su compactación. Cabe recordar que la humedad del suelo al momento de prepararlo es muy importante, debiéndose evitar los extremos pero siempre más hacia lo seco. (Theodoropoulos M.; Lardizábal R., 2008)

2.8.3.2 Diseño y orientación del cultivo

a) Surcado con curvas de nivel

Esta práctica es trascendental, ya que dicha actividad retiene la humedad en las épocas más secas, evitando la erosión en las épocas de lluvia a la vez que permite el escurrimiento del exceso de agua. Todas las actividades de preparación de suelo son orientadas a proporcionar a la raíz un medio de crecimiento óptimo, donde la proporción de tierra-agua-aire sea la adecuada, tomando en cuenta que sin una buena producción de raíces es imposible obtener buenos rendimientos. (Theodoropoulos M.; Lardizábal R., 2008)

b) Camas elevadas

Las camas se deben levantar por lo menos entre 30 y 40 cm. (Figura 2) Las camas altas tienen grandes ventajas agronómicas: mejor drenaje, mejor aireación (las raíces necesitan oxígeno), el suelo está suelto para que las raíces exploren mejor.

Antes del trasplante es de gran importancia dar un riego abundante (Figura 3) ya que influye en la adaptación de la plántula para un buen desarrollo en las próximas etapas vegetativas este debe de cubrir totalmente la superficie donde se va sembrar.



Figura 2. Camas elevadas.

Fuente: Archivo personal, fotografía tomada en San Miguel de Allende, Guanajuato, Méx., durante la U. A. Estancia, 2012.



Figura 3. Riego abundante

Fuente: Archivo personal, fotografía tomada en San Miguel de Allende, Guanajuato, Méx., durante la U.A. Estancia 2012.

2.8.4 Marcos de plantación

Besson (1970) citado por Maroto B. J.V. (1989) indica que la densidad de plantación mayor, da lugar a cogollos de forma más plana en los contornos y más estrecha en su parte inferior.

Maroto B. J.V. (1989) afirma que, el marco de plantación es variable en función de que la variedad cultivada alcance o no su determinado desarrollo, en términos generales se tiende a utilizar entre 12 mil y 30 mil plantas/ha lo que traducido en marcos de plantación supone .80 a 1 m entre líneas y .40 .80 m entre plantas aunque en determinados ciclos y cultivares los marcos de plantación pueden reducirse más.

Santoyo J. J.; Alvarado M. C. (2011) atribuye que las densidades de plantación son muy variadas: pueden ir desde 30 mil hasta 80 mil plantas por hectárea, es necesario realizar surcos a cada metro y plantación a doble hilera cada 22 cm. en hilera sencilla, a cada 33 cm, se pueden obtener 30 mil plantas por hectárea, donde Según Tirilly Y.; Bourgeois C.(2002) afirma que las variedades de brócoli de ciclo corto tiene un desarrollo vegetativo limitado y las densidades de plantación pueden alcanzar a mas de 100 mil plantas/ha ya que el porte de estas plantas es más recto y el desarrollo foliar menos importante que el de la coliflor. Sin embargo Rappaport y Sachs (1976) expone que, en los brócolis las densidades de plantación mayores pueden dar rendimientos más altos, las plantas dan cogollos de inflorescencia de menor tamaño.

Con base a lo adquirido en la Unidad de Aprendizaje Estancias (U.A.E.) en 2012, se necesita de mano de obra para la plantación en promedio 14.17 jornales por hectárea.

En plantaciones de densidades altas es necesario realizar el trasplante de manera triangular (tres bolillo), ya que de esta manera se aprovecha mejor el espacio y la circulación del aire es mucho mejor, favoreciendo la disminución de enfermedades.

Los marcos de plantación se ven influenciados, por la densidad de población aunque los más comunes en el cultivo en la zona norte del bajío se maneja a una hilera con un espacio entre planta y planta de 14 cm sobre todo en la variedad Avenger, la otra se realiza con camas elevadas cada dos metros a doble hilera y a tres bolillo (figura 4), ambas con una densidad de población de 70 mil plantas/ha, siendo esta última la más utilizada en época de lluvia aunque se ven más afectadas por la separación entre planta y planta (figura 5).



Figura 4. Densidad de población.

Fuente: Archivo personal, fotografía tomada en San Miguel de Allende, Guanajuato, Méx., 2012



Figura 5. Distancia entre plantas.

Fuente: Archivo personal, fotografía tomada en San Miguel de Allende, Guanajuato, Méx., 2012.

La colocación adecuada del cepellón es de gran importancia, a falta de este manejo se ocasionan pérdidas importantes al momento de la cosecha, ya que las plántulas son introducidas inadecuadamente lo que ocasiona que el cepellón se doble, (figura 6) dañando así las raíces. Se genera una merma importante en el desarrollo del

cultivo y esto ocasiona que la plántula con un mayor vigor se desarrolle de manera adecuada, obstruyendo así el paso de la luz a la planta menos desarrollada (figura 7).



Figura 6. Diferencia entre un cepellon introducido adecuadamente y uno doblado

Fuente: Archivo personal, fotografía tomada en San Miguel de Allende, Guanajuato, Méx., 2012.



Figura 7. Obstruccion de plantas vigorosas

Fuente: Archivo personal, fotografía tomada en San Miguel de Allende, Guanajuato, Méx., 2012.

2.8.5 Labores del cultivo

Son de gran importancia para un buen desarrollo del cultivo, ya que cada uno de estos se ve influenciado en la producción por medio de estimulaciones mediante el suelo y el deshierbe, evitando la competencia de nutrientes.

2.8.5.1 Deshierbes

Con base a lo aprendido en la U.A.E. el primer deshierbe se realiza en los primeros 15 días, después del trasplante para no permitir que las plantas de brócoli sean cubiertas por las malezas y tengan el desarrollo adecuado, en donde se necesita una mano de obra de 10.5 jornales en promedio por hectárea y el próximo se realiza de los 35 a 40 días después del trasplante.

2.8.5.2 Escarda

Esta se realiza de los 25 a 30 días después del trasplante para tener una aireación del la raíz y que el desarrollo de la planta sea acelerado.

2.8.5.3 Monitoreo de plagas

De acuerdo a la experiencia aprendida en el periodo de estancia los monitoreos deben de iniciarse 15 días después del trasplante, después de esto por lo menos uno por semana, para tener un buen control y no dejar una ventana para la entrada de plagas que puedan ocasionar daños de manera considerable en el cultivo (figura 8).



Figura 8. Monitoreo.

Fuente: Archivo personal, fotografía tomada en San Miguel de Allende, Guanajuato, Méx., 2012.

2.8.5.4 Cosecha

La recolección, se realiza normalmente de forma manual, si bien, en extensiones grandes la recolección tiende a racionalizarse mediante el uso de tractores provistos

de bastidores transversales en la parte trasera del remolque, tal como se aprecia en la (figura 9) (Borrego, Pomares, & Baixauil, 2007)

Según Borrego, Pomares, & Baixauil (2007) exponen que, para la recolección de estas especies para consumo en fresco, debe realizarse en diferentes días dando varias pasadas por la parcela para recolectar las piezas en un punto idóneo. El brócoli se cosecha dependiendo de la variedad y su ciclo, lo normal es realizar tres pasadas en aproximadamente 15 días para la recolección de inflorescencias principales y si se recolectan rebrotes, el periodo puede alargarse de 15 a 30 días.

En brócoli, las inflorescencias deben recolectarse en su momento óptimo, evitando recolectarlas excesivamente pronto, por lo general, para exportación se recolectan de 5" a 7". En caso de recolectarse antes, el productor se verá afectado en el peso de la inflorescencia y por lo tanto menor rendimiento por hectárea, así como recolectar inflorescencias excesivamente pesadas, que puedan tener las flores abiertas y tener menor aguante tras la recolección.



Figura 9. Recolección manual apoyados de tractores con bastidores.

Fuente: Archivo personal, fotografía tomada en San Miguel de Allende, Guanajuato, Méx., en 2012.

Por otra parte, se debe evitar la recolección de la inflorescencia en momentos de altas temperaturas. Para la recolección se debe tener un buen saneamiento del material a utilizar para evitar la contaminación del producto (figura 10).



Figura 10. Material para saneamiento

Fuente: Archivo personal, fotografía tomada en San Miguel de Allende, Guanajuato, Méx., 2012.

2.9 Fertirrigación

El objetivo del riego es el suministro de humedad necesaria incluyendo el aporte de nutrientes que servirán para el buen crecimiento y el desarrollo de las plantas, incluyendo el aporte necesario de agua para lavar, en su caso, el exceso de sales.

2.9.1 Necesidades hídricas del cultivo

El contenido de agua en los tejidos vegetales es muy variable, no sólo en el tipo de planta sino con el tejido y la etapa de desarrollo, muchas semillas que han sido extraídas apropiadamente contienen alrededor de 5% de humedad, mientras que en los frutos y vegetales suculentos contienen alrededor de 85 a 95% de agua. (Halfacre G.R.; Borden A.1984)

En cuanto a los valores del coeficiente del cultivo (kc) del brócoli, Paschold (2000) citado por Maroto, B.J.V.; Pomares F.; Baixauli C.(2007), determinaron los valores de .5 con 8 hojas , 0.8 en 14 hojas y 1.4 en 14 hojas a la recolección; sin embargo, Klar y Fontes (2003) determinaron coeficientes de cultivo comprendidos según la fase del cultivo entre los rangos 0.88 a 1.42 en fase de crecimiento, 1.24 a 2.14 en fase de inducción floral, 1.19 a 1.71 en fase de formación de pellas, 0.95 a 1.42 en fase de floración y .82-1.49 en fase de fructificación con base a los valores de evapotranspiración (ET_o) obtenidos con los métodos de lisímetro.

Respecto al consumo de agua en el brócoli, Bolaños (2001) obtuvo un consumo total de 400 mm en México, mientras que en Brasil Klar y Fontes en 2003, determinaron un consumo de 369 mm, con un consumo diario de hasta 6.25.

2.9.2 Riego por Gravedad

Este sistema se considera de menor eficiencia, sin embargo con sistemas bien planeados (canales revestidos, uso de polyhose, sifones, pendiente adecuada, tipo de suelo, longitud de surcos, etc.) en ocasiones puede ser más eficiente que algunos de los sistemas presurizados en mal estado.

Existen sistemas sofisticados en el Valle de San Joaquín en California, el Valle de Texas y en el Valle de Mexicali, en el que miles de hectáreas utilizan este sistema de riego en donde cuentan con mucha agua. Es útil cuando se cuenta con agua salina (baja en sodio) para hacer el lavado al menos una vez al año y con riego muy pesado (15 a 30cm de lámina).

Además, es el sistema de riego aparentemente más económico, ya que la inversión es baja; sin embargo, el costo de mano de obra es elevado, si el costo por metro cúbico de agua es alto, este es el más costoso. Hay sistemas de riego por gravedad con fuertes pérdidas en los canales de conducción y en los lotes de producción, teniendo mayor problemas con malezas, debe de pasar cierto tiempo para realizar la cosecha o realizar cualquier actividad, es por ello que resulta necesario nivelar o hacer curvas de nivel, baja la eficiencia en aplicación de plaguicidas y fertilizantes en el agua; sin embargo, su uso es en grandes extensiones con agua suficiente. (Martinez, 2005)

2.9.3 Aspersión

Es el sistema más económico de los presurizados aéreos, requiere mucha mano de obra para mover la tubería, la distribución del agua es uniforme en lugares donde el viento no es muy fuerte.

Muy utilizada en siembra directa para tener una buena germinación y emergencia, se retira y el resto del ciclo se riega por gravedad, además se utiliza para la protección contra heladas de cultivos recién sembrados, se pueden realizar aplicaciones de plaguicidas y fertilizantes; sin embargo, su eficiencia es baja comparada con el pivote central y aún más comparado con el riego por goteo, no es necesario que el lote esté nivelado, debido a que en pendientes muy pronunciadas no funciona, su eficiencia es mayor que el riego por gravedad. (Martinez, 2005)

2.9.4 Pivote Central o Sistemas Laterales Automáticos

Son autopropulsados para trasladarse en forma automática e irrigar lotes de gran dimensión, con costos elevados, pues reduce la utilización de mano de obra, no se adaptan bien a cultivos con altura (por ejemplo maíz), son utilizados para el cultivo de la papa, se caracteriza por brindar uniformidad en los riegos, se aplican plaguicidas y fertilizantes en forma simultánea, no es necesario que el lote esté nivelado; sin embargo, con pendientes pronunciadas no funciona, no debe haber árboles u obstáculos de gran altura (postes energía) dentro del lote de riego. (Martinez, 2005)

2.9.5 Riego por Goteo o por Cintillas

El sistema de riego por goteo es el método de aplicar agua en cantidades pequeñas en forma controlada a la zona radicular de las plantas, básicamente consiste en una serie de cintillas con emisores integrados que se colocan en las camas, donde se encuentran las plantas de cultivos, principalmente de hortalizas debido al alto costo. Prácticamente, se obtiene mayor rendimiento y es más eficiente que los sistemas de riego por aspersión, si se combina la fertirrigación y el uso de acolchados con un manejo adecuado el incremento del rendimiento, calidad de producto y precocidad se mejoran en forma drástica. (Martinez, 2005)

El costo de la instalación del riego por goteo es relativamente alto; sin embargo, el costo de mano de obra para operarlo es muy bajo, su mayor ventaja es que se

requiere menor gasto de agua por hectárea factor de gran relevancia en el Noreste de México. Además, provee una gran uniformidad del agua en los cultivos a través del ciclo cuando es bien manejado, cabe destacar que es importante dosificar el fertilizante al cultivo según la etapa fenológica.

La cintilla comúnmente utilizada es de un calibre 4 (menor costo pero menos resistente), 6 (intermedio en costo y resistencia) y 8 (mayor costo pero mas resistente) con grosor de pared en milésimas y de ½ pulgada de diámetro. Se maneja con una presión de 10 a 15 psi (libras por pulgada cuadrada) con longitudes de hasta 120 m en suelos con buena nivelación.

Se utiliza para un ciclo de cultivo o máximo dos cuando no es enterrada y no tiene mucho daño por ratas o insectos, en suelos arenosos la cintilla no debe enterrarse debido a que la humedad no sube por capilaridad, ocasionando la muerte de las plántulas recién trasplantadas; sin embargo, aún en suelos arcillosos muchos productores no entierran la cintilla con el objetivo de no tener problemas para recogerla al terminar el ciclo y reutilizarla. (Martinez, 2005)

El sistema de riego por goteo consiste de un sistema de filtración (figura 11); sistema de inyección de plaguicidas y fertilizantes (figura 12); sistema de protección, sistema de bombeo (figura 13), válvulas y medidores de presión, conducción primaria, conducción secundaria y cintilla de goteo (figura 14).



Figura 11. sistemas de filtración.

Fuente: Archivo personal, fotografía tomada en San Miguel de Allende, Guanajuato, Méx., 2012.



Figura 12. Sistemas de inyección.

Fuente: Archivo personal, fotografía tomada en San Miguel de Allende, Guanajuato, Méx., 2012.



Figura 13. Sistema de bombeo.

Fuente: Archivo personal, fotografía tomada en San Miguel de Allende, Guanajuato, Méx., 2012.



Figura 14. Conducción secundaria y cintilla.

Fuente: Archivo personal, fotografía tomada en San Miguel de Allende, Guanajuato, Méx., 2012.

Las ventajas del riego por goteo son de gran influencia en la producción ya que se requiere un 50% de cantidad de agua en comparación al riego por aspersión, la presión requerida es menor con relación al pivote central, aspersión y micro aspersión los cuales van de 20 a 60 libras de presión (psi) a diferencia de la de riego por goteo que solamente se requiere de 10 a 14 psi., esto significa menor costo de energía.

2.10 Fertilización

Siempre es aconsejable realizar un análisis previo del suelo para conocer su grado de fertilidad y hacer las recomendaciones adecuadas.

Los fertilizantes son productos destinados a la alimentación de las plantas o a su sustrato nutritivo, en la ley del fertilizante se considera a los abonos como sustancias que se aplican directa o indirectamente a las plantas para favorecer su crecimiento, aumentar su producción o mejorar su calidad (Finck A. 1988).

Los fertilizantes deben favorecer el crecimiento, en la mayoría de los casos, esto equivale a favorecer la multiplicación de la masa vegetal, aunque también significa regular su aumento, es decir, aumentar la producción y mejorar la calidad, se trata de mejorar la calidad en el ámbito comercial (valor en el mercado) y nutricional, así como aumentar la resistencia de la planta frente a cualquier tipo de influencias nocivas para asegurar su crecimiento (Finck A. 1988)

En brócoli, las extracciones de los elementos esenciales son muy variables en función de la variedad de que se trate y por lo tanto, del volumen de órganos formados.

En este sentido, Le bohec y hemery(1979) citado por Maroto en (1989) afirma que partiendo por unas extracciones medias por ha de 175 kg de nitrógeno, 60 kg de P_2O_5 , 200kg de K_2O , 115 kg de CaO , 15 kg de MgO y 45 kg de S, mientras que Pinzón H. Isshiki M. en (2001) sostiene que, con base a la experiencia con productores los requerimientos de Nitrógeno son de 130 a 170 kg/ha, si los suelos son

pobres en fósforo deben aplicarse 220 kg/ha de P₂O₅ y 220 kg/ha de K₂O, y si son ricos en fósforo deben aplicarse 60 kg/ha de P₂O₅ y 60 kg/ha de K₂O, presentando también altos requerimientos de boro.

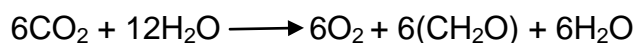
De acuerdo a lo experimentado, en la zona norte del bajío en el 2012 se utilizan 303 unidades de nitrógeno distribuidos en las 10 semanas, 12.75 unidades de fósforo aplicadas en las primeras tres semanas, potasio 52 unidades que se aplican en las últimas cinco semanas y de calcio 23.5 unidades en las últimas cinco semanas, adicionando sulfato de magnesio distribuido en las 10 semanas.

2.10.1 Elementos Nutritivos

En 1997 se conocían dieciséis elementos químicos esenciales para el crecimiento de la planta, divididos en dos grandes grupos: minerales y no minerales. (potash y phosphateinstitute 1997).

Sin embargo, en 2008 la California Plantheal Thassociation (CPHA) 1989, argumenta que el níquel (Ni) se convirtió en el elemento más reciente en ser declarado esencial para las plantas; sin embargo, el silicio ha formado parte importante para el desarrollo en algunos cultivos hortícolas siendo así 18 los nutrientes esenciales.

Los nutrientes no minerales con una composición elemental promedia de las plantas son carbono(C) 42%, hidrogeno (H) 7% y oxigeno(O) 44%. Estos nutrientes se encuentran en el agua y en la atmósfera y son usados en la fotosíntesis de la siguiente manera:



Los productos de la fotosíntesis son los responsables del incremento en el crecimiento de la planta, cantidades insuficientes de dióxido de carbono, agua o luz reducen el crecimiento; sin embargo, la cantidad de agua usada en la fotosíntesis es tan pequeña que las plantas mostrarían síntomas de estrés de humedad antes que el agua sea suficientemente baja para afectar a la fotosíntesis. (Instituto de la potasa y el fosforo, 1997).

Los 15 nutrientes minerales son aquellos provenientes del suelo que se encuentran divididos en tres grupos primarios, secundarios y micro nutrientes, los primarios generalmente son los primeros en ser deficientes en el suelo, debido a que las plantas usan cantidades relativamente altas de estos nutrientes.

2.10.1.1 Nitrógeno (N).

Es esencial para el crecimiento de la planta, forma parte de cada célula viviente.

Las plantas requieren grandes cantidades de nitrógeno para crecer normalmente, pues absorben la mayoría de nitrógeno en forma de iones de amonio nitrato (NH_4^+) o nitrato (NO_3^-), algo de urea se absorbe directamente por las hojas.

Con la excepción del arroz, los demás cultivos absorben la mayoría de nitrógeno como ion nitrato, pues estudios recientes han demostrado que los cultivos usan cantidades apreciables de amonio, si este está presente en el suelo. Una de las razones por las que se obtienen rendimientos altos con la absorción de una parte de nitrógeno como amonio, es que la reducción de nitrato dentro de la planta requiere de energía (el nitrato es reducido a amonio que luego se convierte en aminoácidos dentro de la planta), dicha energía es proporcionada por carbohidratos mismos que podrían ser utilizados para el crecimiento o formación de grano.

El nitrógeno es necesario para la síntesis de la clorofila, formado parte del proceso de la fotosíntesis, la carencia de nitrógeno y en consecuencia la carencia de la clorofila no permite que la planta utilice la luz solar como fuente de energía en el proceso de la fotosíntesis y la planta pierde la habilidad de ejecutar funciones esenciales como la absorción de nutrientes.

El nitrógeno es un componente de las vitaminas y los sistemas de energía en la planta, así como un componente esencial de los aminoácidos, los cuales forman proteínas, por lo tanto el nitrógeno es directamente responsable del incremento del contenido de proteínas en las plantas. (Instituto de la potasa y el fosforo, 1997).

2.10.1.2 Fosforo (P)

Es esencial para el crecimiento de las plantas, es por ello que no puede ser sustituido por ningún otro nutriente. La planta debe de tener fosforo para cumplir su ciclo normal de producción.

Las plantas absorben la mayoría de fósforo como un ion ortofosfato primario ($H_2PO_4^-$), las plantas también absorben pequeñas cantidades de fósforo como un ion ortofosfato secundario ($H_2PO_4^-$). El pH del suelo influye en gran parte en la absorción de estas dos formas de fósforo por la planta, ya que plantas pueden utilizar otras formas de fosforo, pero en menores cantidades que el ortofosfato.

Las concentraciones más altas de fósforo en plantas jóvenes se encuentran en el tejido de los puntos de crecimiento debido a que el fosforo se desplaza rápidamente de tejidos viejos a tejidos jóvenes, las deficiencias aparecen primero en partes bajas de la planta a medida que las plantas maduran la mayor parte del fósforo, se mueve a las semillas o al fruto.

El fósforo desempeña un papel importante en la fotosíntesis, respiración, almacenamiento, transferencia de energía, división, crecimiento celular, mejorando la calidad de la fruta, hortalizas y granos y otros procesos que se llevan a cabo en la planta; además promueve la rápida formación de semilla y crecimiento de raíces.

El fósforo ayuda a las raíces y a las plántulas a desarrollarse rápidamente y mejora su resistencia a las bajas temperaturas, incrementa la eficiencia del uso del agua, contribuye a la resistencia de algunas plantas a enfermedades y adelanta la madurez, es importante para rendimientos más altos y calidad de los cultivos. (Instituto de la potasa y el fosforo, 1997).

2.10.1.3 Potasio (k)

Los cultivos contienen aproximadamente la misma cantidad de potasio que de nitrógeno pero más potasio que fósforo. En muchos cultivos de alto rendimiento, el potasio es absorbido del suelo por las plantas en forma iónica (K^+), a diferencia del nitrógeno y el fósforo, el potasio no forma compuestos orgánicos en la planta, está relacionada fundamentalmente con muchos y variados procesos metabólicos.

Cuando existe deficiencia de potasio, la fotosíntesis se reduce y la respiración de la planta incrementa, reduciendo la acumulación de carbohidratos y por lo tanto la producción y el desarrollo de la plantas disminuye.

Otras funciones del potasio son:

- ❖ Es esencial para la síntesis de proteínas.
- ❖ Es importante en la descomposición de carbohidratos, un proceso que provee de energía a la planta para su crecimiento.
- ❖ Ayuda a controlar el balance iónico.
- ❖ Es importante en la translocación de metales pesados como el hierro (Fe).
- ❖ Ayuda a la planta a resistir de ataques de enfermedades.
- ❖ Es importante en la formación de fruta.
- ❖ Mejora la resistencia de la planta a las heladas.
- ❖ Está involucrado en la activación de más de 60 sistemas enzimáticos que regulan las principales reacciones metabólicas de la planta.

Una función importante del potasio en el crecimiento de las plantas es la influencia de este nutriente en el uso eficiente del agua. El proceso de apertura y cerrado de los poros de las hojas (denominados estomas) es regulado por la concentración de potasio en las células que rodean estos poros, la escasez de potasio no permite que los estomas se abran totalmente y que sean rápidos al cerrarse, tal condición permite que el estrés que manifiesta la planta por falta de agua sea mayor. La respuesta al potasio es mayor cuando los niveles de humedad en el suelo son bajos. (Instituto de la potasa y el fosforo, 1997)

2.10.1.4 Calcio (Ca)

Es absorbido por las plantas en forma del catión Ca^{++} , una vez dentro de la planta el calcio funciona de varias formas:

- ❖ Estimula el desarrollo de las raíces y de las hojas.
- ❖ Forma compuestos que son parte de las paredes celulares, esto fortalece la estructura de la planta, ayuda a reducir el nitrato (NO_3) en la planta.
- ❖ Activa sistemas de enzimas.
- ❖ Neutraliza los ácidos orgánicos en la planta.
- ❖ Es requerido en grandes cantidades por las bacterias fijadoras de nitrógeno.

2.10.1.5 Magnesio (Mg)

Es absorbido por las plantas como catión Mg^{++} , una vez dentro de la planta el magnesio cumple con muchas funciones; es el átomo central de la molécula de la clorofila, por lo tanto está involucrado activamente en la fotosíntesis, interviene en el metabolismo del fósforo, respiración y activación de sistemas enzimáticos en las plantas.

El magnesio y el nitrógeno son los únicos nutrientes provenientes del suelo que son parte de la clorofila, por esta razón, la mayoría del magnesio en las plantas se encuentra en este compuesto. (Thompson & R., 1988)

2.10.1.6 Azufre (S)

El azufre(s) es absorbido principalmente como ion sulfato (SO_4^-) también puede entrar por las hojas como dióxido de azufre (SO_2) presente en el aire. El azufre es parte de cada célula viviente y forma parte de dos de los 21 aminoácidos que forman las proteínas, ayuda a desarrollar enzimas y vitaminas, promueve la nodulación en las leguminosas, estimula la producción de semilla, es necesario en la formación de clorofila de no ser un constituyente de este compuesto y estar presente. (Thompson & R., 1988)

2.10.1.7 Micronutrientes

El poder de los micronutrientes es impresionante, toda planta requiere solo una pequeñísima cantidad de cada uno de ellos. Es evidente que no son utilizados como bloques de construcción para edificar los principales componentes de las plantas.

Algunos micronutrientes intervienen en los sistemas enzimáticos vegetales, los elementos que forman aniones, como boro y molibdeno forman parte de la estructura molecular de algunas enzimas. Los elementos que forman cationes como el cobre, funcionan más bien como coenzimas que activan una enzima, pero no son parte esencial de su molécula. (Thompson & R., 1988)

Algunos micronutrientes intervienen en procesos de óxido-reducción del metabolismo vegetal, tales como el hierro, cobre y manganeso que pueden cambiar de valencia y entrar así en reacciones de óxido-reducción (Thompson & R., 1988)

2.11 Enfermedades fungosas

Las enfermedades que podemos encontrar en el cultivo de brócoli pueden ser causadas por parásitos criptogámicos u hongos, entre los que podemos destacar el mildiu, alternarias y hongos del cuello.

2.11.1 Mancha negra de las hojas (*Alternaria brassicicola*)

Condiciones

Las esporas son muy resistentes a la sequía y poseen gran longevidad, para que se de la infección las esporas necesitan presencia de agua durante 6 horas seguidas y una temperatura de 18°C a 20 °C, desarrollándose mejor en bajas temperaturas de hasta 3 °C.(Maroto, B.J.V.; Pomares F.; Baixauli C. 2007)

Daño

Al transmitirse por semillas, el hongo puede ocasionar caída de plántulas, en estas se pueden apreciar lesiones necróticas oscuras en los cotiledones.

En plantas adultas puede afectar en cualquier parte aérea , pero los síntomas son más comunes en hojas, Maroto, B.J.V.; Pomares F.; Baixauli C. (2007), afirma que las lesiones foliares exteriores son punteaduras de color negro de 2 a 3 mm de

diámetro, posteriormente producen lesiones en forma de círculos concéntricos y a menudo terminan en halos de color amarillo.

Control cultural

Producción de semilla sana, desplazando los cultivos de producción de semilla a climas secos, realizar desinfección de semilla mediante un tratamiento de agua caliente a 50°C durante 20 minutos.

Eliminar residuos de crucíferas o de cultivos anteriores, practicar la rotación de cultivos no repitiendo cultivos de la misma familia y utilizar semillas de alta calidad.

Control químico

Captan con ingrediente activo llamado carboxamida de actividad fungicida preventiva y curativa de amplio espectro y absorción por vía foliar y radical con un intervalo de seguridad sin límite.

Los nombres comerciales son: FUNCAP PH 50, CAPTAN 50, INTERCAPTAN 50 PH, LUCAPTAN, CAPTAN Ultra 50 WP, CAPTAN 50 PH Estos se encuentran al 50 % y se aplica de 200 a 400 gramos por 100 litros de agua.

Clorotalonil con ingrediente activo llamado Ftalonitrilo de actividad fungicida de amplio espectro preventivo y de contacto, con un intervalo de seguridad de hasta 7 días.

Los nombres comerciales son: BALACU 720 S, CORAZA 720 S, TALONIL 720, ECO 720 FMC, NRAVONIL 720, ROLLING 720, CLOROPOL, VELONIL 2787 W 75%, ANATALONIL 75 PH, DRAGONIL 75 PH, BRAVONIL 75% PH estos se encuentran del 52 AL 75 % y se aplican de 1.5 a 3 kg/ha.

clorotalonil 72% + metalaxyl-M 4.5% por un lado clorotalonil tiene un modo de acción preventiva y de contacto, metalaxyl-M tiene un modo de acción sistémica con actividad preventiva y curativa con un intervalo de seguridad de 14 días.

El nombre comercial es BLASON ultra, se aplica 200 gr/100 L de agua se repite el tratamiento cada 14 días hasta que las condiciones cambien este se realiza después del trasplante o en el semillero.

Oxicloruro de cobre es un fungicida preventivo de contacto para su aplicación foliar, con un intervalo de seguridad sin límite.

Los nombres comerciales son: OXICU DF, HIDROCOB 77, OXICU PH, OXIBEL 85 PH, CUPRAVIT, OXICOB 85, se encuentra al 50% con una dosis de aplicación de 2 a 4 kg/ha. (De Liñan Carral, 2013)

2.11.2 Mildiu vellosa (*Peronospora parasítica*)

Condiciones

Maroto, B.J.V.; Pomares F.; Baixauli C. (2007) afirma que el desarrollo para dicha enfermedad está condicionado por factores ambientales de humedad y temperatura, siendo muy favorables en periodos de lluvia o humedades altas, por otra parte Jaramillo N. J y Díaz D.C. (2006) atribuye que el frío influye de manera importante para el desarrollo de dicha enfermedad el cual va de 10 a 18 C°.

El patógeno se disemina fácilmente por el viento y salpique del agua durante las lluvias.

Daños

Maroto, B.J.V.; Pomares F.; Baixauli C. (2007) agrega que Mildiu vellosa se presenta en plantas jóvenes de 3 a 4 hojas, afectando los cotiledones y las primeras hojas, observándose manchas de .5 a 1 cm de diámetro, difusas con apariencia clorótica por el haz y levemente deprimidas con una vellosidad blanquecina por el envés, siendo en esta etapa donde se encuentra mayor grado de afectación. En ataques intensos y plantas jóvenes los daños pueden llegar incluso hasta la muerte, después de esta fase las consecuencias de sus ataques son ya de menor consideración ocasionando la reducción de la superficie foliar activa y por lo tanto menor crecimiento de los cogollos.

Cuando ataca con mayor intensidad puede aparecer manchas externas en las nervaduras foliares e incluso en tejidos de las inflorescencias, depreciando de manera importante la calidad comercial del producto.

Control cultural

Como medidas preventivas se deben de elegir variedades menos susceptibles o resistentes, por otra parte al trasplantar, conviene evitar ejemplares con infección en los cotiledones. Por otro lado se debe evitar la sobre población en semilleros y tener una ventilación adecuada.

Control químico

Se deberán hacer aplicación en periodos de riesgo con una frecuencia de 10 a 12 días para evitar su desarrollo con fungicidas preventivos.

Captan con ingrediente activo llamado carboxamida de actividad fungicida preventiva y curativa de amplio espectro y absorción por vía foliar y radical con un intervalo de seguridad sin límite.

Los nombres comerciales son: FUNCAP PH 50, CAPTAN 50, INTERCAPTAN 50 PH, LUCAPTAN, CAPTAN Ultra 50 WP, CAPTAN 50 PH Estos se encuentran al 50 % y se aplica de 200 a 400 gramos por 100 litros de agua.

Clorotalonil con ingrediente activo llamado Ftalonitrilo de actividad fungicida de amplio espectro preventivo y de contacto, con un intervalo de seguridad de hasta 7 días.

Los nombres comerciales son: BALACU 720 S, CORAZA 720 S, TALONIL 720, ECO 720 FMC, NRAVONIL 720, ROLLING 720, CLOROPOL, VELONIL 2787 W 75%, ANATALONIL 75 PH, DRAGONIL 75 PH, BRAVONIL 75% PH estos se encuentran del 52 AL 75 % y se aplican de 1.5 a 3 kg/ha.

clorotalonil 72% + metalaxyl-M 4.5% por un lado clorotalonil tiene un modo de acción preventiva y de contacto, melaxyl-M tiene un modo de acción sistémica con actividad preventiva y curativa con un intervalo de seguridad de 14 días. (Vicente, 2013)

El nombre comercial es BLASON ultra, se aplica 200 gr/100 L de agua se repite el tratamiento cada 14 días hasta que las condiciones cambien este se realiza después del trasplante o en el semillero. (Vicente, 2013)

Oxicloruro de cobre es un fungicida preventivo de contacto para su aplicación foliar, con un intervalo de seguridad sin límite.

Los nombres comerciales son: OXICU DF, HIDROCOB 77, OXICU PH, OXIBEL 85 PH, CUPRAVIT, OXICOB 85, se encuentra al 50% con una dosis de aplicación de 2 a 4 kg/ha.

La pulverización con productos nutrientes a base de potasio y fosforo para estimular las plantas formando defensas contra el mildiu.

2.11.3 Pudrición gris (*Botrytis cinérea*)

Condiciones

Kerssies, 1994: Spadaro, 2002 Citado por Chamorro 2007 indica que el hongo puede permanecer como saprofito sobre restos vegetales y tejidos muertos de planta, hasta que encuentra las condiciones favorables muy comunes en nuestra latitud: Formación de condensación que pueden estar dadas por lluvia, llovizna, rocío o neblina densa, altas humedades relativas; luz difusa y fuertes fluctuaciones de temperatura, (máximas de 35,5°C; 15-25°C la óptima y cerca de 0°C como mínima).

Daños

Las hojas inferiores se amarillan y eventualmente la cabeza se marchita y pudre.

En la parte inferior de la cabeza, en la zona de la corona, se manifiesta una pudrición acuosa de color café. En condiciones de humedad o con el rocío, aparece en las zonas afectadas, una esporulación densa de color gris o café claro. Ocasionalmente sobre Pudrición gris (*Botrytis cinérea*)

Las hojas inferiores se amarillan y eventualmente la cabeza se marchita y pudre.

En la parte inferior de la cabeza, en la zona de la corona, se manifiesta una pudrición acuosa de color café. En condiciones de humedad o con el rocío, aparece en las zonas afectadas, una esporulación densa de color gris o café claro. Ocasionalmente sobre la parte inferior de las plantas, el hongo produce esclerocios pequeños aplanados y de color negro. Las pudriciones se pueden presentar después de la cosecha.

Control químico

Medidas de control: las infecciones se inician a través de las esporas que flotan en el aire. El hongo puede utilizar como puerta de entrada, los daños causados por afidos u otras enfermedades. Es recomendable hacer barbechos profundos, camas altas, sembrar en terrenos con buen drenaje y un manejo adecuado del agua de riego.

Anilazina PH50% 2 A 4 kg/ha, Clorotalonil PH75% 2.7 a 3.4 kg/ha, Mancozeb SA 33% 2.5 a 4.5 l/ha., Maneb Ph80% 1 A 3 kg/ha, Oxicloruro de cobre Ph 59% 2 A 4 kg/ha (Vicente, 2013)

2.11.4 Amarillamiento de la col (*Fusarium oxysporum f.s. conglutinans*)

Condiciones

f. oxicosporum produce micelio septado, al principio es incoloro y posteriormente adquiere una coloración cremosa cuando envejece, finalmente, el color ocre predomina en toda la colonia. El hongo produce microconidios unicelulares, hialinos, de forma ovoide e elipsoidal.

Importancia y distribución

Esta especie puede afectar las plantas en cualquier edad, pero por lo general aparece después de dos a cuatro semanas del trasplante. Se distribuye en la mayoría de las zonas donde se cultiva col, pero para todas las crucíferas en general son susceptibles al patógeno. Las infecciones son más severas en los cultivos de verano

Pequeños aplanados y de color negro. Las pudriciones se pueden presentar después de la cosecha.

Control

Las infecciones se inician a través de las esporas que flotan en el aire. El hongo puede utilizar como puerta de entrada, los daños causados por afidos u otras enfermedades. Es recomendable hacer barbechos profundos, camas altas, sembrar en terrenos con buen drenaje y un manejo adecuado del agua de riego.

Anilazina PH50% 2 A 4 kg/ha, Clorotalonil PH75% 2.7 a 3.4 kg/ha , Mancozeb SA 33% 2.5 a 4.5 l/ha., Maneb Ph80% 1 A 3 kg/ha, Oxiclورو de cobre Ph 59% 2 A 4 kg/ha (Vicente, 2013).

2.11.5 Sclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Condiciones

En el campo sobre vive en más de 300 especies de plantas cultivadas y malezas, la época lluviosa y la temperatura óptima para la formación de los apotecios (18 a 20 °C). Asimismo la presencia de agua libre por períodos mayores a setenta y dos horas asegura la germinación e infección de las ascosporas.

Daños

En las hojas, aparece una pudrición de color café claro, cubierta por un micelio blanco y estructuras negras de diferentes formas y tamaños, conocidos como esclerocios del hongo. Cuando el ataque es temprano se produce marchitamiento y muerte de la planta; si es tardío el daño se reduce a unas pocas hojas. (León G. A. 2007)

Donde Agrios G. (2011) afirma que en la base del tallo infectado aparecen lesiones de color café pálido u oscuro, cubriéndose después con zonas algodonosas blancas constituidas por el micelio del hongo, hasta ocasionar la pudrición.

2.11.6 Rhizoctoniasis (*Rhizoctonia solani* Kuhn)

Condiciones

Es la enfermedad más común y limitante en semilleros, debido a la pudrición de la semilla y *dumping* off en pre y pos emergencia de las plántulas. Ocasionado por

Rhizoctonia solani , un habitante del suelo que puede vivir como parásito de malezas o como saprofito facultativo. (León G. A. 2007)

Daños

Las plántulas presentan un estrangulamiento en la base del hipocotilo, debilitamiento y se vuelcan al final en el suelo adyacente a las plántulas enfermas pueden formarse estructuras filamentosas de color gris claro. (León G. A. 2007)

2.11.7 Hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae*)

Condiciones

Según León G. A. (2007) *Plasmodiophora* es un parásito obligado que persiste hasta 10 años en el suelo en ausencia de hospedantes. El hongo es más agresivo en suelos ácidos y húmedos, a temperaturas entre 12 y 30 °C con un óptimo de 21 °C.

Daños

Las plantas enfermas son fáciles de reconocer porque son de menor tamaño, de color verde menos intenso y signos de marchitamiento en las horas más calurosas del día. Las plantas afectadas presentan un desarrollo casi normal al principio pero más tarde se atrofian gradualmente. La raíz principal de las plantas enfermas es parcialmente destruida y en las secundarias se presentan engrosamientos de diferentes tamaños en forma de hernias. La enfermedad puede manifestarse en cualquier estado de su desarrollo, pero en plántulas produce la muerte. (Agríos G. 2011)

Control cultural

Debe evitarse el cultivo de crucíferas en suelos infectados con el patógeno, debe cultivarse en suelos bien drenados y con un pH de 7.2 arriba del neutro la aplicación de cal es recomendable para el control ya que las esporas del organismo germinan muy poco en medios alcalinos.

2.12 Enfermedades bacterianas

Las enfermedades bacterianas en las hortalizas pueden ser muy dañinas si cuentan con la condición favorable para su desarrollo. Para que ocurra una enfermedad bacteriana es necesario que una planta sea susceptible, que las bacterias sean patógenas, que las condiciones sean favorables para su desarrollo y que todo esto suceda en un tiempo determinado. Las bacterias en poblaciones elevadas pueden surgir bajo condiciones apropiadas en muy corto tiempo y son muy temidas. Esto se debe a la capacidad de las bacterias en reproducirse y en producir sustancias dañinas como enzimas, toxinas u otras que afectan a las plantas cuando son invadidas. Se conoce que una sola célula bacteriana puede producir en 24 horas, aproximadamente 17 millones de células (Rosales S.A. Y Nápoles R.J. 1994).

Con esta capacidad y en poblaciones grandes las bacterias pueden taponar los haces vasculares provocando marchitez, pero si las bacterias rompen estos haces pueden colonizar tejidos cercanos o salirse a la superficie y de allí disiparse a otras plantas vía insectos, agua o viento o quedarse en el suelo. También pueden seguir otros síntomas, según la bacteria y el tejido afectado como, por ejemplo, como pudriciones blandas y manchas foliares cloróticas. (Rosales S.A. Y Nápoles R.J. 1994).

2.12.1 Vena negra de las crucíferas (*Xantomonas campestris*)(E.F. Smith)

Síntomas

Afecta a las plantas en cualquier estado de desarrollo. Los primeros síntomas se manifiestan por manchas cloróticas en los márgenes de las hojas y una redecilla de venas negras que se desarrollan dentro de ellas. las áreas afectadas se tornaran café y se secan, dejando una lesión en forma de "V" internamente en los tallos se pueden detectar anillos negros. En daños severos suele afectarse la calidad comercial de los cultivos. Si la enfermedad se presenta en las primeras etapas de crecimiento de la planta, puede detener el crecimiento e incluso ocasionar la muerte.

Medidas de control:

El patógeno sobrevive en residuos infectados, por lo que en donde se tengan problemas, se deben sembrar crucíferas cada dos años. Eliminar las malezas hospederas. Evite los riegos de aperción. Como la bacteria puede diseminarse por medio de la semilla, someterla a un tratamiento de agua caliente a 50° por treinta minutos. Utilice semilla libre del patógeno. Y siembre variedades tolerantes. (Castaños, 1994)

2.12.2 Pierna negra de las crucíferas (*Leptosphaeria maculans*)

Síntomas

Las infecciones se inician al nivel bajo de la superficie del suelo. El inoculo proviene de residuos infectados y ocasional mente de semillas infectadas. La enfermedad ocasiona pudriciones en la parte basal del tallo, las cuales tienen tonalidades rojizas. Cubriendo las lesiones se encuentran picnidios de color negro. Si se corta transversalmente el tallo, se observaran líneas de color negro a lo largo del xilema, que obstruye la conducción del agua, causando inicialmente marchitamiento y posterior mente muerte de la planta.

Medidas de control: las épocas frías y húmedas favorecen al desarrollo de la enfermedad. Utilice semilla libre de enfermedad. Barbeche a profundidad para enterrar los residuos de las plantas infectadas. Evite la siembra de crucíferas en campos contaminados por uno o dos años. Fumigue los almácigos y/o invernaderos. (Castaños, 1994)

2.13 Plagas

El uso irracional de pesticidas sintéticos han ocasionado la resistencia de gran cantidad de plagas en la república mexicana ocasionando un desorden ecológico en el cual se ven afectadas grandes extensiones del cultivo afectando de una manera importante la economía del productor, teniendo diversos factores que se ven influenciados en dicho uso irracional, como lo es la falta de asesoramiento en la aplicación de plaguicidas y las aplicaciones del personal.

La capacitación del personal el cual es el factor principal para un mejor manejo de los productos

La palomilla dorso de diamante, pulgones y el gusano falso medidor, fueron mencionadas como las principales plagas en brócoli. Se considera que este problema está agrónomicamente resuelto mediante el uso de tecnología basada en monitoreo precisos (la cual es la más frecuente área de capacitación a productores), el uso de insecticidas adecuados y la aplicación de la Norma Oficial Mexicana 081 FITA.

Al respecto, se sugiere la generación de un programa continuo de capacitación que comprenda el uso de mejores técnicas de muestreo, la incorporación de nuevos agroquímicos con una mayor eficiencia de control y un programa de biotecnología encaminado a incorporar genes de resistencia. Esta propuesta implica la necesidad de establecer una línea de investigación en el área de evaluación de insecticidas y técnicas de monitoreo, así como la formulación de una estrategia para el cumplimiento de la norma Oficial mexicana 081 FITA.(Espinosa Pozo, 2003).

2.13.1 Palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella* L.) (Lepidóptera: Plutellidae)

Los adultos de esta plaga son de tamaño pequeño que miden de 1.2 a 1.5 cm de largo; en las alas presentan un patrón de coloración blanco cremoso con forma de tres diamantes, los cuales se distinguen cuando el insecto, en estado de reposo, las tiene plegadas. (Marin A.; Bujanos R. 2001)

La palomilla dorso de diamante es una plaga que presenta metamorfosis completa, es decir pasa por estados biológicos de huevecillo, larva, pupa y adulto.

Su ciclo de vida; huevo 3 a 9 días, larva de 7 a 14 días, donde Anaya S. (1999) afirma que la duración de la larva puede variar de 10 a 50 días, dependiendo de las condiciones del medio, pupa 5 a 15 días esta etapa se desarrolla una tela adherida a la planta, adulto 12 a 16 días .puede ovipositar mas de 200 huevos en este transcurso.

Los huevecillos son de forma oval, de color amarillo y miden aproximadamente 0.5 mm; son ovopositados de forma individual o en pequeños grupos de dos o tres en el envés de las hojas. Anaya S. (1999) afirma que la larva perfora las hojas al alimentarse (figura 15), dejándolas como tiro de munición (figura 16) también barrena las cabezas de brócoli, causando daños de contaminación por excremento y secreciones sedosas que afectan al aspecto del producto así disminuyendo el valor comercial.



Figura 15 Perforación de hojas



Figura 16 daño tipo tiro de munición.

Fuente: Archivo personal, fotografía tomada en San Miguel de Allende, Guanajuato, Méx., en junio de 2012.

Las larvas maduras del cuarto estadio miden poco menos de un centímetro de longitud y son de color verde pálido, ocre claro o amarillo claro, con pequeñas manchas negras. La pupa mide de .5 a .6 cm de longitud y de color amarillo verdoso o verde claro, con bandas longitudinales de color café oscuro. (Marin A.; Bujanos R. 2001)

Las palomillas son activas al atardecer y parte de la noche; la mayoría de los adultos emergen de las pupas durante la mañana y están listos para copular al atardecer del mismo día. La duración del estado de huevecillo es de tres a nueve días dependiendo de la temperatura (aproximadamente 69 unidades de calor acumuladas arriba de 7.3°C)

Las poblaciones de palomilla dorso de diamante se presenta durante todo el año, pero se incrementan de marzo a septiembre y tienen su mayor densidad en los meses de marzo, abril y mayo.

2.13.2 Falso medidor de la col (*Trichoplusia ni*) (Lepidóptera: Noctuidae)

Este noctuido se considera nativo de Norteamérica, siendo un insecto polífago. El falso medidor es una plaga que presenta metamorfosis completa, es decir pasa por estados biológicos de huevecillo, larva, pupa y adulto. La hembra deposita alrededor de 300 huevecillos en forma aislada en el envés de las hojas en el cual su ciclo de vida es de huevo 4-8 días, la larva dura de 14 a 28 días, pupa dura de 6 a 12 días. Estos factores dependerán de las condiciones climáticas en las que se encuentre el insecto. (Marin A.; Bujanos R. 2001)

Los huevos son de color blanco cremoso de formas ovaladas, anchas y aplanadas con finas estrías

Según Coto en (1988) La larva es de color verde claro, el cuerpo se adelgaza hacia la cabeza; solamente presenta patas en los segmentos abdominales. La parte media del cuerpo carece de patas y generalmente, forma una joroba cuando la larva camina o descansa, de ahí se denomina el nombre común. Después de la eclosión de los huevecillos las larvas pequeñas se alimentan en el envés de las hojas y posteriormente, los estadios más avanzados se mueven hacia el centro de las plantas de brócoli. Si el cultivo está en su etapa reproductiva, dañan y contaminan la parte comestible con su presencia y con los excrementos así demeritando la calidad del producto.

Los adultos del falso medidor son palomillas que miden de 3.0 a 3.8 cm con alas extendidas, tienen las alas exteriores moteadas, de color café, marcadas en el centro con una mancha plateada en forma de ocho.

La presencia del falso medidor tiene mayor periodo de abundancia entre los meses de abril a junio.

2.13.3 Pulgón de la col (*Brassicorhynchus brassicae* L.)(Homoptera: Aphididae)

Es un insecto de metamorfosis incompleta (hemimetábolo) el huevo, la ninfa y la etapa adulta o imago.

Los pulgones tienen un cuerpo robusto, de forma casi globular y tiene dos tubos en la parte posterior de su cuerpo llamados carnículos; sus poblaciones presentan formas aladas o ápteras (sin alas). El los adultos alados son fácilmente desplazados por el viento y son responsables de la migración inicial.(Jarillo & Muñiz, 2001)

Las ninfas y los adultos se encuentran en el envés de las hojas extrayendo la savia de la planta, lo que causa distorsión, atrofia, enrollamiento, marchitez y con frecuencia a muerte de las plantas o en su caso moviéndose a la inflorescencia en formación contaminando la cosecha. Este áfido es una especie de color verde con una cantidad considerable de pelusilla gris cerosa sobre la superficie. (Davidson R. 1992).

En México en la parte del bajío se produce todo el año por partenogénesis, que es una forma de reproducción asexual que da origen al nacimiento de ninfas vivas.

2.13.4 Maques (*Copitarsia consuera*) (Lepidóptera: Noctuidae)

Pulgón de la col es una plaga que presenta metamorfosis completa, es decir pasa por estados biológicos de huevecillo, larva, pupa y adulto.

El cual tiene una duración de huevo de 6 a 7 días, la larva un promedio de 27 días, la pupa 2 días en promedio y el adulto un promedio de 27 días. El ciclo completo tiene una duración promedio de 62 días. (León G. A. 2007)

El huevo es semi esférico, reticulados de color blanco recién puestos y cerca de la eclosión presentan un color violáceo son depositados de forma individual sobre los

tallos o las hojas cerca de las nervaduras. La larvas llegan a medir hasta 3.5 cm de longitud al completar su desarrollo, los dos últimos estados son los que causan mayor daño como masticadores del follaje y trozadores de los tallos y ramas, la pupa se localiza en el suelo a uno o dos cm de profundidad, los adultos son de hábitos nocturnos en el día pasan bajo las plantas o malezas. (León G. A. 2007)

2.13.5 Gusano importado de la col (*Artogeia o pieris rapae*) (Lepidóptera: Pieridae)

Los adultos del gusano importado de la col son las típicas mariposas blancas de hábitos diurnos, con tres o cuatro manchas negras en las alas que ovipositan en el haz o en el envés de las hojas más vigorosas del cultivo. Los huevecillos son alargados de color amarillo y con ranuras longitudinales.

2.13.6 Gusano de la col o pieris (*Ascia monuste*) (Lepidoptera : Pieridae)

Presenta metamorfosis holometábola. Esta plaga se frecuente mas en las épocas de marzo a abril ocasionando las mas grandes afecciones en esta época.

La hembra deposita sus huevos mayoritariamente sobre el haz de las hojas. Estos son alargados en forma de balas, de color amarillo y eclosionan entre los 7 y 12 días. Las larvas, al salir del huevo, miden 1mm aproximada mente y son de color amarillo verdoso, con el tiempo adquieren un color verde claro con puntos negros y tres líneas longitudinales amarillas en el dorso.

La larva tarda en llegar al máximo desarrollo de 20 a 21 días, alcanzando unos 40 mm de longitud.

La crisálida mide alrededor de 20 mm y es de color verdoso con protuberancias en la región dorsal. Se fija con hilos de seda en el envés de las hojas o en otros lugares (EcuRed).

2.13.7 Gusano soldado (*Spodoptera exigua*) (Lepidóptera : Noctuidae)

Es una plaga polífaga que ataca la remolacha, algodón, alfalfa, maíz, jitomate y muchos otros cultivos. Las larvas jóvenes se alimentan del envés de la hoja, dejando donde comen una lamina transparente de la epidermis superior y de las venas más gruesas. Las larvas más grandes hacen agujeros irregulares dejando solamente las venas principales de la hoja. En las plantas de jitomate se come los brotes y perfora los frutos. Se le llama soldado por el color verde en su cabeza, que asemeja a un casco militar.

Es de metamorfosis completa es decir holometábolos es decir pasa por huevo larva pupa y adulto, con un ciclo que va de 20 a 40 días esto va depender de las condiciones en las que se desarrolle. El huevo dura en aproximado de 2 a 5 días la larva de 13 a 20 días y la pupa de 6 a 10 días (FMC Agroquímica de México).

2.13.8 Gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*) (Lepidóptera: Noctuidae)

Es una especie polífaga que ataca principalmente en los brotes tiernos de las hojas, su principal huésped es el maíz al que ataca como cogollero pero se presenta frecuentemente como comedor de follaje en algunas hortalizas ocasionando pérdidas importantes. (León G. A. 2007)

Es de metamorfosis completa (holometábolos), su ciclo dura de 24 a 40 días dependiendo de las condiciones climáticas. En el macho, las alas anteriores presentan una mancha elíptica blanquecina cerca del centro y a un lado de esta una franja diagonal.

2.13.9 Gusano corazón de la col (*Copitarsia consueta*) (Lepidóptera: Noctuidae)

Es un insecto plaga de importancia económica en crucíferas cultivadas del clima frío y frío moderado son palomillas de hábito nocturno. Atraviesa por cuatro estados de desarrollo, siendo de metamorfosis completa: adulto, huevo, larva y pupa. Su ciclo de vida es de 64 días, con duraciones de huevo 5 días, larvas de 23 días, 21 días para pupa y 15 días para palomillas. (Cardona C. 2004)

Los adultos miden aproximadamente 40 mm de expansión alar. Las alas anteriores son de color gris con diferentes reticulares de color mas oscuro y la parte central con marcas mas claras formando las letras OK. Cardona C. (2004)

Los huevos son aproximadamente de 1 mm de diámetro, de forma esférica. Tienen color amarillo cremoso recién puestos y se tornan de un color café a medida que avanza su desarrollo. Se les encuentra pegados sobre tallos y hojas cultivadas y de las malezas. (Cardona C. 2004)

Por lo general, el ataque más frecuente y más importante ocurre cuando está formada la cabeza, en donde actúa como barrenador, ya que penetra y se alimenta de su interior. Cuando no se ha formado la cabeza, la larva puede alimentarse de hojas centrales teniendo como consecuencia que no se forme la cabeza

2.13.10 Chinche azul (*Eurydema olaracea* L.) o la (*Eurydema ornata* L.) o chinche roja

Son frecuentes las chinches en las huertas siendo un insecto hemimetábolo, es por ello, que las larvas son semejantes a los adultos desde que salen del huevo, diferenciándose por el tamaño y por no tener alas. Existiendo varias especies que causan, a veces, en las coles daños de intensidad variable según los años, destacando entre ellas *Eurydema olaracea* L. o chinche azul, y la *Eurydema ornata* L. o chinche roja como las más frecuentes o más conocidas.

Todas las chinches como hemípteros que son, carecen de órganos masticadores, sustituidos por un pico articulado que clavan en los tejidos de la planta cuando se alimentan o repliegan el tórax entre las patas en caso contrario. Teniendo un olor característico cuando se tocan.

Eurydema olaracea L., mide de 6 a 7 mm de longitud, su color es negro verdoso o azulado con reflejos metálicos, manchas amarillentas o blancas dominando casi siempre el color oscuro, por la parte ventral es rojiza con manchas negras.

Eurydema ornata L. mide de 8 a 10 mm de longitud, tiene un color rojo ladrillo con manchas negras dominando el color rojo sobre el negro, la parte ventral es roja con líneas y puntos negros, las patas y las antenas negras.

El periodo de incubación varía entre las 2 especies, ya que en *Eurydema olaracea* L., puede llegar a un mes, en cambio, en *Eurydema ornata* L., suele durar la incubación una o dos semanas.

Las chinches para su alimentación clavando el pico en los tejidos y chupan los jugos del vegetal, apareciendo en el lugar atacado una picadura amarilla. Un mismo insecto puede hacer muchas succiones, desplazándose en la hoja, esto ocasiona un enrollamiento de los bordes u ocasionando marchitez, las lesiones originadas por la picadura facilitan la entrada de enfermedades criptogámicas que pueden provocar pudrición.

2.14 Accidentes y Fisiopatías

El brócoli es una planta muy sensible a las alteraciones que se pueden originar por practicas de producción o por la interrelacion entre ellas y factores genético-ambientales, lo cual hace que algunas fisiopatias se manifiesten en la postcosecha.

Las practicas de fertilización e irrigación, las condiciones ambientales, daños por insectos pueden interaccionar afectando la calidad.

2.14.1 Heladas

En términos generales los brócolis se consideran como plantas que ofrecen una cierta resistencia al frio, a pesar de lo cual las heladas, cuando son intensas y en función del cultivar, pueden afectar muy negativamente a estas plantas. (Maroto, B.J.V. 2007).

Los cultivares (cvs) de ciclo más largo son en general más resistentes a bajas temperaturas que cvs de ciclo más corto. (Maroto, B.J.V. 2007).

Las temperaturas bajas pueden inducir la aparición de coloraciones moradas en las inflorescencias. (Maroto, B.J.V. 2007).

2.14.2 Aparición de hojas bracteiformes en el interior del cogollo pre floral

- ❖ El cual puede ser producido por diversas causas:

- ❖ Vernalización excesivamente corta. Elevación brusca de temperaturas, tras la fase de inducción.
- ❖ Exposición de las plantas a temperaturas excesivamente altas tras la etapa juvenil.
- ❖ Algunas de estas circunstancias pueden concurrir en el caso de siembras demasiado precoces. También pueden influir otros factores como la variedad, labores del cultivo.

2.14.3 Grano café

Para desarrollo se necesitan distintos factores como lo es la alta humedad en el suelo seguida por las altas temperaturas aunada a un rápido crecimiento de la planta durante la maduración de la cabeza.

Para un control se necesita minimizar el estrés de las plantas con riegos recuentes y ligeros aunado de una variedad adaptada a la región.

2.14.4 Granos marrones en brócoli

Esta fisiopatía es muy frecuente en producciones otoñales y primaverales, en que se registra elevaciones fuertes y súbitas de la temperatura, sobre determinados cvs. Consiste en la aparición de botones florales e color morrón que posteriormente pueden llegar a desprenderse de la inflorescencia, demeritándose la calidad comercial del producto. Diversos factores pueden estar influenciados en este desorden. (Maroto, B.J.V. 2007).

Según Maroto, B.J.V. (2007) sostiene que hay ciertos niveles de respuesta preventiva al desorden por parte de las aplicaciones foliares cálcicas lo que corroboraría lo indicado en algunos trabajos que asocian esta fisiopatía con la deficiente traslocación de calcio según Lyons en (1985) citado por (Maroto, B.J.V. 2007).

2.14.5 Formación prematura de cogollos pre-florales

Este accidente puede producirse, cuando se inicia la formación del cogollo pre-floral, antes de que la planta haya alcanzado un desarrollo vegetativo normal, en cuyo caso se forman pellas pre-foliares de pequeño tamaño, con una forma anormal en paraguas que se pueden abrirse tempranamente, cuyas brácteas parificas están excesivamente desarrolladas. A veces, si durante la fase juvenil sobreviven temperaturas excesivamente bajas, puede formarse un pequeño cogollo.

La adecuación de un determinado programa de siembras es el sistema mas eficaz de combatir este accidente.

2.14.6 Deformación en las inflorescencias

Son muy frecuentes en brócoli y pueden ser plásticas, en el sentido en que la superficie de las mismas aparece irregularmente ondulada o bien abriendo excesivamente algunos brotes florales. La causa de estas deformaciones parece residir en el exceso de calor durante la fase de formación de inflorescencias. En general los cultivares (cvs) más precoces suelen verse menos afectados por todo tipo de alteraciones morfológicas de los cogollos causadas por temperaturas elevadas de los cultivares semi tardíos o tardíos. (Maroto, B.J.V. 2007).

2.14.7 Apertura prematura del cogollo prefloral

Este accidente es muy frecuente, consiste en la diferenciación prematura de brotes florales (figura 17) sobre la superficie del cogollo, por lo que en primer lugar se abre el mismo para iniciar a subida a flor, probablemente como consecuencia de temperaturas excesivamente altas a lo largo o al final de la formación de cogollos.



Figura 17 Diferenciación de brotes florales

Fuente: Archivo personal, fotografía tomada en San Miguel de Allende, Guanajuato, Méx., en junio de 2012.

2.14.8 Granos pardos en la superficie del cogollo

Ocasionado por el efecto lupa de la luz solar sobre las gotas del rocío, puede producirse un escaldado de granos, que posteriormente en la recolección se desprenden. Accidente particularmente frecuente en determinadas variedades de brócoli. (Maroto, B.J.V. 1989).

2.15 Manejo Integrado de Malezas (arvenses)

Se define arvense como toda planta que esta presente en un área y en un momento en el que no se le desea. Su característica principal es la alta producción de semillas, presencia letargo, alta tasa de crecimiento, tolerancia a condiciones adversas, plasticidad, entre otros.

Estas plantas son indeseables por los daños que ocasionan a los cultivos, tales como la competencia por luz, nutrientes, agua y espacio; en ocasiones estas son alelopáticas, hospederas de plagas y enfermedades y dificultan la cosecha.

Manejo integrado se define como el desarrollo de un conjunto de prácticas o métodos, encaminados a mantener la vegetación arvense dentro de un nivel inferior al que produciría pérdidas económicamente importantes.

2.15.1 Empleo de herbicidas

La problemática que representa en la maleza en los cultivos agrícolas se considera uno de los factores importantes que merman la producción en el agro del país.

Los efectos ocasionados por ella repercuten de manera directa sobre la economía del agricultor, causan disminución en sus rendimientos y mala calidad en las cosechas.

Una de las mayores limitantes en la producción de crucíferas es la interferencia de arvenses. Este grupo de hortalizas se desarrolla lentamente durante las primeras semanas después de la emergencia y tienden a ser menos competitivas con las malezas que muchas plantas que se desarrollen en aéreas cultivables.

El uso de herbicidas ha facilitado los deshierbes realizados por los agricultores, por lo que su importancia en cuanto a otros métodos de control radica en que puede llevarse a cabo donde los implementos mecánicos no pueden trabajar; es rápido, emplea poca mano de obra, usa menor tiempo en los deshierbes, no está limitado a cultivos (hileras, cobertura) y proporciona persistencia en corto plazo (que no se pase del ciclo del cultivo) (Bindis, 2006)

2.15.2 Calibración de equipo

El buen uso de un herbicida depende de los conocimientos no solo del técnico, sino también del agricultor, lo que representa la base de uso racional y adecuado para racionar en cada caso el producto o la mezcla más completa.

Con el objeto de obtener una aplicación correcta y homogénea de los herbicidas es imprescindible tener calibrado el equipo, hacer una prueba en blanco, para poder conocer los litros por hectárea que se van a utilizar y así dosificar la cantidad de materia activa recomendada (Maroto, B.J.V.; Pomares F.; Baixauli C. 2007).

Siguiendo los pasos indicados por Bindis en 2006:

- a) Ajuste de presión. El nivel recomendado, las boquillas utilizadas funcionan adecuadamente de presiones adecuadas de 20 a 40 lb/pulg², el diagrama de pulverización puede distorsionarse a presiones superiores de 40, tiende a incrementarse el acarreo y con esto pueden dañarse especies fuera del objetivo. Para obtener el cambio de magnitud en la tasa de aplicación, es necesario cambiar las boquillas o ajustar la velocidad de marcha.

- b) Determinación de la velocidad. Las condiciones de campo tienen un efecto marcado sobre la velocidad, lo cual puede alterar seriamente la descarga del líquido por unidad de superficie. Para calcular la velocidad de avance, se mide una distancia que es recorrida y posteriormente, se toma el equipo empleado; se calcula la velocidad en Km/h y se divide 3600 entre los segundos empleados. Por ejemplo, si en 90 s se recorren 200 m, la velocidad de avance es:

$$\frac{3600\text{s} \times 200 \text{ m}}{90 \text{ s}} = 8000 \text{ m/h} = 8 \text{ km/h}$$

La posición del acelerador debe ajustarse a fin de obtener y fijar la velocidad de avance deseada. Un tacómetro que mide el número de revoluciones por minuto resulta muy útil para mantener constante la velocidad establecida de antemano.

- c) Medición del ancho de trabajo. Para determinar el ancho de la franja sobre la que vaya a asperjarse (el largo de la barra pulverizadora), se multiplica el espacio que hay entre boquillas por el número total de boquillas. En el caso de aspersores manuales (mochilas), se mide el ancho del trabajo con una cinta métrica. Por ejemplo: se tienen 18 boquillas espaciadas a 50 cm ; el ancho de trabajo es:

$$\frac{18 \times 50 \text{ m}}{100} = 9\text{m}$$

Una pulverizadora con un ancho de trabajo efectivo de 9.15 m, opera sobre una distancia de 402.5 m. y se requieren 75.7 L. de agua para rellenar el tanque el volumen de aplicación es.

$$\frac{3600\text{s} \times 200 \text{ m}}{90 \text{ s}} = 8000 \text{ m/h} = 8 \text{ km/h}$$

2.15.3 Control químico

La composición de especies en las diferentes regiones no siempre es la misma, sino que cambia con el tiempo. Las especies indeseables más importantes asociadas al cultivo de brócoli son las siguientes:

Entre las malezas de hoja angosta sensibles destacan fresadilla (*Digitaria sp*), zacate cola de zorra (*Setaria Sp.*), zacate de agua (*Echinochla colona*) zacate panicum (*Panicum dichotomiflorum*), zacate pata de gallo (*Eleusine indica*) zacate pinto (*Echinochla colona*) y zacate salado o zacate liendrilla (*Leptochloa sp.*), zacate azul (*Poa annua*), zacate hediondo (*Eragrostis cilianensis*) zacate hierba de la hoja (*Panicum capillare*), zacate Johnson de semilla (*Sorghum helepense*). (Vicente, 2013).

Teniendo un control químico a:

Bensulide como ingrediente activo a ditiofosfato, impidiendo la germinación y el desarrollo de las raíces, siendo de largo efecto residual. Se aplican de 12 a 14 l/ha el cual se aplica pre siembra o pre-emergencia por aspersión. (Vicente, 2013)

Clortal dimetil como ingrediente activo perteneciente al grupo químico de los ácidos benzoicos clorados, aplicando en pre- emergencia de las malezas y es absorbido por el coleoptilo (gramíneas) e hipocotilo en el transcurso de la germinación, se aplican de 10 a 12 kg/ha después del trasplante, no obstante se puede aplicar sobre trasplantes sin causar daño. No controla eficazmente coquillo (*Cyperus rotundus*), zacate bermuda (*cynodon dactylon*)

El desarrollo de malezas de hoja ancha en la que encontramos las siguientes malezas de hoja ancha; álsine o hierba pajarera o pamplina (*Stellaria media*), amaranto o bledo rojo (*Amaranthus retroflexus*), cenizo blanco o quelite cenizo (*Chenopodium album*), malva (*Malva perviflora*).

Clortal dimetil como ingrediente activo perteneciente al grupo químico de los ácidos benzoicos clorados, aplicando en pre- emergencia de las malezas y es absorbido por el coleoptilo (gramíneas) e hipocotilo en el transcurso de la germinación, se aplican de 10 a 12 kg/ha después del trasplante, no obstante se puede aplicar sobre trasplantes sin causar daño.

2.16 Normas de calidad que influyen en la producción y exportación

En el área de la agricultura hay NOM'S aplicables en el sector agrícola

Código	Título	Especificaciones
NOM-057-FITO-1995	Por lo que se establece los requisitos y especificaciones fitosanitarias para emitir el dictamen de análisis de residuos de plaguicidas.	<ul style="list-style-type: none"> • Plaguicidas encontrados expresados en partes por millón (ppm) con un máximo de tres números decimales. • Metodología empleada. • Limite de determinación del método analítico y porcentaje de recuperación. • No tiene concordancia con normas internacionales.
NOM-081-FITO-2001	Manejo y eliminación de focos de infestación de plagas mediante el establecimiento o reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos.	<ul style="list-style-type: none"> • Definición de focos de infestación y plagas. • Prevención: uso de material tolerante a la plaga. • Control: barbecho, poda, tratamiento químico, recolección y destrucción de vegetales infestados. • Movilización. • Investigación. • Evaluación de conformidad.
NOM-120-SSA1-1995	Bienes y servicios. Platicas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas.	<ul style="list-style-type: none"> • Disposición del personal. • Instalaciones sanitarias. • Servicios a planta. • Proceso. • Control de plagas. • Limpieza y desinfección.

		<ul style="list-style-type: none"> • Equipamiento
NOM-143-SSA1-1995.	<p>Bienes y servicios.</p> <p>Método de prueba microbiológico para alimentos.</p> <p>Determinación de Listeria Monocytogenes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reactivos: grado analítico. • Preparación de muestra. • Procedimiento: aislamiento, identificación serología. • Expresión de resultados. • Informe de la prueba: si es positiva se informa la presencia en 25 g o 25 ml de muestra.

III. CONCLUSIÓN

La demanda de brócoli a nivel internacional ha ido de manera ascendente, siendo México uno de los principales exportadores a los Estados Unidos de America formando parte importante en cuestión a introducir divisas al país, por otra parte a generando empleos de manera ascendente en los estados productores

De acuerdo a lo recopilado, se detalló de manera precisa la influencia de factores en la producción de brócoli, tal es el caso de las etapas fenológicas y su interrelacion con las condiciones climáticas, plagas y enfermedades, fisiopatias, excesos y deficiencias; destacándo asi, las necesidades nutricionales respecto a la fertirrigacion.

En este sentido, se construllo un panorama más amplio que permite conocer las alternativas de producción, control de plagas y el manejo del cultivo (labores culturales) apropiadas para su desarrollo.

Es menester mencionar, que el presente trabajo logra enfatizar elementos que sirven de apoyo al campo mexicano como lo es el control de palomilla dorso de diamante (*plutella xylostella*) siendo una de las plagas que afectan de manera considerable en este cultivo.

En México los productores deben concientizar la producción de brócoli teniendo un uso racional de pesticidas de la misma manera buscar alternativas para la producción tratando que el cultivo sea inocuo e ir tecnificando para disminuir los costos de producción

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrios, G. N. (2011). *Fitopatología* (Segunda ed.). México: Limusa.
- Anaya, S., & Napoles, J. R. (1999). *HORTALIZAS: Plagas y Enfermedades*. Colombia: Trillas.
- Barahona, M. (2002). *Manual de Horticultura*. Ecuador: El Prado.
- Bindis, J. G. (2006). *Herbicidas Agrícolas*. México: Trillas.
- Borrego, J. V. (1989). *Horticultura herbacea*. mundi prensa.
- Borrego, J. V., Pomares, F., & Baixauil, C. (2007). *El Cultivo de la Coliflor y el Brócoli*. Valencia: Mundi Prensa.
- Cardona C., D. A.; Londoño Z., M. E.; Jaramillo N., J. E. 2004). *Estudios biológicos de Copitarsia sp. (Lepidoptera: Noctuidae) bajo condiciones de insectario*. Revista Colombiana de Entomología.
- Castaños, C. M., & Chavez, D. (1993). *Horticultura / Manejo Simplificado*. México: UAEH.
- Chamorro, D. (2006). *Tesis: Caracterización de Poblaciones de Botrytis cinerea Resistentes a Fungicidas en rosas (Rosa sp) en las provincias de Pichincha y Cotopaxi*. Ecuador: Universidad Central de Ecuador.
- Coello, B.G. (2006). *Tesis: Evaluación de cuatro productos orgánicos en el combate de plagas y enfermedades para la producción de brócoli (brassica oleracea L var. Itálica) en yaruqui*. Ecuador: Escuela politécnica del ejército.
- Coto, D. (1988). Descripción Taxonómica De Las Plagas De Importancia Agrícola De La Orden Lepidoptera: Familia Noctuidae. *Manejo Integrado de Plagas*.
- Davidson, R. H., & F., W. (1992). *Plagas de Insectos Agrícolas y del Jardín*. México: Limusa.
- E. Jaramillo, J., & Díaz, C. A. (2006). *El Cultivo de las Crucíferas corporación colombiana de la investigación agropecuaria*. Colombia: LitoMadrid.
- EcuRed. (s.f.). Recuperado el 7 de Enero de 2014, de http://www.ecured.cu/index.php/Gusano_de_la_col
- Espinosa Pozo, M. (2003). *Cadena Agroalimentaria de brocoli*. TEC de Monterrey Campus Queretaro.

Finck, A. (1988). *Fertilizantes y fertilización*. España: Reverte S A.

FMC Agroquímica de México. (s.f.). Recuperado el 7 de Enero de 2014, de http://www.fmcagroquimica.com.mx/pdf/info_tecnica/gusano_soldado.pdf

García, F. D. (2004). *Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas* (Novena ed.). España: Mundi Prensa.

Halfacre, G. (1984). *horticultura*. México: AGT Editor S.A.

Illan P. J (1997) Monografía del Cultivo y la Producción de Brócoli (*Brassica oleraceae* variedad itálica) en la Region del Bajío Universidad Autónoma de Nayarit, Mexico.

InfoAgro. (s.f.). Recuperado el 8 de Enero de 2014, de <http://www.abcagro.com/hortalizas/brocoli.asp>

Instituto de la potasa y el fosforo. (1997). *Manual internacional de fertilidad de suelos*. Ecuador: Research Education.

ITESM Campus Querétaro. (2003). *Plan Estratégico de Investigación y Transferencia de Tecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. Guanajuato: TEC de Monterrey.

Jaramillo N .Jorge E.; Cipriano A.Díaz. (2006). *el Cultivo de las Crucíferas*. Antioquia, Colombia.

Jarillo, A. M., & Muñiiz, R. B. (2001). *Insectos Plaga de Brócoli y Coliflor y Sus Enemigos Naturales en la Región de el Bajío, México*. México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

León, G. A. (2007) *Control De Plagas Y Enfermedades En Los Cultivos Primera* Colombia: Grupo Latino

Macua, J.I. (1987). *Coliflor*. Navarra: Agraria.

Marín A., & Bújanos R. (2001). *Insectos Plaga de Brócoli y Coliflor y sus Enemigos Naturales en la Región del Bajío México*. México: Instituto Nacional De Investigación Forestales Agrícolas Y Pecuarias (inifap) Celaya .

Martinez, J. (2005). *Riego en Hortalizas* . Mexico: Univesidad Autónoma de Nuevo León.

Paez J. L., & Vega J. (2006). *Alternaría brassicae*. México: grupo de trabajo laboratorios de diagnostico. Pinzón H., & Isshiki M. (2001). *El cultivo de algunas hortalizas promisorias en Colombia*. Colombia: produmedios

Revista Hortalizas. (s.f.). *Directorio de Semillas*. Recuperado el 14 de 11 de 2013, de <http://www.hortalizas.com/directorio/semillas-y-trasplantes/brocoli/>

Sakata . (s.f.). Recuperado el 13 de 11 de 2013, de www.sakata.com.

Sánchez G. C. (1956) *Horticultura moderna*. México: Bartolome Trucco.

Santoyo J. J.; Alvarado M. C. 2011 *Tecnología de Producción de Brócoli* Editorial Resultado de Proyectos

Stephen R. (2002), *Agroecología Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible* Costa Rica: Litocat

Sobrino E. Ll.,& Sobrino E. (1994) *Tratado de Horticultura Herbácea*. España: Aedos.

Soler A.J.& Soler F.(2006), *Cítricos. Variedades y Técnicas de cultivo*. España:Mundi-Prensa

Splittstoesser, W.E (1979), *Vegetable Growing Handbook*, editorial AVI, Publication.

Tamaro, D. (1988). *Manual de Horticultura*. España: Gustavo Mili S. A.

Thompson, L. M., & R., F. (1988). *Los Suelos y su Fertilidad*. Barcelona: Reverté.

Theododracopoulos M.; Lardizábal R.(2008).*Maunual de Producción de Broccoli* Uites States Agency International Development(USAID)

Tirilly, Y., & Bourgeois, C. M. (2002). *Tecnología de las hortalizas*. Zaragoza: Acribia.

Torres L. M. (2003) *Horticultura* México: Trillas.

Vicente, C. d. (2013). *Agroquimicos de México*. México: TecnoAgrícola de México,S.A. de C.V.

