

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA
AGRONOMA**



Evaluación de cinco cultivares de brócoli (*Brássica olerácea L.
Itálica*), en condiciones del valle de Chancay – Huaral 2015

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO
AGRÓNOMO**

Autora: Bach. Susan Antoinette Otárola Alejos

Asesor: Ing. Nicho Salas, Pedro Eduardo

Barranca – PERÚ

2018

Palabras clave

Tema	Cultivares de Brócoli, Rendimiento.
Especialidad	Ingeniería agrónoma

Keywords

Subjet	Broccoli Cultivars, Yield.
Speciality	Agronomic engineering

Línea de investigación : Producción Agrícola

Área : Ciencias Agrícolas

Sub área : Agricultura

Disciplina : Agronomía

TÍTULO

**Evaluación de cinco cultivares de brócoli (*Brássica oleracea*
L. Itálica) en condiciones del valle de Chancay – Huaral
2015**

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ejecutó en la Estación INIA Donoso, Huaral; con el propósito de evaluar el rendimiento de cinco cultivares de brócoli (*Brássica olerácea* L. var *Itálica*) en condiciones del valle de Chancay – Huaral, 2015. El diseño estadístico fue de bloque completo al azar, con 5 tratamientos y cuatro repeticiones, los cuales fueron Calabrese Green Sprouting (T1), Maximo (T2), Green Calabrese (T3), Green Magic (T4) e Imperial (T5) como testigo, el área experimental fue de 294 m² con un área por parcela de 9,60 m². Al término del trabajo de investigación se determinó que con respecto al rendimiento, estadísticamente existe diferencias significativas entre los tratamientos habiéndose obtenido los mejores resultados con calabrese green sprouting (T1) y green calabrese (T3) con 9385,19 kg/ha y 8070,77 kg/ha respectivamente siendo el menor rendimiento con el tratamiento T5 Imperial(testigo) con 5065,95 kg/ha. Las mejores características de la pella (forma, compactación, granulación y color) presentaron los cultivares Green Magic, Maximo e Imperial. Con estos resultados el productor tiene nuevas alternativas para la siembra de brócoli y mejorar su rentabilidad en el manejo del cultivo.

ABSTRACT

This research work was carried out in the station INIA Donoso, Huaral; for the purpose of evaluating the performance of five cultivars of broccoli (*Brassica oleracea* l. var. *Itálica*) in conditions of the Valley of Chancay - Huaral, 2015. The statistical design was complete block random, with 5 treatments and four replications which were Calabrese Green Sprouting (T1), maximum (T2), Calabrese (T3), Green Magic (T4) and Imperial (T5) as a witness, the experimental area was 294 m² with an area by 9,60 m² plot. At the end of the research work was determined with respect to performance, statistically there significant differences among the treatments having retrieved the best results with Calabrese Green Sprouting (T1) and Green Calabrese (T3) with 9385,19 kg / has and 8070,77 kg / has respectively being the lower yield with the T5 Imperial (control) treatment with 5065,95 kg / has. The best characteristics of the flower head (shape, compaction, granulation and color) were found in the cultivars Green Magic, Maximo and Imperial. With these results the producer has new alternatives for the planting of broccoli and improve their profitability in the crop management.

INDICE GENERAL

i.	INTRODUCCION	1
ii.	METODO DE TRABAJO.....	51
iii.	RESULTADOS	61
iv.	ANALISIS Y DISCUSION	64
v.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
vi.	AGRADECIMIENTO	66
vii.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	67
viii.	ANEXOS	75

INDICE DE TABLAS

Tabla 01: valor nutricional del brócoli.....	19
Tabla 02: requerimiento edacloclimatico del brocoli	21
Tabla 03: Tratamientos a investigar	51
Tabla 04: Análisis de varianza de rendimiento	61
Tabla 05: Prueba de Duncan de rendimiento	62
Tabla 06: Gráfico de rendimiento cultivares brócoli	62
Tabla 07: Evaluación de características de inflorescencia en 5 cultivares.....	63
Tabla 08: Prueba de confiabilidad de características en 5 cultivares.....	63
Tabla 09: Anasilis de suelo en campo experimental.....	75
Tabla 10: datos de temperatura 2014 – 2015	76
Tabla 11: Gráfico comparativo de temperaturas 2014 – 2015.....	76

INDICE DE FIGURAS

Figura 01: Variables productivas del cultivo de brócoli por regiones (2014-2015) ...	14
Figura 02: Ubicación del campo experimental	52
Figura 03: Semillero	53
Figura 04: Germinación de semillas	53
Figura 05: Arrastre y nivelado	54
Figura 06: Demarcación con cal	54
Figura 07: Trasplante	55
Figura 08: Riego de brócoli en crecimiento.....	55
Figura 09: Aplicación de fertilizantes	56
Figura 10: Campo aporcado	56
Figura 11: Deshierbe manual	57
Figura 12: Fumigación con mochila motor	58
Figura 13: Pella terminada para cosechar.....	58
Figura 14: Evaluación peso pella.....	59
Figura 15: Evaluación a los 5 días de cosecha.....	59
Figura 16: Evaluación altura de planta en campo.....	60
Figura 17: Evaluación de plaga en campo.....	60
Figura 18: Imagen satelital del campo experimental.....	75

Figura 19: Distribución de bloques del campo experimental	77
Figura 20: Diseño de bloques en el campo experimental	77
Figura 21: Normas internacional de medición de la calidad del brócoli	78
Figura 22: Semillas brócoli	79
Figura 23: Primeras hojas del brócoli	79
Figura 24: Demarcación de bloques	79
Figura 25: Riego del trasplante.....	80
Figura 26: Fumigación con mochila manual	80
Figura 27: Fertilizantes utilizados	80
Figura 28: Riego campo experimental	81
Figura 29: Evaluación diámetro de tallo en campo.....	81
Figura 30: Deshierbe manual	81
Figura 31: Evaluación de plagas	82
Figura 32: Última cosecha	82
Figura 33: Evaluación de tallo.....	82

I. INTRODUCCION

Se tiene como antecedentes y fundamentación científica: Cayambe (2011) en su trabajo de investigación *Evaluación de la aclimatación y rendimiento de 14 cultivares de brócoli (Brássica olerácea L .var itálica), a campo abierto, en Macají, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo*, concluyó que de los cultivares estudiados HBS04 y HBS12, sobresalieron por sus características fisiológicas y morfológicas como altura de planta, número de hojas, número de brotes laterales, precocidad y características de la pella como color, diámetro, compactación, forma, granulometría, ausencia de manchas genéticas y peso, resultando tener las mismas características agroindustriales que los cultivares comerciales Legacy y Avenger, a la vez la tasa de retorno marginal es muy alta en todos estos cultivares, por lo que se presentan nuevos cultivares que se adaptan muy bien a las condiciones climáticas de Macají Riobamba. Arteaga (2011) en su trabajo de investigación *Aclimatación de 12 híbridos de brócoli (Brássica olerácea l. var. itálica), en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo*, concluyó que de los 12 cultivares híbridos de brócoli evaluados los que tuvieron mejor adaptación por características fisiológicas, morfológicas, alta resistencia a las enfermedades, mayor rendimiento industrial, mayor beneficio neto y mejor tasa de retorno marginal fueron GSOHB1, KDHB1, Avenger, Legacy, Mónaco y Domador. Estos son otras alternativas de cultivares para la zona del cantón Riobamba.

Vislao (2013) en su trabajo de investigación *Estudio comparativo de adaptabilidad de cinco híbridos y una variedad en la producción del cultivo del brócoli (Brássica olerácea l.) bajo las condiciones agroecológicas del distrito de lamas, Tarapoto – Perú*, concluyó que los híbridos de brócoli que tuvieron mejor aclimatación o adaptabilidad a las condiciones del Distrito de Lamas, sobresaliendo por sus características agronómicas en altura, peso de la inflorescencia, diámetro de la inflorescencia y diámetro de la base del tallo fueron H-Royal Favor F-1 HyB, H-WSX 748, H-WSX 752 y H-WSX 742 de igual manera estos mismos cultivares presentaron

mayor rendimiento de inflorescencia por hectárea, y en el análisis económico el híbrido H-Royal Favor F-1 HyB obtuvo el mayor beneficio económico neto, así mismo sobresalieron los híbridos H-WSX 748, H-WSX 752 y H-WSX 742, por lo que estos 4 híbridos son nuevas alternativas para las condiciones del Distrito de Lamas. Medina (2012) en su trabajo de investigación: *Control alternativo de áfidos (Brevicoryne brassicae) en brócoli (Brássica olerácea var. itálica) híbrido Avenger*, determinó que el uso de barbasco 1000 g, molle 100 g y jabón potásico 40 g; a la dosis de 4 ml/l y 6 ml/l, permitió establecer que existe diferencias significativas en las variables con respecto a severidad, altura de planta, diámetro polar, ecuatorial y peso de pella en comparación al testigo que no se aplicó ninguno de estos tres productos. Pero de los tres productos el de mejor resultado fue el uso de barbasco en dosis de 4ml/l que reportó un menor porcentaje de severidad e incidencia de áfidos en la planta, debido a que el producto barbasco al tener una acción ictiotóxica (desaloja el oxígeno), ejerce un efecto directo sobre la plaga de esta manera bloquea la respiración al insecto provocando la muerte inmediata.

Vargas (2007) en su trabajo de investigación *Evaluación del contenido nutricional del compost elaborado con tres tipos de mezclas de desechos orgánico y su efecto en el rendimiento de cultivo de brócoli (Brássica olerácea var. Itálica plenk)*, concluyó que el compost con predominancia de leguminosas tuvo mejor comportamiento superando en un 19% al testigo químico en rendimiento de biomasa del brócoli y un 40% al compost del agricultor, además este tratamiento superó la tasa de retorno marginal (TRM), al fertilizante químico, mientras la TRM de los otros tratamientos fueron negativos.

Parra (2012) en su trabajo de investigación *Evaluación de la aclimatación y rendimiento de 20 cultivares de brócoli (Brássica olerácea l. var itálica.)*, a campo abierto, en Guayllabamba, cantón Chambo, provincia de Chimborazo concluyó que de los veinte cultivares de brócoli que se estudiaron los cultivares de mejores resultados sobresaliendo por sus características fisiológicas y morfológicas como altura, número de hojas, precocidad, diámetro, color, forma, compactación, granulometría y peso en la pella fueron los cultivares Interoc 010, Interoc 006, Hot bro y avenger, sin embargo el cultivar Interoc 010, presentó características agroindustriales

de muy buena calidad y mayor beneficio neto por hectárea, superando a los cultivares comerciales como fue Avenger y Legacy.

Muñoz (2012) en su trabajo de investigación *Evaluación de la aclimatación y rendimiento de 20 cultivares de brócoli (Brássica olerácea l. var itálica.), a campo abierto, en Macají, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo*, concluyó que los cultivares que mejor se aclimataron fueron Interoc 010, Avenger, Interoc 005, Hot bro y Legacy, por sus excelentes características morfológicas, fisiológicas, económicas y agroindustriales.

Torres (2013) en su trabajo de investigación *Fertilización orgánica mineral en el cultivo de Brássica olerácea var. Itálica plenck brócoli Zungarococha - Distrito San Juan Bautista, Iquitos – Perú*. En su investigación buscó determinar su efecto sobre el rendimiento y las características agronómicas con diferentes niveles de NPK y gallinaza en 5 tratamientos, concluyendo que los tratamientos de N-P2O5-K2O + materia orgánica, influyeron sobre el rendimiento y las características agronómicas del cultivo de Brócoli. El tratamiento (400 kg/ha (12-12-12) y 45 t/ha gallinaza) resultó ser más promisorio según el estudio realizado destacándose en altura de planta, mayor N° de hojas, mejor formación de follaje por ende mayor peso de planta, además obteniendo mayor longitud de raíz y mejor promedio de peso en pella. Se confirma con esta investigación que el abonamiento orgánico mineral, resulto ser más eficiente que el abonamiento orgánico, en relación a las características agronómicas y rendimiento del cultivo de Brócoli en la zona de Zungarococha, Iquito – Perú.

Coronado (2015) en su trabajo de investigación *Efecto de ocho combinaciones de dos bioestimulantes orgánicos foliares con cuatro dosis en el cultivo de Brócoli (Brássica olerácea L. Var Itálica Plenck)*, concluyo que se estudiaron las formulaciones Biogen 200 cc por ha⁻¹ Biogen 400 cc por ha⁻¹, Biogen 600 cc por ha⁻¹, Biogen 800 cc por ha⁻¹, Fertimar 200 g por ha⁻¹, Fertimar 400 g por ha⁻¹, Fertimar 600 g por ha⁻¹, Fertimar 800 g por ha⁻¹, más un testigo (sin aplicación de bioestimulantes). Como resultado la mejor formulación Biogen 800 cc por ha⁻¹, al obtener el mayor rendimiento peso de inflorescencia y materia seca, una alternativa para el cultivo brócoli var. Itálica Plenck en el Distrito Piura, Perú.

Corea, y Miranda (2007) en su investigación *Evaluación de dos variedades de brócoli (Pirata y Green F. Sprouting Calabrense) y tres dosis de fertilización (18-46-0) en la Comarca Mombachito, Camoapa, Boaco*, concluyeron que La variedad Pirata en etapa de semillero presentó mayor tolerancia a la incidencia de la enfermedad mal del talluelo (Dampin off), en la etapa de desarrollo vegetativo existió diferencia significativa en altura de la planta, largo de la hoja y grosor del tallo, en la etapa de cosecha los mejores resultados se dieron en las dosis de fertilizantes de 260 kg/ha con un peso promedio de 338 g a 323 g en cabeza o pella en el cultivo pirata, en análisis de costo la variedad pirata obtuvo por utilidad/ha. Se concluye que la variedad pirata es una alternativa para la Comarca Monbachito, Nicaragua.

La justificación del presente trabajo se sustenta en que el cultivo de brócoli (*Brássica olerácea L var. Itálica*), es una hortaliza de inflorescencia comestible que tiene una importancia nutricional por su alto contenido de fibra, proteínas y carotenos, especialmente beta carotenos, que aportan propiedades antioxidantes, además tiene importancia medicinal, por regular la insulina y el azúcar en la sangre, reduciendo el riesgo de diabetes, además reduce el riesgo de artritis y enfermedades del corazón, evita la formación de cataratas. Esto hace que cada año se incremente la demanda nacional y exportación, pero es un cultivo que mayormente se importe la semilla que son híbridos que se han generado para su cultivo en el Hemisferio Norte y que al ser introducido al Perú, se tiene problemas en su rendimiento y calidad de inflorescencia. Por ello uno de los métodos de mejoramiento que permite la rápida identificación de un cultivar promisorio es la introducción y evaluación agronómica previa de cultivares introducidos con el propósito de identificar al menos un cultivar que tenga mejor rendimiento y calidad de inflorescencia, bajo condiciones edafoclimáticas de la localidad de Huaral valle que se siembra brócoli. Por ello se realizó la presente investigación con el objetivo de determinar cuál de los cinco cultivares de brócoli presenta mayor rendimiento y mejor calidad de la inflorescencia, contribuyendo así nuevas alternativas de cultivares en condiciones del valle de Chancay – Huaral, con esto mejorar los ingresos económicos por ende la calidad de vida de los agricultores.

El problema planteado como base para el inicio de esta investigación fue ¿Cuál de los cinco cultivares de brócoli (*Brássica olerácea* L. var. *Itálica*) tendrá mayor rendimiento y mejor calidad de la inflorescencia bajo condiciones en el valle Chancay-Huaral 2015?

Dentro del desarrollo de la tesis es necesario conceptualizar y operacionalizar nuestras variables; empezaremos mencionando que el rendimiento agronómico de cultivares: es la eficacia de todos los recursos utilizados en un proceso productivo, para lograr los objetivos agronómicos planteados, incluyendo la reducción de riesgos y mejorando la calidad de las cosechas (Fraume, 2007).

Se entiende como rendimiento económico de cultivares; donde los costos unitarios de producción disminuyen al punto de mayor ganancia neta por hectárea (Guzmán, 2004). La evaluación; es el procedimiento utilizado para medir la eficacia de un método y los resultados de una actividad, es un auténtico juicio de valor y en un enjuiciamiento sistemático del mérito de un objeto o de un fenómeno determinado (Cerde, 1997). Desde el paradigma cuantitativo ésta puede ser entendida como objetiva, neutral y predictiva, de manera tal que centra en la eficiencia y la eficacia. Lo que se evalúa es pues, los productos observables (Tyler y Ralph, 1973).

La aclimatación; hace referencia a aquellas modificaciones heredables y por tanto, incluidas en la información genética, que se manifiesta de forma transitoria en la fisiología de la planta, para aumentar la probabilidad de que la misma sobreviva y se reproduzca en un ambiente particular y, por tanto es reversible (Azcón y Talón, 2000) El término acomodación o aclimatación se refiere a un conjunto de modificaciones morfológicas y fisiológicas transitorias, no heredables, que se producen por exposición a un cambio en el medio y también resultan positivas para su supervivencia (Reigosa *et al.* 2004). “El término acomodación suele utilizarse también con frecuencia para referirse a tratamientos suaves de estrés que permiten que una planta, a continuación, resiste condiciones más severas de ese mismo estrés. Aquí el término acomodación resulta equivalente a otros utilizados en el mismo sentido, como aclimatación o endurecimiento” (Azcón y Talón, 2000).

Con respecto a adaptación y adaptabilidad; se precisa que; cuando un grupo de genotipos es evaluado en distintas condiciones ambientales (años, localidades y/o épocas de siembra), puede presentar dos tipos de adaptación, una general y otra específica. Un cultivar tiene adaptación general, cuando muestra tener mejor comportamiento relativo en la mayoría de los ambientes en los que es evaluado. Por el contrario un cultivar muestra adaptación específica cuando muestra tener mejor comportamiento relativo en un determinado ambiente en donde fue evaluado (Ceretta *et al.* 1998). La introducción de plantas, practicada desde los comienzos de la agricultura, es simplemente mover las plantas a ambientes nuevos para probar su adaptabilidad. Esta última está determinada por la interacción entre factores ambientales como suelo, clima, fotoperiodo, y por las características genéticas del material que se introduce. La capacidad de adaptación difiere según la variedad, y por lo tanto deben introducirse tantas variedades de una especie como sea posible. Los factores culturales, como las prácticas de cultivo, deben adaptarse también a las necesidades de las variedades introducidas (Novoa, 1979).

En cuanto al ambiente; se precisa que es la totalidad de las condiciones externas que actúan sobre un individuo o comunidad de organismos (biocenosis) en un territorio definido (biotopo) (Hernández, 2005). Es el conjunto de elementos abióticos, como (agua, aire, suelo, minerales, energía solar, etc.) y bióticos (animales, plantas, microorganismos) que son parte de la delgada capa de la Tierra denominada Biósfera (Torres *et al.* 2002). Conjunto de elementos abióticos (energía solar, suelo, agua y aire) y bióticos (organismos vivos) que integran la delgada capa de la Tierra llamada biosfera, sustento y hogar de los seres vivos (Encarta, 2007).

Cuando se habla de clima; se hace referencia al estado medio de las características físicas del aire en un momento y lugar determinado. Las condiciones de la atmósfera que determinan el estado físico del tiempo en un sitio y período particular son los elementos del clima, dentro de los cuales se encuentran la radiación solar, el brillo solar, la nubosidad, la temperatura, la precipitación, la humedad, los vientos, la evaporación, la altitud y la presión atmosférica (Torres *et al.* 2002).

El suelo; es aquella delgada capa, de pocos centímetros hasta algunos metros de

espesor, de material terroso, no consolidado, que se forma en la interfase atmósfera–biosfera– litosfera. En ella interactúan elementos de la atmósfera e hidrosfera (aire, agua, temperatura, viento, etc.), de la litosfera (rocas, sedimentos) y de la biosfera y se realizan intercambios de materiales y energía entre lo inerte y lo vivo, produciéndose una enorme complejidad (Jaramillo *et al.* 1994). Edafología, en donde el suelo es tomado como el soporte para las plantas, es decir, se estudia desde un punto de vista netamente práctico, orientado a obtener los mejores rendimientos agropecuarios posibles (Lyttleton y Buckman, 1944). El suelo es, desde el punto de vista del agricultor, el sitio para ubicar sus semillas y producir sus cosechas (Worthen, 1949). La producción se refiere a la suma de los productos de la tierra o de la industria (Diccionario Enciclopédico Visual, 1995). La productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos, cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. En realidad la productividad debe ser definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de producto utilizado con la cantidad de producción obtenida (Encarta, 2007).

Los abonos son indispensables para la nutrición de las plantas, estos contienen elementos nutricionales que van desde nutrientes primarios, secundarios a micro elementos que son requeridos para el desarrollo e incremento en el rendimiento de los cultivos mejorando de esta manera los ingresos económicos de los productores (InfoAgro, 2010).

El NPK es una fórmula de un fertilizante que contiene nitrógeno (N), fósforo (P) como P_2O_5 y potasio (K) como K_2O ; Estos tres macronutrientes son importantes para el crecimiento de las plantas (en oposición a la filosofía de la agricultura orgánica, cuyo propósito es mejorar la biodiversidad del suelo (Infojardin, 2002-2015).

El Nitrógeno es absorbido por las plantas en forma de nitrato (NO_3) y amonio (NH_4). Generalmente se entiende que el amonio es absorbido y utilizado primeramente por las plantas jóvenes, mientras que el nitrato es la forma principal para utilizarlo durante el periodo largo de desarrollo (Bennet, 1983). Tisdale y Nelson (1991) Reportan que un adecuado suministro de nitrógeno está asociado con vigorosos crecimientos

vegetativos y un intenso color verde. Cantidades excesivas de nitrógeno pueden prolongar el periodo de crecimiento y retrasar la madurez. Ishizuka (1978) cita que el nitrógeno juega un papel importante como constituyente de la clorofila, en la coloración verde característica de todas las plantas verdes. Así que el color de la hoja es un buen indicador del nivel de nitrógeno en los cultivos. En cuanto a la Deficiencia de nitrógeno; se precisa; que es la insuficiente nutrición de la planta en nitrógeno se manifiesta, en primer lugar con vegetación raquílica, maduración acelerada con frutos pequeños y poca calidad causada por la inhibición de formación de carbohidratos, hojas de color verde amarillento, caída prematura de las hojas, disminución del rendimiento (Mirat, 2006). Bertsch (2003) indica que en algunas plantas puede observarse una coloración púrpura en los pecíolos y nervios de las hojas, debido a la formación de pigmentos antocianos. En cambio por Exceso de nitrógeno se entiende; El exceso de nutrición de la planta en nitrógeno produce una vegetación excesiva que conlleva algunos inconvenientes como puede ser el retraso en la maduración, la planta continúa desarrollándose pero tarda en madurar, en perjuicio de la producción de semillas. El exceso también produce mayor sensibilidad a enfermedades, los tejidos permanecen verdes y tiernos más tiempo, siendo más vulnerables (Mirat, 2006). Devlin (1970) manifiesta que si se suministran a las plantas cantidades elevadas de nitrógeno se observa una tendencia al aumento del número y tamaño de las células de las hojas, con un aumento general en la producción de hojas.

En tanto el Fosforo (P) es esencial para el crecimiento de las plantas. No existe ningún otro nutriente que pueda sustituirlo. Las plantas deben tener fósforo (P) para completar su ciclo normal de producción (Imexcor, 2010). Adams (1986) menciona que el fósforo se considera como un elemento nutritivo mayor igual que el N y K, sin embargo en la mayoría de las plantas se presenta en menores cantidades que estos. El fósforo es absorbido por las plantas en cualquiera de las formas como ión ortofosfato monovalente ($H_2P_0_4$) o como ión ortofosfato divalente ($H_2P_0_4$). El ión absorbido es determinado por el pH del suelo. Cuando el nitrógeno y el fósforo son físicamente y químicamente asociados al suelo, la absorción del fósforo aumenta. El fósforo es un constituyente de compuestos de la planta tal como enzimas, proteínas y es un componente estructural de fosfoproteínas, fosfolípidos y ácidos nucleicos, por lo tanto

juega un papel importante en la vida de las plantas e importante también en el crecimiento reproductivo, la división celular, síntesis de azúcar, grasas y proteínas. Incrementa también la resistencia a enfermedades. Una buena fertilización con Fósforo ha sido asociada con un incremento del crecimiento de las raíces (Rodríguez, 1989; Tisdale y Nelson, 1991; Bennet, 1993). La deficiencia de fósforo; al igual que la de nitrógeno, suele comenzar en las hojas inferiores que son más viejas. Se presentan hojas con un verde oscuro apagado que adquiere luego un color rojizo o púrpura característicos y llegan a secarse. Además, el número de brotes disminuye, formando tallos finos y cortos con hojas pequeñas, menor desarrollo radicular, menor floración y menor cuajado de frutos (Infojardín, 2006). Bertsch (2003) manifiesta que con frecuencia, tiende a presentarse un estado general de achaparramiento. Las puntas de las hojas se secan y se manifiestan un amarillamiento. Estas presentan una ondulación característica. Exceso de fósforo; puede acelerar unilateralmente la madurez a costo del crecimiento vegetativo. Además de ello, las deficiencias de elementos menores particularmente zinc y hierro han sido atribuidas en ciertos casos a un exceso de fosfatos que origina depresiones en el rendimiento (Jacob y Kull, 1964).

Mientras que el Potasio (K) es un macro nutriente esencial requerido en grandes cantidades para el normal crecimiento y desarrollo de los cultivos. El potasio se encuentra normalmente en un rango entre 1 a 4% de la materia seca (MS), pudiendo alcanzar más del 8% en algunos casos. Una vez que las hojas más viejas de la planta han alcanzado sus concentraciones específicas de K, el flujo neto de K desde las raíces satisface solo las cantidades necesarias para el desarrollo y crecimiento de nuevas raíces. Por lo tanto, el flujo de K desde las raíces está determinado en gran parte por la tasa de crecimiento de la planta (Swya y Kafkafi, 2005). Thompson(1985) manifiesta que el potasio es absorbido por las plantas en forma de ión K^+ , pero desde hace mucho tiempo el contenido de potasio de un suelo y de los fertilizantes se expresa en forma de K_2O . El potasio es uno de los tres cationes principales que utilizan las plantas. Es una de las bases retenida en forma intercambiable por las arcillas y por los aniones orgánicos. Es un catión bastante móvil, tanto en el suelo como en la planta, si bien como componente de la estructura de un retículo cristalino es muy inmóvil y relativamente resistente al proceso de meteorización. Swya y Kafkafi (2005) dicen

que, algunas de las principales funciones de las plantas donde el K está comprometido son la síntesis de los almidones, la activación de enzimas, la síntesis de proteínas, el movimiento estomático y el balance de cargas iónicas. Cantidades adecuadas de potasio son importantes contribuyentes en la adaptación de los cultivos al stress causado por factores bióticos y abióticos, tales como sequías, salinidad, heladas, ataques de insectos o enfermedades. Los síntomas que presentan los vegetales ante las deficiencias de potasio se pueden generalizar en reducción general del crecimiento, los tallos y la consistencia general de la planta son de menos resistencia física y presentan un menor vigor de crecimiento (Rodríguez, 2003). Espinosa (1994) indica que el síntoma más característico, es la aparición de moteado de manchas cloróticas, seguido por el desarrollo de zonas necróticas en la punta y borde de las hojas. Estos síntomas suelen aparecer primero en las hojas maduras debido a la gran movilidad de este elemento en la planta. Exceso de potasio; la mayoría de las plantas pueden asimilar grandes cantidades de potasio, sin que ello llegue a mermar su calidad (Jacob y Kull, 1964).

La función que cumplen los micros elementos en el brócoli es la siguiente: El calcio; forma parte de compuestos que constituyen las paredes de las células que mantienen unidas entre sí esas mismas células. Ejerce un efecto neutralizador de los desechos orgánicos de la planta, influye en la utilización del magnesio, potasio y boro en el movimiento de los alimentos producidos por las hojas.

El calcio; es quizás uno de los elementos minerales más importantes en la determinación de la calidad de los frutos en lo referente a conservación, es así como los frutos con altos contenidos de calcio, pueden resistir más el transporte y permanecer en buenas condiciones durante bastante tiempo. La concentración del calcio en el tejido necesaria para lograr estos resultados es usualmente superior a las concentraciones que acumulan normalmente los frutos. (Jaramillo y Díaz, 2006). La deficiencia de calcio; se observa porque el crecimiento se detiene, algunas veces las hojas nuevas no se desarrollan; deformación total de las hojas, enrollamiento de las mismas, manchas alargadas de color amarillo o rosado, muerte posterior de hojas y plantas. Las hojas viejas sufren el colapso de los tejidos del mesófilo. Los puntos

meristemáticos pueden morir (Jaramillo y Díaz, 2006).

El Magnesio es el componente principal de la clorofila e interviene en la síntesis de carbohidratos, además participa en la síntesis de proteínas, nucleoproteínas y del ácido ribonucleico y favorece el transporte de P dentro de la planta. Del total del magnesio absorbido, aproximadamente la mitad se encuentra en el tronco y ramas de la planta, un tercio en las raíces y el resto en las hojas; durante la floración y fructificación se produce una translocación significativa del Mg hacia los brotes y frutos (Jaramillo y Díaz, 2006). Deficiencia de magnesio: es un elemento móvil en la planta, por lo que la deficiencia se presenta primero en las hojas más viejas. Las hojas adquieren color más claro y al final se tornan de color marrón claro, se deforman ligeramente en la parte superior y las nervaduras conservan su color verde (Jaramillo y Díaz, 2006).

El Azufre en la planta, el azufre es constituyente de las proteínas, varias vitaminas, como la tiamina y biotina y es componente importante de numerosas enzimas. Además, forma parte de algunos compuestos orgánicos responsables del olor y sabor de algunas hortalizas (Jaramillo y Díaz, 2006). La deficiencia de azufre ocurren difícilmente pero, en condiciones experimentales, las hojas viejas se decoloran y las raíces se vuelven largas pero delgadas. Los niveles críticos de calcio, magnesio y azufre en los tejidos, están estimados alrededor de 0,15; 0,40 y 1,10 %, con base en peso seco, respectivamente; por debajo de estos valores la producción decrece considerablemente hasta del 50 % (Jaramillo y Díaz 2006).

El Hierro es indudablemente uno de los papeles más importantes en el metabolismo celular. Interviene en la formación de clorofila y es por lo tanto indispensable en la formación de alimentos en la planta; hace parte de la secuencia de reacciones que sintetizan los componentes de la clorofila; actúa como parte de un mecanismo enzimático que opera el sistema respiratorio de las células vivas; participa en reacciones que incluyen la división y el crecimiento celular. El hierro, asociado a cobre, manganeso y boro, aumenta el contenido de lignina, compuesto orgánico que cumple funciones de sostén y protección de la planta contra ataque de organismos causantes de enfermedades (Jaramillo y Díaz, 2006).

El Cobre está presente en diversas enzimas o proteínas relacionadas con los procesos de oxidación y reducción. El cobre induce formación de polen viable; por ello su más

alta demanda se presenta en la floración (Jaramillo y Díaz, 2006).

El Manganeso genera resistencia en la planta a varios patógenos, inhibiendo la enzima fungosa fentin metilesterasa, esencial para iniciar el proceso infectivo. Inhibe además enzimas productivas por hongos ya establecidos. El manganeso es esencial en el proceso que controla en la raíz la producción de la micro flora, reduciendo la disponibilidad de nutrimentos para los microorganismos causantes de enfermedades (Jaramillo y Díaz, 2006).

El Molibdeno es parte estructural de una oxidasa que convierte el aldehído del ácido abscísico en la hormona ABA, reguladora de crecimiento que protege las plantas contra factores de estrés fisiológico. El molibdeno induce efectos positivos en la formación de polen viable al momento de la floración y fecundación (Jaramillo y Díaz, 2006). La Deficiencia de molibdeno; El tejido se torna irregular y hay reducción del limbo de la hoja. La apariencia de látigo en la hoja hace que se le asigne el nombre de “cola de látigo”; las plantas no forman la cabeza y si lo hacen son atrofiadas (Jaramillo y Díaz, 2006).

El Boro actúa sobre la diferenciación de tejidos y la síntesis de fenoles y auxinas; interviene en la germinación y crecimiento del tubo polínico; es importante en el metabolismo de ácidos nucleicos y en la elongación y división celular; interviene en el transporte de almidones y azúcares desde la hoja hacia los frutos en formación. Disminuye la caída de flores y aumenta la producción de frutos, además está asociado con la actividad celular que promueve la maduración. Debe existir una fuente permanente de boro disponible para la planta durante todo su ciclo de crecimiento y desarrollo (Jaramillo y Díaz, 2006). Con deficiencia de boro no crecen nuevas raíces y tampoco nuevas brotaciones. La deficiencia de este elemento causa el síntoma conocido como tallo hueco o corazón negro; cuando se presenta tallo hueco por deficiencia de boro, se presenta una coloración parda en las paredes internas del hueco y se observa un resquebrajamiento interno del tallo floral que deja un espacio vacío (Jaramillo y Díaz, 2006).

El Zinc regula el crecimiento de meristemas al nivel de la raíz y parte aérea, mediante el control de la síntesis de triptófano, aminoácido precursor de la hormona del crecimiento conocida como ácido indolacético, AIA (auxina). El zinc activa diversos

procesos enzimáticos, como la fosforilación de la glucosa, y a través de ella la formación del almidón, de igual manera actúa la anhidrasa carbónica para la utilización del ácido carbónico, asociada a la asimilación del CO₂. Además, está involucrado en la reducción de nitratos y síntesis de aminoácidos que se transformarán en proteínas (Jaramillo y Díaz, 2006).

Las plantas absorben el cloro como ion Cl. Está involucrado en la apertura de las estomas y por lo tanto interviene en la turgencia de las células y ayuda al metabolismo del nitrógeno. Generalmente las aguas de riego son ricas en cloruros; por tanto, casi nunca es necesario hacer aplicaciones de este elemento (Jaramillo y Díaz, 2006).

La producción nacional de esta verdura mostró una tendencia creciente, ya que en el 2000 solamente se produjo 4 985 t y en el 2016, se llegó a los 55 170 t (la máxima producción en los últimos 17 años), de tal forma, que la producción creció a un ritmo de 15% por año. La mayor producción fue debido al incremento de las aumento del 3% anual, explicaron la subida de la producción. Las principales regiones que contribuyeron a este crecimiento fueron Lima y La Libertad. Un rendimiento de 13,3 t/ha y un precio al productor de S/.1.035 el kilo de brócoli, la región de mayor área de siembra son Lima seguido de la Libertad, Arequipa, Tacna, Junín y Huánuco con menos de 70 has (MINAGRI, 2015).

Región	Superficie cosechada (ha)				Producción (t)				Rendimiento (t/ ha)			Precio al productor (S/ /t)		
	2014	2015	Var. %	Part % 2015	2014	2015	Var. %	Part % 2015	2014	2015	Var. %	2014	2015	Var. %
Nacional	3 708	4 090	10,3	100,0	48 801	54 527	11,7	100,0	13,2	13,3	1,3	1 023	1 035	1,2
Amazonas	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Ancash	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Apurímac	9	24	166,7	0,6	60	167	178,8	0,3	6,7	7,0	4,6	1 365	1 291	-5,5
Arequipa	56	74	32,1	1,8	859	1 154	34,4	2,1	15,3	15,6	1,7	1 634	1 743	6,7
Ayacucho	0	0	0,0	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Cajamarca	0	0	0,0	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Callao	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Cusco	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Huancavelica	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Huánuco	21	23	10,8	0,6	309	363	17,5	0,7	14,9	15,8	6,0	1 621	1 933	19,2
Ica	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Junín	51	58	14,9	1,4	959	1 089	13,5	2,0	19,0	18,8	-1,1	996	1 080	8,5
La Libertad	264	334	26,8	8,2	5 120	6 602	28,9	12,1	19,4	19,8	1,7	1 157	1 354	17,0
Lambayeque	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Lima	2 341	2 522	7,7	61,7	27 517	29 549	7,4	54,2	11,8	11,7	-0,3	1 135	1 044	-8,0
Lima Metropolitana	920	988	7,4	24,2	13 135	14 403	9,7	26,4	14,3	14,6	2,1	684	778	13,7
Loreto	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Madre de Dios	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Moquegua	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Pasco	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Piura	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Puno	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
San Martín	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Tacna	47	67	42,6	1,6	841	1 200	42,7	2,2	17,9	17,9	0,1	971	1 100	13,2
Tumbes	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-
Ucayali	0	0	-	0,0	0	0	-	0,0	-	-	-	-	-	-

r Revisado
Fuente: SIEA

Figura 01 Variables productivas del cultivo de brócoli por regiones año 2014-2015.

El Brócoli es originaria de las costas del Mediterráneo y Asia Occidental, donde actualmente se encuentran Grecia, Turquía y Siria, de allí fue llevada a Inglaterra, Dinamarca, Holanda, Francia, España y Grecia. Su nombre proviene del término Italiano «broco» que quiere decir brote, en alusión a la parte comestible y preciada de la planta (Jaramillo y Díaz, 2006). Hace unos veinte años que su producción y consumo empezó a incrementarse de manera más general. Hoy día se cultiva en diversos países de Europa y de Estados Unidos. Éste último, gracias en gran medida a las plantaciones de California, se ha convertido en el mayor productor mundial (Gordon, 2010).

La planta de brócoli es de naturaleza herbácea, el sistema radicular del brócoli trasplantado en el campo definitivo está conformado por raíces adventicias secundarias, terciarias y raicillas, las que se concentran en su mayor parte en los primeros 40 a 60 cm de profundidad; el tallo principal tiene un diámetro que varía entre 2 y 6 cm y de 20 a 50 cm. de longitud. Este tallo principal presenta entrenudos

cortos 6 con hábitos de desarrollo intermedio entre la forma roseta y caular; tiene entre 15 a 30 hojas grandes, cada una aproximadamente con 50 cm de longitud y 30 cm de ancho. Las hojas son más anchas y menos erguidas, con limbos que cubren totalmente el pecíolo, a los bordes menos ondulados, los nervios menos marcados y menos blancos. La inflorescencia es una pella compacta de color verdoso forman brotes laterales, presenta las yemas florales en el extremo del tallo principal pero tras el corte de este van apareciendo más yemas escalonadamente las axilas de la hoja, dando al conjunto un aspecto ramificado (Valdez, 2012). Posee una forma similar a la coliflor pero con pedúnculos florales menos prietos o compactos, conformando un ramillete o cabeza irregular y abierta. Sus hojas permanecen erguidas, con peciolos desnudos, limbos cuyos bordes se ondulan, así como nervaduras marcadas, blancas. El cogollo del brócoli puede llegar a desarrollar 20 centímetros de diámetro, rondando los 2 kg distinguiéndose colores diferentes según variedades: moradas, rojizas, blancas o amarillentas, siendo la más común la verde oscura en el tallo y verde azulado en el extremo de la flor. El brócoli es una planta anual, la planta es recta, tiene de 60-90 cm de altura y termina en una masa de flores de color verde que puede alcanzar un diámetro hasta de 35 cm. Las flores son de color amarillo y tienen cuatro pétalos en forma de cruz. El fruto es de color verde cenizo que mide en promedio de 3 a 4 cm y que contiene las semillas las que tienen forma de munición y miden de 2 a 3 mm de diámetro (Bernal, 2011). El brócoli es una planta alógama, con un número cromosómico de $2n=18$ ($n=9$). Las flores presentan fenómenos de incompatibilidad por reacciones químicas y esterilidad masculina, aprovechándose estas condiciones para la producción de híbridos (Valadez, 1993). El Brócoli es una planta que desarrolla un eje grueso (entre 2 a 6 cm de diámetro) y corto (20 a 50 cm de longitud) sobre el cual se disponen las hojas en internudos cortos (Krarup, 1992). El brócoli es una planta anual, de habito de crecimiento erecto, con una altura entre 60 a 90 cm., y termina en una masa de yemas funcionales Esta necesita vernalización para producir el vástago floral. La parte comestible es una masa densa de yemas florales de color verde grisáceo o morado, que puede alcanzar un diámetro de 20 a 35 cm, dependiendo del cultivar. Los brócolis difieren principalmente de las coliflores, en que, además de rematar sus tallos principales en una masa globulosa de yemas hipertrofiadas, lateralmente en las

axilas de las hojas, pueden desarrollar brotes hipertrofiados de yemas florales, de tamaño menor que el de la cabeza principal; estos aparecen de forma paulatina y escalonada, generalmente tras el corte del cogollo principal que pueden ser comercializados haciendo manojos (Jaramillo y Díaz, 2006).

Taxonomía del cultivo del brócoli.

Reino: *Plantae*

Sub Reino: *Antophyta*

División: *Spermatophyta*

Sub División: *Angiospermae*

Clase: *Dicotiledónea*

Sub Clase: *Archichlamydeae*

Orden: *Rhoedales*

Familia: *Crucifera*

Género: *Brássica*

Especie: *Olerácea*

Nombre científico: *Brássica olerácea*

Nombre común: *Brócoli (Araujo, 1999)*.

La morfología vegetal es parte de la biología que estudia la forma y la estructura de las plantas y de las modificaciones o transformaciones que experimentan (Hoffman, 1999). Dentro de la biología, la morfología es la disciplina que se ocupará del estudio de la forma y la estructura de un organismo o sistema, así como también de las transformaciones que los seres orgánicos que van sufriendo como consecuencia del paso del tiempo (Guzmán, 2004).

Las Características morfológicas en el cultivo del brócoli son las siguientes: Raíz; es pivotante, profunda, por lo tanto con una zona radicular amplia que le permite un buen anclaje y alta capacidad de absorción de agua y nutrientes (InfoAgro, 2005). Tallo; el brócoli desarrolla un tallo principal con diámetro de 2–6 cm y de 20–50 de largo, sobre el que se disponen las hojas con internados cortos, con una apariencia de roseta de coliflor, donde termina la inflorescencia principal (Hidalgo, 1999).

Hojas; son grandes, glabras, lobuladas y presentan nervaduras centrales prominentes; la superficie foliar está recubierta de ceras epicuticulares que dificultan el mojado,

causando el escurrimiento del agua, y otorgan el color verde azulado opaco común en la especie (Hidalgo, 2011).

Inflorescencia Primaria; conformada por flores dispuestas en un corimbo principal. Los corimbos son de color verde claro a púrpura, según el cultivar. Las flores son de color amarillo sobre inflorescencias racimosas de polinización alógama (Jaramillo y Díaz, 2006).

Fruto; es una silicua (pequeña vaina) de color verde oscuro cenizo, que mide en promedio de 3 a 4 cm. y que contiene de tres a ocho semillas por silicua (Jaramillo y Díaz, 2006).

Cabeza o Pella; es la parte comestible de la planta la cual es una masa densa de yemas florales de color verde grisáceo o morado, que puede alcanzar un diámetro de 20 a 35 cm; dependiendo del cultivar. Sin embargo las cabezas de los rebrotes solamente alcanzan 10 cm. El grado de compactación es menor, presentando pellas más abiertas y los granos de los manojos son fisiológica y morfológicamente estados pre florales más avanzados que los de la coliflor; la pella no está cubierta por hojas, es de menor tamaño y esta sobre un tallo floral más largo (Jaramillo y Díaz, 2006).

Semillas; son redondas, de color pardo oscuro, tienen 2 a 3mm de diámetro y se encuentran en número de 250 a 300 Semillas/gramo dependiendo del cultivar (Hidalgo, 1999).

La fisiología vegetal en el brócoli: Es el estudio de los procesos físicos y químicos de las plantas durante la realización de sus funciones vitales. Estudia las actividades básicas como la respiración, el crecimiento, el metabolismo, y la fotosíntesis (Parker, 2000). Fisiología vegetal es el estudio del funcionamiento de las plantas a nivel celular y a nivel de órganos, y analiza los procesos y funciones que gobiernan su crecimiento y desarrollo, debido a cambios en el ambiente que las rodea por lo que sufren modificaciones debido a factores externos como luz, temperatura (Lira, 1994).

Con respecto a la Fenología del cultivo; Constituye los estudios básicos sobre crecimiento y desarrollo de plantas cultivadas permiten conocer su dinámica y actividad, lo cual facilita la aplicación de prácticas de manejo acordes con los

requerimientos del cultivo. Los estudios fenológicos coinciden en observar básicamente dos fases: fase vegetativa y fase reproductiva (Jaramillo y Díaz, 2006).

En el desarrollo del brócoli se pueden considerar las siguientes fases: Maroto (2002) menciona que en el desarrollo del brócoli se pueden considerar las siguientes fases de crecimiento cuando la planta desarrolla solamente hojas; la fase de inducción floral la planta después de haber pasado un número determinado de días con temperaturas bajas inicia la formación de la flor, al mismo tiempo que está ocurriendo esto, la planta sigue brotando hojas de tamaño más pequeño que en la fase de crecimiento; en la fase de formación de pellas la planta en la yema terminal desarrolla una pella y al mismo tiempo en las yemas axilares de las hojas está ocurriendo la fase de inducción floral con la formación de nuevas pellas, que serán bastante más pequeñas que la pella principal; la fase de floración los tallos que sustentan las partes de la pella inician un crecimiento en longitud, con apertura de las flores; por último en la fase de fructificación se forman los frutos (silicuas) y semillas.

En cuanto al valor nutricional del brócoli se precisa: Alvarado (2007) manifiesta que el agua y la fibra son la clave para que este alimento sea anticancerígeno y antioxidante (comprobado científicamente), algunos le llaman “milagroso” y ya se cuentan casos de pacientes de cáncer que han superado la enfermedad siguiendo una dieta a base de brócoli, a pesar de que en nuestro país no existe una cultura de esta hortaliza como en Estados Unidos, por los alarmantes índices de enfermedades cancerígenas se está empezando a consumirla. InfoAgro (2017) el brócoli ha sido calificado como la hortaliza de mayor valor nutritivo por unidad de peso de producto comestible. Su aporte de vitamina C, B2 y vitamina A es elevado; además suministra cantidades significativas de minerales, tal como se observa en el Tabla 01.

Tabla 01: Valor nutricional del Brócoli

Valor nutricional del brócoli por 100 g de producto comestible	
Proteínas (g)	5,45
Lípidos (g)	0,3
Glúcidos (g)	4,86
Vitamina A (U.I.)	3,500
Vitamina B ₁ (mg)	100
Vitamina B ₂ (mg)	210
Vitamina C (mg)	118
Calcio (mg)	130
Fósforo (mg)	76
Hierro (mg)	1,3
Calorías (cal)	42-32

Fuente: (Infoagro, 2017)

Los requerimientos agrológicos y climatológicos para el cultivo del brócoli son:

Clima; Proexant (1992) señala que se desarrolla adecuadamente en lugares templados y fríos. Sakata (2010) indica que se adapta mejor en un clima templado frío.

En cuanto a la temperatura; según Hidalgo (2010) la temperatura mínima es de 5°C, siendo óptima de 15 a 18°C, tolera heladas suaves pero al estar en inflorescencia provoca congelación y palpamiento en flores. Ecuauímica (2010) dice que la temperatura óptima para el cultivo de brócoli es de 13-15°C. En general, el crecimiento de esta especie es muy rápido, a temperatura por encima de 20°C durante la formación de la inflorescencia, siendo necesario cosecharlo a tiempo, para evitar la apertura de las yemas florales. No resiste las heladas severas y no produce bien sus yemas florales a temperaturas superiores a 30°C. Contrariamente, las temperaturas bajas en la etapa vegetativa por debajo de 5°C, inducen a las plantas a formas estructuras florales prematuras, pequeñas, deformes, de grano grueso y de menor calidad; durante la fase reproductiva, causan trastornos en el color de las florecillas y hay una tendencia a deformar el domo (Jaramillo y Díaz, 2006).

Con respecto a la humedad; el brócoli es una planta mesofítica que requiere condiciones medias de humedad es decir, 400mm/ciclo de precipitación y humedad relativa media alta (Hidalgo, 2010). La humedad relativa no puede ser menor al 70% y se espera un 80% como condición ideal (Ecuaquímica, 2010). El cultivo requiere una precipitación anual entre 800 a 1200 mm, y una humedad relativa que no puede ser menor al 70% y espera un 80% como condición ideal (Oleas, 2000).

En referencia a la luminosidad; Sakata (2011) dice que el cultivo de brócoli necesita de un fotoperiodo de 11 a 13 horas luz. Altitud; Altitudes de 1800 msnm a 2800 msnm. Es un cultivo primordialmente de zonas altas, su mejor desarrollo y calidad se obtiene en zonas arriba de los 1500 m.s.n.m.m. (USAID, 2008). El brócoli se adapta muy fácilmente en altitudes de 2600 a 3000 m.s.n.m., lo que corresponde a un rango óptimo (Oleas, 2002).

Con respecto al suelo; se desarrolla bien en cualquier tipo de suelo, prefiriendo los francos a franco arenosos, fértiles, con buen contenido de materia orgánica, profundos, con buen drenaje y buena retención de humedad, y pH entre 5,7 y 6,8 (Jaramillo y Díaz, 2006). El brócoli puede adaptarse diferentes tipos de suelos, generalmente prefieren aquellos de textura liviana, es decir aquellos suelos francos limosos y franco arenosos. En general es importante que el suelo sea profundo, que retenga humedad, que presente un contenido de materia orgánica (mayor al 5%). El PH del suelo adecuado para la producción de brócoli va de ligeramente ácido (6,0 a 6,5) a moderadamente (5,5 a 5,9) (Gordon, 2010).

En referencia al agua; Oleas (2002) señala que el brócoli necesita niveles de abastecimiento regulares de agua especialmente en las primeras fases de desarrollo, la calidad adecuada de agua debe presentar suficiente aireación, una temperatura similar a la del medio ambiente y una baja concentración de sales que a su vez contengan porcentajes bajos de cloruro y sulfatos. Proexant (1992) determina que la cantidad de agua requerida está en relación directa con las condiciones climáticas imperantes en las zonas de cultivo. La concentración de sales no debe ser superior a 2 g/l y dentro de dicha cantidad no debe haber más de 0,6 g de cloruros y 0,3 g de sulfatos. El brócoli al igual que la mayoría de hortalizas tiene altos requerimientos de agua y necesita un abastecimiento regular para alcanzar su desarrollo. Maroto (2002) menciona que para

obtener buenos rendimientos y calidad de la inflorescencia, la planta de brócoli no debe sufrir estrés hídrico, ya sea por falta o exceso de agua y /o calidad de esta, los requerimientos de agua varían según las condiciones ambientales y estado de desarrollo del cultivo. Posterior al trasplante el riego debería ser cada 7–10 días, dependiendo de las temperaturas existentes, el consumo total por parte del cultivo es de 4 000 m³ de agua/ha.

En relación a los nutrientes; es muy exigente en nutrientes (potasio y nitrógeno), por lo que aportaremos compost descompuesto. El brócoli requiere suelos mullidos, abonados, frescos y con humedad regular. Se adaptan mejor a suelos neutros, no soportando los suelos calizos (Gosálbez, 2012).

Los requerimientos edafoclimáticos del brócoli según se muestran en la tabla 02.

Tabla 02: Requerimiento edafoclimáticos del brócoli

Parámetro	Requerimiento
Temperatura Mínima	Tolera ligeramente las heladas, cuando están formadas las inflorescencias.
Temperatura Máxima	En floración las temperaturas superiores a 20°C producen aceleración en el crecimiento.
Temperatura Promedio	14°C a 20 °C, climas fríos y secos
Temperatura Promedio	17°C
Humedad Relativa	60-75%
Suelos	Suelo franco, franco arenoso, profundo y bien drenado, ricos en materia orgánica.
pH	6 a 7 tolera ligeramente la acidez y medianamente la salinidad.
Altitud	2 200 – 3 200 msnm
Precipitación	400 mm durante el ciclo, 4 mm diarios.
Fotoperiodo	11 a 13 horas luz

Fuente: (Pantoja, 2006)

En cuanto al manejo agronómico se precisa; manejo de almácigos; Producción de plántulas las crucíferas se multiplican por semilla sexual; para el establecimiento de cultivos a campo abierto, se requiere de la preparación de semilleros.

En relación al semillero es el lugar de inicio de la vida productiva y reproductiva de una planta y es un área de terreno o recipientes (vasos, bandejas) debidamente adecuado, para depositar las semillas y poder brindarle las condiciones óptimas de luz, temperatura, fertilidad y humedad, para obtener la mejor emergencia durante sus primeros estados de desarrollo, hasta el trasplante al campo (Gosálbez, 2012). Se debe tener en cuenta, que en el semillero viven plantas jóvenes, cuyos tejidos tiernos efectúan una gran actividad fotosintética y son muy sensibles a los cambios bruscos de temperatura y humedad; por lo tanto, de su buena preparación y manejo dependerá la obtención de plantas sanas, vigorosas y uniformes. Una alternativa económica, que reemplaza los semilleros tradicionales, es la utilización de las bandejas plásticas para la producción de plántulas en confinamiento. Teniendo en cuenta el alto costo de la semilla de hortalizas, en especial la semilla híbrida, cuyos materiales de alta calidad son hoy exigidos por el consumidor, hace que la utilización de bandejas plásticas ofrezca múltiples ventajas en comparación con los semilleros tradicionales. Lo que se busca con este sistema es que de cada semilla sembrada se obtenga una plántula, hecho que es difícil de conseguir en el sistema tradicional, en el cual en promedio se requieren tres semillas para obtener una plántula (Gosálbez, 2012). En el mercado de bandejas para semilleros existen una amplia gama de recipientes para la producción de plántulas, siendo en la actualidad las más utilizadas las fabricadas en polipropileno. Su tamaño y número de celdas varían de acuerdo al fabricante. En general se utilizan bandejas de 53 a 200 (Jaramillo y Díaz, 2006).

En relación a la desinfección de semilleros; la producción de plántulas sanas y vigorosas depende básicamente de una adecuada desinfección de los semilleros a utilizar, pues tanto la semilla como la plántula pueden ser atacadas por hongos, bacterias, nematodos insectos y malezas, y pueden afectar los procesos de germinación, crecimiento y desarrollo de las mismas, causando en la mayoría de las veces, graves pérdidas económicas. Las bandejas pueden ser desinfectadas con una solución diluida de hipoclorito de sodio al 5 %, para evitar el contagio de hongos y bacterias (Jaramillo y Díaz, 2006).

En cuanto a la siembra en almacigo; la semilla se cubre ligeramente con una capa de tierra de 1-1.5 cm y con riegos frecuentes para conseguir una planta desarrolla en unos 30 40 días. La germinación tiene lugar aproximadamente 10 días después de la siembra. En general, la cantidad de semilla necesaria para una hectárea de plantación es de 250 a 300 gramos, en función del marco de plantación y de la variedad que se plante. Si el semillero está muy espeso es conveniente aclararlo para que la planta se desarrolle de forma vigorosa y evitar el ahilamiento (InfoAgro, 2017).

Los tipos de suelos o sustratos para semilleros bajo invernadero y a campo abierto; los semilleros se pueden hacer con suelo, con sustratos orgánicos, con sustratos artificiales o con una mezcla apropiada de éstos. Siempre se debe lograr un sustrato con características físicas, químicas y biológicas adecuadas, que faciliten la germinación. Los sustratos son materiales orgánicos o inorgánicos usados como soporte en semilleros o en cultivos; pueden ser de origen industrial, mineral o agropecuario. Generalmente, se emplean en mezclas y buscan reemplazar el suelo para evitar los problemas físicos, químicos y/o biológicos (sanitarios) que éste pueda presentar para la germinación de las semillas y para el desarrollo de las plántulas. Pueden estar compuestos por elementos naturales o modificados por reacciones físicas y químicas; también pueden ser totalmente inertes o tener actividad química. En cuanto a los sustratos más utilizados son: Compost; Son residuos orgánicos de estructura fina y descompuesta. Se usan excrementos animales, residuos de plantas, etc. Físicamente aumentan la aireación y el contenido de humedad y químicamente, absorben los nutrientes evitando su lavado (nitrógeno y potasio) y liberando lentamente la solución en forma de nutrientes. Debe contener entre 35 y 50% de materia orgánica con relación al peso volumétrico; se emplean en mezcla con sustratos inactivos o inorgánicos como la turba, la perlita, la fibra de coco o la cascarilla de arroz (Jaramillo y Díaz, 2006). Fibra de coco; Es bajo en su contenido de nitrógeno y alto en el potasio; contiene cerca de 2 ppm de boro y debe llevarse hasta 0.2 ppm para utilizarlo en hortalizas, que son muy sensibles al exceso de boro (Jaramillo y Díaz, 2006). Turba; Las turbas son los sustratos orgánicos naturales de uso más general en horticultura, son el resultado de la descomposición completa de árboles (especialmente del género Sphagnum) y se

produce en países de las zonas templadas. Se encuentran dos tipos de turbas: Turbas poco descompuestas; Son materiales de reacción ácida, pobres en minerales por estar muy lavados, debido a su origen de zonas altas de precipitaciones abundantes y que conservan parcialmente su estructura y un buen equilibrio entre agua y aire después del riego. Turbas muy descompuestas; Llamadas como turbas negras, sin estructura, con frecuencia muy salinas y que presentan menor aireación, son apropiadas para mezclas con materiales que mejoren sus propiedades deficientes. Las turbas ofrecen las mejores condiciones para la germinación y el enraizamiento en semilleros; sin embargo, no aportan nutrientes, tienen alta capacidad de intercambio de cationes y de retención de humedad y un alto grado de porosidad; son ácidas (pH entre 3,5 y 4,5) sin embargo, en el mercado se encuentran turbas con pH corregido (5,5 a 6,5) y un contenido de materia orgánica de 95%. El conjunto de propiedades físicas, químicas y biológicas (presencia de hormonas y sustancias húmicas) de las turbas, es la causa de su amplia difusión en el cultivo de plantas en sustrato (Jaramillo y Díaz, 2006).

Cascarilla de arroz; Sustrato orgánico de baja descomposición por su alto contenido de sílice que, además aumenta la tolerancia de las plantas contra insectos y organismos patógenos. Se debe usar en mezcla y hasta en un 30%, favorece el buen drenaje y la aireación, presenta baja retención de la humedad y baja capilaridad. Para evitar el «enmalezamiento» del semillero, es necesario hacer germinar previamente las semillas de arroz y otras plantas que siempre contiene, mediante el humedecimiento; además, se requiere realizar pruebas previas de germinación de semillas para verificar que no haya presencia de residuos de herbicidas en ella (Jaramillo y Díaz, 2006).

Aserrín; Tiene un pH ácido y dependiendo del tipo de árbol del cual provenga, puede ser tóxico para algunas plantas; por lo tanto, se debe probar antes de usarlo en cada especie hortícola (Jaramillo y Díaz, 2006).

Humus; Resulta de los excrementos de lombrices (*Eisenia foetida*), después de digerir residuos vegetales o excrementos animales fermentados; luego, se seca y se pasa a través de un tamiz para obtener una buena textura. Sirve de fertilizante y reemplaza el compost; además ofrece muy buenas características químicas (Jaramillo y Díaz, 2006).

En relación a la preparación y el manejo de campo se considera las siguientes acciones:

Preparación del suelo; en el cultivo de brócoli, es muy importante la preparación del terreno, todo esto depende del lote que está destinado a la siembra procurando prepararlo con la debida anticipación. Con el propósito de obtener una capa de suelo suelta con una profundidad de 25-30 cm, constando de labores como arada, rastra y surcado (Vallejo, 2013). La topografía más recomendada para la siembra de estas especies, es la plana o la ondulada, con pendientes inferiores al 30 %, ya que la siembra en suelos con pendientes superiores, dificulta el manejo y se presentan problemas de erosión y lavado de nutrientes. No es recomendable establecer siembras en terrenos nuevos en donde no se haya sembrado un cultivo colonizador, como fríjol, papa o maíz u otra hortaliza, que permita aprovechar la residualidad de nutrientes del cultivo anterior, ya que estas plantas no tienen la disponibilidad de nutrientes por su ciclo corto. (Jaramillo y Díaz, 2006). Se realiza con el propósito de obtener una capa suelta con una profundidad de 25-30 cm y consta de dos labores necesarias (Haro y Maldonado, 2009).

Otra actividad es la aradura; consiste en romper la costra superior del suelo e incorporar todos los residuos vegetales, incluye una o varias cruza de arado si es que la primera es insuficiente y deben efectuarse a una profundidad de 30 a 40cm en sentido perpendicular a la anterior (Haro y Maldonado, 2009).

Continuando con las actividades en campo está la rastra; se realiza a una profundidad de 25 cm para desmenuzar los terrones del suelo y lograr una capa suelta (Haro y Maldonado, 2009).

Es también importante el surcado; las líneas o surcos de siembra deben realizarse a 0,70 m distancia, cuando la disposición es en hilera simple (Haro y Maldonado, 2009). Bolaños (2001) afirma que la distancia para la siembra es entre surcos 0,70 - 1,00 m; y entre plantas 0,40 - 0,50 m; cuando es una hilera es de 0,70 m/cama; cuando es dos hileras es de 1,20 m/camas. Valadez (1997) dice que las distancias de siembra más utilizadas dentro del cultivo son: Hilera simple: 0,65 a 0,75 m. y en doble hilera: 0,90 a 1 m.

Una mas de las actividades es el trasplante; Bussard (2004) señala que se realiza a raíz desnuda cuando las plántulas tienen de 5 a 6 hojas verdaderas es decir de 0,15 a 0,20 m de altura o de 35 a 42 días de siembra. De una forma más tecnificada la plántula se

lleva al campo con pan de tierra, para evitar el stress producido por el "saque" de la misma. Se deberá tomar en cuenta que la edad de la plántula no debe sobrepasar la sexta semana. Galeón (2010) manifiesta que la planta tiene que ser vigorosa y estar bien desarrollada, con 18-20 cm de altura y 6-8 hojas definitivas, lo que tiene lugar a los 50 días de la siembra. Se deberán eliminar las plantas débiles y las que tengan la yema terminal abortada, particularmente importante en las variedades de pella.

En cuanto a densidades normalmente se emplean unas 12 000 - 30 000 plantas/ha, que en marcos de plantación sería 0,80 -1 m entre líneas y 0,40 - 0,80 m entre plantas. La distancia de trasplante varía en función de las condiciones ambientales y del tipo de cultivar. Es recomendable distancias de 0,28 m entre plantas cuando la cosecha se realiza en invierno y de 0,25 m entre plantas cuando las cosechas están proyectadas para verano. En ambos casos, la distancia entre hileras deberá ser de 0.70 m (Haro y Maldonado, 2009). La distancia entre plantas es variable y depende de diversos factores como son la arquitectura de la planta, la variedad, o híbridos empleados, la pendiente del terreno, las condiciones físicas y de fertilidad del suelo, la humedad relativa y la luminosidad, entre otros. Igualmente, varían de acuerdo a las exigencias del mercado, en cuanto al tamaño y peso de las cabezas o pellas. En la elección del espaciamiento entre plantas, se debe tener en cuenta también que a menores distancias cada cabeza tendrá menor peso, pero se obtendrá mayor número y por lo tanto mayor rendimiento/ ha. En general, a mayor distancia de siembra, mayor peso y tamaño de las cabezas o pellas. Generalmente, las variedades precoces se siembran con densidades más altas que las variedades tardías. En el caso de variedades tradicionales de coliflor y brócoli, se recomienda una distancia de siembra de 60 a 70 cm entre hileras o surcos y de 50 a 60 cm entre plantas y para el caso de los híbridos, por su porte bajo y mayor uniformidad, requieren menores distancias de siembra, siendo la distancia más apropiada de 40 cm entre plantas y de 50 cm entre surcos (Jaramillo y Díaz, 2006). La distancia entre plantas, ya sea en hilera simple o doble hilera se recomienda de 0,30 a 0,35 m (3 plantas/m) (Valadez, 1997).

Otra de las actividades es el riego; es necesario asegurar un abundante suministro de agua, sobre todo durante la fase de germinación, desarrollo de plántula, al momento del trasplante y durante la etapa de formación de cabeza. En épocas secas, se hace necesario un riego por semana. Pero este dependerá del tipo de suelo, de su capacidad de retención de humedad y de su tasa de infiltración. No se conocen exactamente las necesidades hídricas del cultivo, aspecto que también dificulta la decisión de cuánto y cuándo regar. Pero el máximo crecimiento y rendimiento se logra sólo cuando se provee a la planta de una buena cantidad de agua a lo largo del ciclo productivo, recordando que la etapa fonológica de mayor demanda de agua es la época de formación de la cabeza; un déficit en esta etapa ocasionará reducciones en los rendimientos (Jaramillo y Díaz, 2006). Sakata (2010) manifiesta que los riegos deben de ser ligeros y frecuentes de tal manera que las plantas no sufran stress por exceso o falta de agua, la etapa crítica que es a los 50 - 65 días después del trasplante, es importante mantener la humedad constante. En riego por goteo se recomienda regar cada cinco días. Proexant (1992) dice que los requerimientos de agua dependen de las condiciones de clima y especialmente del suelo. El brócoli para su desarrollo necesita un mínimo de 0,6 litros por segundo por cada ciclo y la humedad del suelo debe mantenerse en un 80% sobre el punto de marchitez permanente y nunca bajar del 60%. En relación a la fertilización; Medina *et al.* (2006) señalan que la fertilización del cultivo de brócoli depende del análisis del suelo y de sus requerimientos nutricionales. La aplicación de fertilizantes se realiza en banda; es decir, al espacio entre plantas y de manera equilibrada para lograr un crecimiento continuo y no violento mediante tres fertilizaciones ejecutadas durante la preparación del suelo, más tarde a los 25 - 30 días después del trasplante y finalmente de 20 - 30 días después, tiempo en el cual es muy importante la presencia de calcio y boro para tener pellas libres de manchas y bien conformadas. El brócoli responde a la fertilización nitrogenada tanto en rendimiento como en calidad, aplicándose una mitad junto con todo el fósforo en la preparación del suelo y la otra mitad al iniciarse el desarrollo de la inflorescencia. Bolaños (2001) afirma que el brócoli tiene un mejor desarrollo a los niveles de 75-150-60 de N-P2O5-K2O, se obtiene un alto rendimiento; según las experiencias de las técnicas de la MAG 19t99 ha mostrado que en general la fertilización de brócoli se puede hacer con la

aplicación de 12 g/planta de 10-30-10 a la siembra y completar con la aplicación de 10 g/planta de nitrato de amonio a los 30 días después del trasplante. Catacora (1995) menciona que la extracción de N, P, K, para el cultivo de brócoli es bastante alto por ello se recomienda 20 t/ha de materia orgánica a la preparación del terreno o en bandas al cambio de surco. Como referencia se sugiere una dosis de 140-60-60 de N, P₂O₅ y K₂O en suelos sueltos y pobres. Giaconi y Escaffg (2004) indican que para obtener una cosecha con altos rendimientos y calidad del producto es importante dotar al suelo de nutrientes suficientes, 150-90 de N, P₂O₅ ello se obtiene en 300 kg de urea y 200 kg de superfosfato triple.

En cuanto a la escarda o rascadillo; esta labor consiste en aflojar superficialmente el suelo para evitar la pérdida de humedad, eliminar costras con afloración de sales, oxigenar el sistema radicular o para controlar las malezas. Se realiza 20 - 25 días después del trasplante (Haro y Maldonado, 2009). Valadez (1993) recomienda que es importante la práctica de la escarda, cuyo objetivo principal es oxigenar y aflojar el suelo. Se recomienda realizar las escardas necesarias, sobre todo cuando los suelos son arcillosos. Esta labor se realiza antes de cada riego. Escarda significa romper la costra que se forma en el sustrato (causada por la solución de nutrientes y partículas de polvo que se van depositando). Esta costra causa una reducción de la entrada de aire al sustrato, por lo que la escarda mejora la aireación del mismo (Sánchez, 2004).

En relación al aporque y deshierbe: MAG (2010) manifiesta que el combate de las malezas se hace en forma manual. Cuando se hace la deshierba se aprovecha para realizar la fertilización nitrogenada y la aporca, treinta días después del trasplante. En terrenos donde el problema son las gramíneas, se han observado buenos resultados con el herbicida fluazifop-butyl, en la dosis recomendada comercialmente. Sakata (2010) dice que la escarda, deshierbes y aporques son prácticas que se realizan de dos a tres veces en todo el ciclo del cultivo la primera se realiza a las tres semanas después de la plantación y la segunda a la séptima semana después de la plantación y es alternativa otra dependiendo el grado de madurez del cultivo. La época crítica para el control de malezas, son los primeros cuarenta y cinco días después del trasplante, siendo necesario en algunos casos realizar hasta dos deshierbas, la primera se hace a los 15 - 20 días después del trasplante, al momento de aplicar la fertilización química

(Jaramillo y Díaz, 2006). El aporque se realiza junto con la deshierba a los 45-50 días después del trasplante, en presencia de buenas condiciones climáticas y sin exceso de humedad en el suelo (Haro y Maldonado, 2009).

En referencia a las plagas en el cultivo del brócoli se puede mencionar las siguientes: Plagas Rizófagas: Trozadores (*Agrotis ipsilon* (Hufnagel) (*Spodoptera frugiperda* (Smith)): Son gusanos grandes, cilíndricos, con tres pares de patas verdaderas en la parte inferior del tórax y cinco pares de pseudopatas en el resto del cuerpo. *A. ipsilon* es de aspecto terroso, el integumento (piel) es liso y presenta granulaciones, miden 30- 45 mm de longitud y 7 mm de diámetro, por lo regular son de color castaño-rojizo; se les encuentra en la base de las plantas que atacan, donde se enroscan cuando son perturbados. *S. frugiperda* es conocido comúnmente con el nombre de cogollero, ya que su hábito principal es consumir cogollos de plantas jóvenes, en su máximo desarrollo estos gusanos alcanzan 34 a 44 mm de longitud; son de color verde o café; en vista lateral presentan una línea oscura ubicada entre dos líneas más claras, la cabeza es de color café, más estrecha que el cuerpo, con una sutura en forma de Y invertida. Estas dos especies de trozadores están ampliamente distribuidas en el mundo y se les considera plagas polífagas. La presencia de residuos de cosecha en los lotes de cultivo facilita la supervivencia de estos insectos. El ataque de los trozadores se distingue por la presencia de plantas dobladas o cortadas sobre la superficie del suelo y por las raspaduras de la corteza en el cuello de la raíz; también puede sospecharse de ellos cuando las hojas cercanas al suelo presentan raspaduras. Los daños causados por estas plagas son comunes durante las dos primeras semanas después del trasplante. Se recomienda tomar medidas correctivas una vez inician sus daños, es fundamental la destrucción rápida de los residuos de la cosecha anterior, mediante el uso de microorganismos descomponedores; para ello, se pueden usar Microorganismos eficientes (EM) en dosis de 5 cc/l, el uso de cebos envenenados, preparados el mismo día de la aplicación, es una forma eficiente y sostenible de reducir el ataque de estos insectos; los cebos a base de Carbaryl (Sevin 80) en dosis de 2-3 g/l y/o la aplicación de Clorpirifos (Lorsban) líquido a la base de plantas en dosis de 1.5-2 cc/l en los focos son eficientes. Por lo regular, se requiere de resiembras y éstas deben hacerse dos días

después de la aplicación del tratamiento, buscando un mayor endurecimiento del tallo en las plántulas. Las resiembras se pueden hacer hasta los 15 días después de la siembra (Jaramillo y Díaz, 2006). Babosas (*Doroceras caruanae*, *Milax gagates* (Draparnaud), *Limax maximus* Muler): Conocidas como babosa parda, babosa rayada de las hortalizas y babosa de cuerpo gigante, respectivamente, son las más comunes en hortalizas. Estos moluscos poseen cuerpo blando, alargado y algo aplanado. No obstante, tienen un aparato bucal fuerte; por lo general son de color café, el ciclo de vida de las babosas puede durar de uno a varios años dependiendo de la especie; tardan 12-18 meses para alcanzar el estado adulto, luego del cual pueden durar desde unos cuantos meses hasta dos o tres años. Estos moluscos se esconden debajo de piedras, hojarasca húmeda, terrones del suelo, madera en descomposición y zonas internas de hojas envainadoras. Las babosas son activas durante la noche, especialmente después de las lluvias o de aplicar riego. La presencia de charcos o humedad general en los lotes favorece su presencia. Los síntomas del daño son Raspaduras o huecos en hojas jóvenes, así como cortes de plántulas, en días de sol, se puede apreciar la presencia de hilos sedosos o huellas brillantes sobre el tejido vegetal, los cuales son un claro indicativo de la presencia de babosas. Para el buen manejo de babosas se debe aplicar cebos con algún atrayente o plaguicida, además rotar cultivos; de igual manera, las desyerbas y desterrones de los predios donde se ha presentado ataque, drenaje del lote, eliminando charcos y retirando el agua de zonas demasiado húmedas, El riego por goteo es una estrategia útil, ya que evita la acumulación de humedad en los lotes (Cabezas, 2001; Saldarriaga *et al.* 1981). Cucarrones Marceños (*Phyllophaga obsoleta*, Blanchard *Clavipalpus sp. pos. Ursinus*, (Coleoptera: Melolonthidae): Atraviesan por cuatro estados. El estado larval atraviesa por tres instares con una duración de 210 días; La pupa se encuentra en el suelo dentro de una cámara pupal y tiene una duración de 45 días. El adulto permanece en la cámara pupal hasta la llegada de las lluvias, en este momento atraviesa el perfil del suelo y sale a volar. El ciclo completo de este insecto dura un año. La emergencia de los adultos está asociada con la llegada de las lluvias; en este momento se inicia la infestación. La especie *P. obsoleta* predomina a alturas entre los 2000 y 2400 m.s.n.m. mientras que, *C. sp. pos. ursinus* predomina a 2600 m.s.n.m. Se ha observado que la acumulación de materia

orgánica de origen animal atrae a los adultos para la postura; las larvas son atraídas por raíces tiernas y suculentas; los adultos perforan las hojas, dejándolas esqueletizadas, las larvas se comen las raíces de las plantas y hacen trozaduras en los tallos al nivel del cuello causando raquitismo y muerte de las mismas. Para el manejo de los «cucarrones marceños» se recomienda utilizar de manera preventiva la trampa de luz ultravioleta, Para el manejo de este insecto en estado de larva, se recomienda la aplicación al suelo de la bacteria *Bacillus popilliae* a una concentración de 24 000 billones de esporas/ha y del hongo *Metarhizium anisopliae*. Con el uso de estos microorganismos y la trampa de luz durante tres años consecutivos, se puede esperar un control del 95% (Londoño, 200).

Plagas asociadas a la etapa de desarrollo: Barrenador del Tallo (*Helulla phidelialis*, Walke, 1859) (*Lepidoptera: Pyralidae*): Es una polilla pequeña, de color café chocolate con manchas de color blanco y café oscuro atravesando las alas y sobre las márgenes costal y apical de las alas, la larva es de color café claro con un par de bandas longitudinales dorsales de color café oscuro; empupa en el follaje, dentro o fuera del túnel barrenado; en ocasiones pueden empupar en el suelo a pocos centímetros de profundidad. Se conoce poco sobre su biología y comportamiento. Ataca en Centro América y el Perú con mayor frecuencia en época de verano; afecta la producción de brócoli para exportación en las épocas en que se presenta el fenómeno del Niño. El síntoma más característico de su ataque es un pardeamiento de las hojas del cogollo, las cuales presentan tonalidades café en las puntas, acompañadas de excrementos de la larva; en su interior se encuentra la larva la cual consume el tejido y hace un orificio en el tallo, barrenándolo; este tipo de daño puede inducir la planta a la ramificación apical, lo que da origen a varios cogollos y por consiguiente a la malformación de la cabeza o pella; en ocasiones se presentan hojas quebradas o deformes en cuyo pliegue se puede encontrar el barrenado de la nervadura central; en ataques severos se observan perforaciones en el tallo y en la inserción de los pecíolos al tallo. Se recomienda su manejo cuando empiece la infestación, utilizando *Bacillus thuringiensis* (Dipel polvo 32 000 UI) en dosis de 0,75 g/litro, dirigida a las hojas y haciendo énfasis en el área del cogollo Dicha aplicación debe hacerse cada quince días, por dos veces consecutivas. Una vez establecida la plaga es difícil llegar a ella con un tratamiento

correctivo a los sitios barrenados. En estos casos es preferible retirar las plantas afectadas y hacer la aplicación del insecticida antes mencionado, para evitar la infestación de otras plantas (Jaramillo y Díaz, 2006).

Plagas asociadas a la etapas de Cierre del Cogollo y Formación de Pella: Polilla dorso de diamante (*Plutella xylostella* (L) (Lepidoptera: Yponomeutidae): Atraviesa por cuatro estados de desarrollo: adulto, huevo, larva y pupa. Los adultos son polillas pequeñas de color pardo grisoso, con manchas blancas sobre el dorso en forma de diamante, de donde derivan su nombre; los huevos son ovalados, de color amarillo y son colocados de preferencia en el envés de las hojas; las larvas miden un poco menos de un centímetro; recién emergidas son de color blanco pálido, con la cabeza oscura, con el desarrollo se tornan verde azulado; sus patas anales se encuentran ampliamente separadas, las cuales en vista posterior tienen el aspecto de una V invertida, típico en esta especie; la pupa es de color verde claro y se encuentra parcialmente cubierta por hilos blancos que secreta la larva antes de transformarse en pupa. Su ciclo de vida varía notoriamente con la temperatura, reduciéndose a medida que ésta aumenta. La duración desde huevo a emergencia del adulto es de 23 días en promedio los adultos duran en promedio 25 días (Jaramillo *et al.* 2001). La presencia de residuos de cosecha facilita la supervivencia de la plaga; la incidencia de la polilla dorso de diamante aumenta en proporción directa con el desarrollo del cultivo. Durante la etapa del desarrollo se presenta normalmente la colonización de la polilla a los cultivos. Pero durante la etapa de cierre del cogollo; esta plaga se multiplica con mayor velocidad y su daño es notorio (Álvarez y Rojas, 1997). La polilla dorso de diamante es considerada la plaga más importante de las crucíferas a nivel mundial, con un costo anual de control estimado en un billón de dólares, siendo especialmente problemática porque su control con insecticidas ha promovido la rápida evolución de resistencia en otras plagas (Talekar y Shelton, 1993). Las larvas causan daños directos al consumir el follaje, se localizan generalmente en el envés de las hojas haciendo orificios de tamaño variable y contorno irregular; cuando son perturbadas se dejan caer colgadas de un hilo secretado por ellas mismas como mecanismo de defensa. Se recomienda su manejo desde la etapa del cierre del cogollo, cuando el nivel de infestación alcance 0,5 estados de desarrollo por planta; para ello es útil el *Bacillus thuringiensis* (Dipel polvo

32 000 IUI) en dosis de 0,75 g/litro. El hongo *Beauveria bassiana* (Bauveril) en dosis de 10g/ha puede ayudar en el control de larvas y pupas. Las trampas con feromona sexual ayudan a detectar la llegada de la polilla dorso de diamante a los lotes (Jaramillo y Díaz, 2006). Cogollero o gusano del corazón de las crucíferas (*Copitarsia sp. pos. decolora* *Peridroma sp. pos. saucia* (*Lepidoptera: Noctuidae*): Atraviesa por cuatro estados de desarrollo: adulto, huevo, larva y pupa. Los huevos de *Copitarsia* son aproximadamente de 1 mm de diámetro, de forma esférica, tienen color amarillo cremoso recién puestos y se tornan de color café a medida que avanza su desarrollo; las larvas de *Copitarsia sp.* Provenientes de crucíferas presentan entre cinco y seis estadios; completamente desarrolladas miden 35 mm de longitud. Presentan policromía larval a partir del tercer estadio; por tal razón se les puede ver de colores variados. La pupa es de color café oscuro. El cremaster presenta cuatro setas diagnosticas para la especie, dos de ellas más largas. El adulto de *Copitarsia sp.*, es una polilla de aproximadamente 35 mm las alas anteriores son de color oscuro, con abundante ornamentación; las posteriores son de color pajizo, mucho más claras que las anteriores; se destaca en ellas una venación marcada y un color más oscuro en los bordes. El ciclo de vida de *C. decolora* dura 64 días, con duraciones parciales de 15 días para las polillas, cinco días para huevos, 23 días para larvas y 21 días para pupas (Cardona *et al.* 2004). *Peridroma sp. pos. saucia*, Atraviesa por cuatro estados de desarrollo: adulto, huevo, larva y pupa. Los adultos son polillas de color café oscuro, con las alas posteriores de color blanco y una banda café en el margen inferior; tienen una expansión alar de 5 cm. La hembra coloca los huevos en masa. Las larvas recién nacidas son de color oscuro; completamente desarrolladas son de color café, robustas, lisas al tacto y presentan unas manchas amarillas sobre el cuerpo, entre los segmentos abdominales 3° al 6° (Angulo y Weigert, 1976). *Peridroma sp. pos. saucia* presentan una mancha frontal en forma de H, que simula una sutura, lo cual permite diferenciarlas fácilmente de *C. decolora*. La pupa tiene una longitud de tres centímetros (Rodríguez y Forero, 1998; Fernández *et al.* 2003; Londoño *et al.* 2001) Las duraciones de los diferentes estados de desarrollo de *Peridroma sp. pos. saucia* son seis días para huevos, 23 días para larvas y 15 días para pupas. Las condiciones de clima cálido y seco favorecen la permanencia de la plaga y facilitan su desarrollo.

La presencia de residuos de cosechas anteriores es un sustrato de alimentación para estas plagas, el cual les permite pasar de un ciclo a otro y permanecer en el lote. La presencia de excrementos de las larvas sobre las hojas son un signo claro de infestación; este síntoma va acompañado de raspaduras de la epidermis o mordeduras en las hojas cercanas al cogollo. La presencia de perforaciones en las hojas es un indicativo de la presencia de larvas grandes, en cuyo caso la plaga atraviesa dos o tres hojas y se localiza al interior de la última hoja perforada. Para el manejo de ambas plagas es fundamental la recolección de residuos de cosecha y su descomposición rápida con la ayuda de microorganismos eficientes, en dosis de 5 cc/litro. Las medidas de control deben tomarse en la etapa del cierre del cogollo o al inicio del cabeceo, una vez se alcance el umbral de acción. El nivel de infestación máximo permitido durante estas dos etapas es 0,5 estados de desarrollo por planta. Para el control se puede utilizar un inhibidor de quitina (Match) en dosis de 0,5 cc/litro, rotado con el piretroide (Decis) en dosis de 1 cc/litro (Jaramillo y Díaz, 2006). Áfidos o pulgones (*Brevicoryne brassicae* (Homóptera: Aphididae): Son insectos blandos, de forma globosa, de 1,8 a 2,6 mm de longitud, el color del áfido está velado por un polvo ceroso fino de color blanco grisáceo; se encuentran en colonias sobre el haz y el envés de las hojas, hay individuos sin alas y otros con cuatro alas membranosas y transparentes (Bustillo y Sánchez, 1977; Bustillo, 1989). El incremento de población en áfidos está favorecido por las condiciones secas, con baja precipitación. Su presencia en colonias formadas sobre las hojas, constituidas por abundantes individuos (40 en promedio por colonia), le dan al vegetal un aspecto sucio, blanco grisáceo, característico. En la etapa de cierre del cogollo, los áfidos son dañinos deforman la hoja donde se establece la colonia; esto conduce a una atrofia en la formación de la cabeza, ya que la hoja deteriorada no permite que la cabeza apriete bien. En estados más avanzados del cabeceo la presencia de colonias grandes cerca del raquis también causa deformación de la cabeza y pérdidas de peso y calidad (Jaramillo y Díaz, 2006). Londoño (2005) señala que la aplicación de jabones o algunos aceites esenciales (Biomel) en dosis de 3 cc/litro, ayudan al manejo temprano de estos insectos e impiden su proliferación. Este método de control es de bajo costo y protege la hortaliza de más aplicaciones de químicos.

El cultivo del brócoli presenta enfermedades bióticas y abióticas a continuación: Enfermedades bióticas causadas por hongos: *Alternaria Berk (Alternaria brassicae)*: Es un hongo del género *Alternaria* sp. *A. brassicae* es un patógeno común y de importancia en cultivos, las lluvias constantes y las temperaturas entre 15° y 21° C, favorecen la presencia de la enfermedad. Ambos patógenos se transmiten en las semillas y sobreviven en malezas de la familia de las crucíferas como el alpiste (*B. rapa* L.). Se diseminan por el salpique del agua de lluvia en condiciones de cultivo, este patógeno infecta las hojas más viejas de repollo, coliflor, brócoli y col china, donde se presentan lesiones redondas con marcados anillos concéntricos de color café claro al inicio y de color café oscuro a negro al final. En brócoli y col china, las lesiones son circulares, anilladas, poseen un pequeño halo clorótico en los bordes y su centro llega a desprenderse. Los cuartos de almacenamiento, las bandejas de siembra, así como las canastillas en las cuales se transportan y comercializan las crucíferas, se deben desinfectar mediante aspersión en los cuartos o inmersión de las bandejas y canastillas, en productos a base de Hipoclorito de Sodio al 1 o 2% o Yodo Agrícola (Agrodyne SL)(2 a 3 cc/l). Se debe utilizar semilla libre del patógeno y eliminar los residuos enfermos, inmediatamente después de la cosecha (Jaramillo y Díaz, 2006). *Hernia o raíz de yuca (Plasmodiophora brassicae)*: Es una enfermedad que afecta prácticamente a todas las crucíferas; es una de las enfermedades más importantes del repollo, la coliflor, el brócoli. El hongo *P. brassicae* puede permanecer en el suelo hasta por 10 años en ausencia de cultivos susceptibles, suelos ácidos, húmedos y temperaturas ambientales entre 20° y 23° C, favorecen la infección en condiciones de campo. El hongo se disemina por corrientes de agua, a través de suelo contaminado en semilleros, por herramientas y por maquinaria agrícola procedentes de lotes enfermos. El hongo que causa la hernia se transmite en las semillas. Cuando los niveles de inóculo del hongo *P. brassicae* en el suelo de los semilleros son altos, se presenta la pudrición de semillas y se pueden detectar daños en las raíces donde se presentan agallas y tumores en el cuello del tallo y raíces de plántulas. En condiciones de campo, las plantas atacadas por la hernia de las crucíferas, presentan tamaño reducido y experimentan un marchitamiento de las hojas exteriores, en días calurosos o en las

horas del mediodía, cuando la incidencia y la severidad son altas, las plantas manifiestan marchitez total. Las raíces de las plantas atacadas presentan tumores de tamaño pequeño en raíces absorbentes y grandes en las raíces principales, estos tumores son lisos al principio y posteriormente se oscurecen y se vuelven rugosos, más tarde, toman coloraciones oscuras y se pudren, con emanaciones de mal olor, liberando las esporas de reposo del hongo. Al finalizar la cosecha, los residuos de vegetales se deben retirar y destruir fuera del campo cultivado. Los lotes afectados se deben aislar y no cultivar crucíferas durante uno o dos años, para reducir la sobrevivencia del hongo y la incidencia de la enfermedad en futuras siembras (Jaramillo y Díaz, 2006).

Mancha de anillo u ojo de sapo (*Mycosphaerella brassicicola*): Se presenta en las hojas más viejas o exteriores, pero al final del cultivo aumenta su incidencia y severidad, afectando las hojas interiores, llegando en algunos casos, a deteriorar la calidad de la cabeza. Cuando hay condiciones de humedad relativa alta, lluvias frecuentes y temperaturas entre 15° y 18° C, la severidad de la enfermedad es alta. El hongo *M. brassicicola* se disemina por el salpique del agua de lluvia, desde las lesiones viejas hacia las hojas nuevas sanas y por medio del viento. El patógeno sobrevive en residuos de cosecha y en semilla infectada. El ojo de sapo se caracteriza por la presencia de lesiones redondas de color gris oscuro con un leve margen clorótico que bajo condiciones de humedad relativa alta, presentan en su centro pequeños puntos negros, que son las estructuras reproductivas del hongo que causa la enfermedad (Jaramillo y Díaz, 2006).

Mildiu vellosa (*Peronospora brassicae*): El mildiu vellosa de las crucíferas es favorecido por humedad relativa alta en el ambiente, lluvias frecuentes y temperaturas frías (10° a 18 °C). El hongo *P. parasitica* también infecta malezas de la familia de las crucíferas, el patógeno es fácilmente diseminado por el viento y el salpique del agua durante las lluvias. El mildiu vellosa se presenta en los semilleros afectando los cotiledones y las primeras hojas, donde se observan manchas pequeñas, difusas, de bordes irregulares (0,5 a 1cm de diámetro), de apariencia clorótica por el haz y levemente deprimidas con una vellosidad blanquecina por el envés es más frecuente en las hojas externas de brócoli y coliflor, produciendo lesiones de formas variadas de color café claro pajizo, de tamaño mediano (0,5 a 2 cm) y bordes irregulares que cubren gran parte de la superficie de la hoja. En los semilleros se debe

evitar la siembra de plántulas muy juntas y se debe moderar el riego foliar, para evitar la humedad alta al interior de los mismos (Jaramillo y Díaz, 2006). Pudrición Algodonosa, Pudrición Blanca, Esclerotiniasis (*Sclerotinia sclerotiorum*): El Hongo *S. sclerotiorum* es un patógeno que afecta muchas plantas cultivadas y algunas malezas, lo cual hace más difícil su manejo y aumenta su importancia. En brócoli, el tallo afectado presenta lesiones de color negro con tonalidades moradas, las cuales afectan el pecíolo de las hojas, provocando una pudrición blanda del tallo y el desprendimiento de la hoja de la planta. Las condiciones de humedad relativa alta y temperaturas frías, altas densidades de siembra, inadecuado manejo de malezas, heridas causadas por insectos y suelos mal drenados, son condiciones favorables para los ataques del hongo. El hongo persiste en restos de cultivos enfermos durante más de diez años, mediante unas estructuras de resistencia llamadas esclerocios (Jaramillo y Díaz, 2006). Pudriciones Radicales o Pata Seca (*Pythium Pringsh*), Damping-off (*Fusarium Link*), Salcocho (*Rhizoctonia solani Kuhn*): Los hongos *R. solani*, *Pythium sp.* y *Fusarium sp.* afectan plántulas de brócoli, coliflor y repollo, donde causan pudrición de semillas, raíces y caída de plántulas, principalmente en la etapa de semilleros. En muchas ocasiones, los daños que causan estos hongos, no se desarrollan totalmente en el semillero y sólo se manifiestan pocas semanas después del trasplante en el campo, mediante la muerte prematura de las plantas. Los principales síntomas ocasionados por estos hongos en semilleros son quemazón y marchitez de hojas, doblamiento, caída o damping-off de las plántulas, debido al ataque que ocasiona el estrangulamiento de la base de la planta. Las plántulas manifiestan necrosis de las raíces, amarillamiento, marchitez y muerte, como consecuencia del adelgazamiento del tallo. Generalmente, los ataques por estos tres hongos ocurren simultáneamente y son favorecidos por las altas densidades de siembra, el encharcamiento continuado de los suelos empleados en los semilleros y temperaturas entre 18° y 24° C. Estos patógenos se diseminan a través del agua de riego, por la distribución de semilleros enfermos y por el uso de herramientas con suelo contaminado (Jaramillo y Díaz, 2006). Roya blanca (*Albugo cándida*). Es una enfermedad que ataca hojas, tallos y flores de las plantas crucíferas (brócoli, coliflor, repollo, coles de Bruselas, etc.). Es muy común y se presenta en todos los sitios del mundo donde se cultivan plantas

crucíferas. Se reconoce rápidamente porque en las hojas, tallos pequeños y algunas partes de la flor, aparecen llagas (úlceras o pústulas) de color blanco o amarillo cremoso. El color de la llaga se debe a la formación de las “semillas” del patógeno llamadas zoosporangios. En la flor produce deformaciones comúnmente llamadas “cabeza de venado” En el interior de estas malformaciones, el patógeno produce otro tipo de “semilla” llamada oспорas que se caracteriza por presentar una gruesa cubierta protectora. Es muy destructiva en plantas pequeñas (plántulas) que, casi siempre, mueren prematuramente porque la infección hace que las hojas se caigan (defoliación). En plantas adultas los daños no son graves. En las flores produce crecimiento anormal, distorsión y esterilidad (la semilla no llega a formarse). El microorganismo que la causa se llama Albugo cándida (Omiceto), Sobrevive en semillas y en plantas infectadas. Las oспорas pueden sobrevivir por largos periodos en semillas que se mantienen secas, pero en el suelo no sobreviven por mucho tiempo (menos de 6 meses). La enfermedad aparece con mayor frecuencia cuando el ambiente se mantiene muy húmedo y frío por un periodo más o menos prolongado, es más común cuando durante la floración hay pocas horas de luz (sólo 2 a 6 horas de sol por día) y las lluvias son prolongadas (más de 161 mm). Las principales fuentes de infección primaria son semilla contaminada por oспорas y yemas florales infectadas por zoosporas. En campo las flores pueden ser infectadas por dos vías; por infección sistémica (va por dentro y se extiende) de planta producida por semilla infectada y por zoosporangios provenientes de plantas infectadas y transportados por el viento, la lluvia o los insectos. Como medida de Control aplicar el fungicida Ridomil MZ 58 al suelo (una vez) y luego al follaje (sólo una o dos veces). El número de aplicaciones al follaje depende de la cantidad de lluvia caída. El producto es una mezcla de las sustancias llamadas metalaxyl y mancozeb, la cual ha sido preparada para evitar que el patógeno se vuelva tolerante (IIAP & ULA).

Enfermedades causadas por bacterias: Quemazón Bacterial, Borde de Oro (*Xanthomonas campestris pv. campestris* (Pammel) Dowson): La bacteria causante de la enfermedad requiere humedad relativa alta y una película de agua en las hojas para progresar y se disemina de plantas sanas a enfermas por el salpique del agua de lluvia, por corrientes de agua, por heridas causadas por el hombre e insectos. El patógeno se

transmite en la semilla y la compra de almácigos enfermos, los medios de diseminación más frecuentes a largas distancias. La quemazón bacterial se presenta en cualquier estado de desarrollo de los cultivos de crucíferas. En el semillero, el patógeno afecta las hojas produciendo un leve amarillamiento de las mismas, mientras que en el campo, los síntomas se inician en las hojas exteriores. En brócoli, la bacteria *X. campestris pv. campestris* ocasiona una leve clorosis en las márgenes de las hojas. Finalizado el cultivo, los residuos de la cosecha se deben retirar y destruir fuera del campo cultivado, dado que la bacteria no sobrevive en el suelo más de dos años en ausencia de plantas susceptibles como las crucíferas, los campos severamente afectados se deben rotar con cereales. Se recomienda la aspersión foliar de productos a base de Oxidocloruro de Cobre+Mancozeb (Cobrethane)(2 a 3 g/l), Oxidocloruro de Cobre (Oxicob WP)(Oxiclor 35 WP)(2 g/l), Hidróxido Cúprico (Kocide 101)(2 g/l), Validamicin A (Validacin SL) (1,25 a 1,5 cc/l), Kasugamicina (Kasumin 2%)(1,5 cc/ l), Sulfato de Estreptomicina (0,5 cc/l) o Sulfato de Gentamicina Clorhidrato de Oxitetraciclina (Cumbre WP)(0,6 g/l) (Jaramillo y Díaz, 2006).

Enfermedades causadas por nematodos: Nematodos del Nudo, *Meloidogyne (Meloidogyne incognita (Kofoid & White) Chitwood) (Meloidogyne hapla Chitwood)*: Los ataques por los nematodos del nudo, especialmente *M. incognita*, son importantes al cultivo, cuando las infecciones por estos organismos se inician desde los semilleros, al sembrar en suelos infestados por *Meloidogyne sp*, *M. incognita* y *M. hapla*, son nematodos de amplia distribución y prevalencia en variadas condiciones ambientales. La severidad de estos nematodos, es favorecida por la siembra continuada de cultivos altamente susceptibles, como las solanáceas. Las malezas son también una fuente de inóculo permanente de este nematodo. Las raíces afectadas por *M. incognita*, presentan numerosas agallas o nudos que favorecen el ataque de otros patógenos, ocasionando la pudrición de las mismas y el debilitamiento de la planta. Las plantas de afectadas por el nematodo experimentan marchitamiento foliar temporal, en días calurosos o temporadas secas y no responden a tratamientos de fertilización. Para evitar llevar plántulas afectadas al campo, se recomienda la inspección o revisión previa de las raíces y la eliminación de las plántulas con síntomas de ataque por el nematodo al momento del trasplante. Se recomienda fertilizar con abono completo y con buena

cantidad de materia orgánica (más de 2 t/ha). La siembra de cultivos trampa, como la rosa amarilla o flor de muerto (*Tagetes sp.*) o la crotalaria o cascabelillo (*Crotalaria sp.*), usados en rotación como cobertura, es recomendada para reducir las poblaciones de *Meloidogyne spp.* (Jaramillo y Díaz, 2006). Otros Nematodos (*Helicotylenchus Steiner* y *Pratylenchus Filipjev*): Son otros géneros de nematodos que afectan las crucíferas, los cuales se han encontrado asociados a suelo y colonizando raíces. Todos estos géneros de nematodos poseen una amplia distribución y prevalencia en variadas condiciones ambientales. Los géneros *Pratylenchus sp.* y *Helicotylenchus sp.*, producen daños y lesiones en las raíces (Jaramillo y Díaz, 2006).

Las enfermedades abióticas se presentan por diferentes causas entre ellas tenemos:

Daño por herbicidas: El daño por herbicidas sistémicos a base de Glifosato (Roundup SL) es frecuente en cultivos de crucíferas cuando se realizan aplicaciones sin las debidas precauciones, cuando las aplicaciones se realizan en condiciones de mucho viento, las gotas del herbicida son arrastradas a los cultivos de crucíferas más cercanos. Los síntomas causados por herbicidas sistémicos son evidentes cuatro o cinco días después de su aplicación. Las plantas afectadas presentan una quemazón de sus hojas en el haz, las manchas son de color café o castaño y se distribuyen a lo largo y ancho de la lámina foliar, causando la muerte progresiva de la planta (Jaramillo y Díaz, 2006).

Toxicidad por Fungicidas: La aspersion de los fungicidas a base de Fentin Hidróxido de Estaño en dosis superiores a 2g/l causan una quemazón o diminutos puntos de color lila a morado en el haz y envés de las hojas, 24 a 48 horas después de su aplicación en épocas calurosas. Los fungicidas a base de Oxiclورو de Cobre en dosis mayores a 2g/l causan una quemazón o diminutos puntos de color amarillo pálido en el haz de las hojas, entre 24 y 48 horas después de su aplicación en épocas de calurosas (Jaramillo y Díaz, 2006).

Edema: Se considera que es un problema ocasionado por exceso de absorción de agua, en relación con las pérdidas por evapotranspiración, lo que ocasiona una presión interna muy alta, que se manifiesta por pústulas, que posteriormente se abren al no resistir la epidermis el exceso de tensión. Las condiciones para el desarrollo de la enfermedad son días con altas temperaturas, en suelos con alto contenido de humedad, que en la noche presentan

corrientes de aire frío. Es más frecuente en épocas lluviosas con poca intensidad solar, que disminuye la velocidad de la respiración y de la transpiración, al tiempo que la planta está absorbiendo agua en cantidades normales (Jaramillo y Díaz, 2006). Brotes laterales: Se presentan bajo condiciones de estrés, la mayoría de genes responsables de esto han sido eliminados de híbridos modernos, pero algunos expresan su efecto bajo situaciones de estrés (Farrada, 2000). Formación prematura de cogollos ple floral: Este accidente suele 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 florales de tamaño pequeño (Maroto, 1995). Apertura prematura del cogollo ple floral: Se muy frecuente en la diferenciación prematura de brotes florales sobre la superficie del cogollo, por lo que en primer lugar se abre el mismo para iniciar la subida a flor, es probable que se deba a temperaturas excesivamente altas (Maroto, 1995). Este desorden, que se presenta más frecuentemente en brócoli, es producido por temperaturas excesivamente altas a lo largo o al final de la fase de formación de la pella o cabeza. La floración prematura de la pella deteriora la calidad de la misma. Se presenta como una diferenciación prematura de brotes florales sobre la superficie del cogollo, en donde algunas yemas florales se van madurando y posteriormente se van abriendo, dando paso a una coloración amarillo intenso, color típico de la flor del brócoli (Jaramillo y Díaz, 2006). Ojo de gato: Es un problema genético, pero puede expresarse más fuerte bajo ciertos ambientes extremos (cambios bruscos de temperatura en un mismo día), el problema es que los botones de cada brote se desarrollan en secuencia en vez de hacerlos en forma simultánea, dando lugar a los típicos círculos verdes de brotes más desarrollados alrededor de los centros amarillos de brotes menos desarrollados (Farrada, 2000). Planta ciega o planta macho: Se presenta en todas las crucíferas; sin embargo, su incidencia es mínima. Las bajas temperaturas y, principalmente por condiciones de baja radiación solar, favorecen la aparición de plantas ciegas o machos, una vez la semilla ha germinado, pudiéndose detectar este desorden en la fase de semillero. Esta anomalía se presenta también por el mal manipuleo de las plantas o al daño por insectos en la etapa de semillero o de trasplante, lo cual causa el rompimiento de la yema terminal. La planta ciega es aquella que no presenta una yema terminal y que en consecuencia no producirá una

cabeza comercial. Las hojas de las plantas ciegas son grandes, más gruesas y más coriáceas, debido a la acumulación de carbohidratos (Jaramillo y Díaz, 2006). Cola de látigo: El síntoma de cola de látigo es causado por la deficiencia de molibdeno. Esta es una de las deficiencias más comunes de elementos menores, junto con la de boro en las crucíferas y una de las causas principales que desmeritan la calidad de las pellas con pérdidas considerables en el rendimiento. Los cultivos más sensibles a esta deficiencia son coliflor, brócoli y repollo. La deficiencia de molibdeno es común en suelos ácidos (con pH inferior a 5,5), donde el elemento es absorbido por minerales y coloides, lo cual hace que su disponibilidad sea baja. Otra de las causas que acentúan la deficiencia de molibdeno son las aplicaciones al suelo de fertilizantes a base de sulfatos, como el de potasio, de amonio, de magnesio, de cobre o de zinc, ya que estos impiden la absorción del molibdeno. En las hojas desarrolladas, ocurre una deformación o torcimiento de las nervaduras. El tejido se torna irregular y hay reducción del limbo de la hoja (Jaramillo y Díaz, 2006). Pardeamiento de los Floretes: El pardeamiento de los botones se observa únicamente en las cabezas de brócoli, principalmente cuando éstas alcanzan una madurez apta para su consumo. Cambios bruscos en la humedad relativa juegan un papel importante en el pardeamiento del florete. La carencia de boro también es un factor que contribuye al desarrollo del mismo. El florete marrón se observa principalmente cuando después de un período de alta humedad, le sigue un período de altas temperaturas y rápido crecimiento de la planta, principalmente en la época de desarrollo de los capullos florales. Los sépalos de los capullos individuales cambian de color verde a amarillo y posteriormente a marrón. Cuando el capullo necrótico muere, se seca y frecuentemente se cae, dejando una herida. Generalmente, esta herida es un sitio de entrada para la bacteria de la podredumbre blanda (*E. carotovora* subsp. *carotovora*), causando posteriores daños (Jaramillo y Díaz, 2006). Pimpollos grandes: El tamaño de los pimpollos se da en función de la variabilidad, pero todas desarrollan pimpollos grandes cuando maduran las cabezas. Altas temperaturas y cosechas retardadas pueden tener como resultados pimpollos excesivamente grandes o abiertos. Las variedades difieren en sus características de mantenimiento a campo (Pascual, 1994). Tallo hueco: Este desorden está asociado a varias causas; las altas temperaturas, en combinación con altos niveles

de fertilización nitrogenada. Otra condición que favorece la presencia de tallo hueco, son las densidades de población bajas, ya que se ha observado que a mayor distancia de siembra entre plantas, se incrementa el porcentaje de cabezas con tallo hueco. La deficiencia de boro también puede inducir la formación de tallo hueco, lo que deteriora la calidad del producto, cuando se presenta tallo hueco en brócoli por deficiencia de boro, se presenta una coloración parda en las paredes internas del hueco y se observa un resquebrajamiento interno en el tallo floral, que deja un espacio vacío, en casos severos de deficiencia, aparecen manchas de color pardos que pueden afectar toda la cabeza y luego se extienden hacia la parte inferior por el centro de los pedicelos de las flores y por el propio tallo de la raíz (Jaramillo y Díaz, 2006). Hojas bractiformes en pella: Se presenta principalmente en brócoli. Este desorden fisiológico es producido por varias causas como, temperaturas muy bajas durante períodos muy cortos, elevación brusca de la temperatura durante la fase de inducción floral, exposición de las plantas a temperaturas excesivamente altas en la fase juvenil y crecimiento exuberante, debido a un exceso de nitrógeno. En la superficie de la cabeza o pella del brócoli, se observan pequeños primordios de hojas que salen de la parte inferior de los primordios florales. Estas pequeñas hojas alcanzan longitudes de 1 a 2 cm, deteriorando la calidad de la cabeza (Jaramillo y Díaz, 2006). Amarilleo: El amarilleo de las inflorescencias es el desorden más común del brócoli y es signo de senescia. El almacenaje por periodos prolongados o a temperaturas que son demasiado altas, conducen a este problema. La exposición a etileno también acelera al amarilleo particularmente a temperaturas superiores a 5°C, el brócoli verde-amarillento tiende a ser pobre en sabor y fibroso (Pascual, 1994). Botoneamiento: Es una reacción de la planta a diferentes condiciones de estrés como deficiencias nutricionales, estrés por agua, exceso de malezas que compiten con la planta por nutrientes en los primeros estados de desarrollo, bajas temperaturas, concentraciones elevadas de sal y suelos encharcados o por desadaptación del material en la región. El botoneamiento de las crucíferas consiste en el desarrollo prematuro de la pella o cabeza cuando las plantas aún están pequeñas y en pleno desarrollo vegetativo. En coliflor y brócoli, las pequeñas pellas presentan una forma anormal en paraguas, que pueden abrirse tempranamente y cuyos floretes externos están excesivamente desarrollados. Como el

desorden fisiológico puede deberse a varias causas, se debe evitar la siembra en lotes mal drenados, proporcionar riego a la planta durante los primeros 50 días después del trasplante y mantener las plantas libres de malezas durante la etapa crítica, o sea los primeros 45 días después del trasplante. También se deben aplicar los nutrientes necesarios a la planta al momento de la siembra, principalmente la materia orgánica y aplicar la fertilización química al momento de la siembra o hasta máximo 20 días después del trasplante (Jaramillo y Díaz, 2006).

La cosecha del brócoli presenta las siguientes características: La planta se encuentra en el momento óptimo de cosecha cuando los botones están cerrados, crecen de manera homogénea y tienen color verde, verde grisáceo o verde azulado y brillante. La cabeza principal puede llegar a medir entre 7.5 y 15 cm de diámetro con peso hasta de 1 500 gramos, con un promedio pero con una media de 300 gramos en plena madurez, mientras que las laterales llegan a medir entre 2.5 y 7.5 cm de diámetro con un peso promedio de 30 g (Angelfire, 2001). La cosecha es de tipo manual, con cuchillos comunes, el brócoli se cosecha cuando la inflorescencia alcanza su máximo tamaño, es compacta y las flores individuales no se han abierto. El color de la cabeza debe ser verde, con una tonalidad púrpura en ciertos cultivares. Los indicadores para realizar la cosecha en brócoli, dependen de la variedad y de las condiciones del clima y del suelo de la zona donde se cultiva (Oleas, 2002). Las cosechas deben efectuarse en las primeras horas de la mañana, perfectamente desde las 7:00 horas, momento en el cual el estrés causado por las altas temperaturas es menor, se disminuyen el calor de campo y las pérdidas por deshidratación. Durante la cosecha es importante vigilar la forma como se realiza el corte; un corte mal hecho daña la calidad de la pella, la cosecha se hace en forma manual utilizando cuchillos o navajas bien afiladas y desinfectados periódicamente dejando 2 a 3 cm de tallo para evitar la entrada de patógenos y garantizar la buena presentación final del producto, las pellas o cabezas deben ser tiernas, no fibrosas, compactas y de color verde brillante. La cosecha las pellas de brócoli, deben ser bien manejadas, en vista de que requieren cumplir estándares y exigencias de la calidad si son destinados a mercados Internacionales. Primero se cosecha la inflorescencia principales y luego las laterales que se forman

posteriormente. La operación de recolección se debe realizar con el máximo cuidado, evitando los golpes y magulladuras, los cuales afectan finalmente la duración en almacenamiento, su aspecto y vida de anaquel, las heridas permiten la penetración de los hongos y en consecuencia pudriciones durante la postcosecha (Jaramillo y Díaz, 2006).

La Norma United States Standards for grades of Bunched Italian Sprouting. (Anexo 7) indica que el manejo de postcosecha, debe comprender desde el cultivo hasta empaquetamiento y transporte, que no solo deberá proteger y mejorar la presentación del producto sino que además busca garantizar que el producto llegue al consumidor en óptimas condiciones de calidad e higiene. Las operaciones básicas para el acondicionamiento de empaque consiste en: recepción de materia prima; distribuciones de pellas; preparaciones de floretes; clasificación y colocación en cintas transportadoras; selección a la entrada y salida de la línea de proceso; empaquetado; y almacenamiento. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, (2007) las pellas o inflorescencia de brócoli deben estar turgentes libres de decaimiento, productos marchitos, libres de maduración excesiva (tendiendo a florear), exentos de decoloración del racimo o de las hojas. Libres de daños causados por la congelación, libres de suciedad, olores, sabores u otros materiales ajenos al producto y de enfermedades, insectos o daños causados por estos. La calidad de Inflorescencia de brócoli también se realizan dependiendo de la variedad la cabeza (pella) debe tener 15 a 20 cm de diámetro, pesar 300 a 500 g y debe ser semiesférica, compacta, lisa, con floretes o gránulos compactos, homogéneos, de color verde a violáceo. Las flores deben ser pequeñas, completamente cerradas, sin sobresalir individualmente en los floretes. El tallo debe ser corto, sólido y de 2 a 4 cm de diámetro.

A continuación se mencionan las características de la postcosecha en brócoli: Bajo las mejores condiciones el brócoli presenta una duración potencial de 21 días sin perder sus características nutritivas, lo que limita sus posibilidades de comercialización en mercados distantes que requieran de transportación prolongada (Barahona, 1998). Debido a que la inflorescencia del brócoli es una estructura altamente perecible, una

vez que es cosechada, por estar constituida por flores en activa diferenciación y crecimiento presenta un metabolismo acelerado el mismo que se refleja en altas tasas respiratorias, sensible a déficits hídricos, que llevan rápidamente a deshidrataciones superiores del 5 % del peso fresco, por lo cual se hace necesario un exigente y rápido manejo durante la postcosecha. El manejo de la postcosecha significa proteger al máximo el producto recién cosechado a condiciones ambientales adversas, enfriarlo rápidamente a 0° C mantenerlo en un ambiente con 95% o más de humedad relativa (Krarup, 1992). Agrofrio (2010) manifiesta que la congelación rápida de manera individual IQF (Individual Quick Freezing), es un proceso en el cual los cristales de hielo que se forman dentro de las células de los tejidos sean de tamaño muy pequeño. De esta manera se evita que las paredes celulares que conforman los tejidos vegetales se rompan.; por lo tanto al descongelar el producto no hay derrame de fluidos celulares, lo cual garantiza una textura, valor nutritivo y sabor igual al de un producto recién cosechado.

La patología de la postcosecha; las bacterias son los principales agentes causales de las enfermedades postcosecha y en menor proporción los hongos. Durante la postcosecha, los patógenos logran penetrar por dos vías: la primera, por heridas que sirven de puerta de entrada; allí las esporas germinan, crecen y colonizan el tejido expuesto. La segunda vía de entrada es por penetración directa del patógeno, desde el cultivo y bajo condiciones apropiadas de humedad y temperatura; la infección puede permanecer latente y manifestarse durante la postcosecha. La mayoría de las enfermedades postcosecha provienen desde la etapa productiva en el campo; las principales fuentes de contaminación durante este período, se deben a los implementos y recipientes de cosecha, bodegas, vehículos de transporte y aguas contaminadas usadas para el lavado y desinfección de las hortalizas (Jaramillo y Díaz, 2006).

Entre aspectos fisiológicos en el manejo del cultivo es la producción de etileno. El etileno (C₂H₄) es un gas sintetizado por las plantas en forma constante, para cumplir funciones específicas de transformación; su concentración como etileno endógeno es muy baja y aumenta ligeramente antes de iniciar el proceso de maduración la

producción endógena de etileno, se considera baja y su concentración se mantiene baja durante el proceso fisiológico de maduración y momento óptimo de cosecha; sin embargo, las hortalizas cosechadas presentan alta susceptibilidad a la presencia de etileno, El etileno, aún en concentraciones muy bajas, afecta la tasa respiratoria de los productos y lógicamente acelera o disminuye su proceso de maduración y senescencia (Jaramillo y Díaz, 2006).

Se menciona las características de los cultivares e híbridos: Cultivares; variedad de cualquier especie vegetal cultivada en contraposición con aquella que crece en estado silvestre. El término es una contracción de las palabras “variedad cultivada” y suele abreviarse como cv (Encarta, 2007). Es el conjunto de plantas que han sufrido modificaciones hechas por el hombre adquiriendo caracteres diferenciales y homogéneos y que pueden reproducirse por semillas (Cassola y Peralta, 2009). En brócoli, una de las mayores fuentes de innovación tecnológica ha sido la generación de nuevos cultivares e híbridos, mejorados en sus rendimientos cuantitativos, en sus cualidades comerciales y en la conservación del producto final (Stoppani y Francescageli, 2000).

Los cultivares Híbridos: Se llaman variedades híbridas a aquellas en las cuales el producto comercial se obtiene a partir del cruzamiento de dos líneas puras, dos híbridos simples o una línea pura y un híbrido simple; en cualquier caso, dado que un híbrido es siempre el resultado del cruzamiento de varias líneas puras, la obtención de estas últimas es el primer objetivo de un programa de selección de híbridos (Reigosa *et al.* 2004). Genéticamente los híbridos son organismos heterocigotos por poseer genes para rasgos distintos, que pueden ser tanto recesivos como dominantes, heredados de sus padres. Cuando hay falta de genes dominantes entre sus alelos, se manifiestan en ellos los caracteres recesivos (Snustad *et al.* 2004).

Se nombran algunos cultivares de brócoli según periodo de siembra a cosecha:

Cultivares precoces (menos de 90 días); Chancellor, Dandy Early, Emperor, Green Comet, Green Duke, Premium Crop, Sprinter y Zeus, Admiral, Coaster, Marisa (AbcAgro, 2017; Bolea, 1982).

Cultivares intermedios (entre 90 y 110 días); Citation, Clipper, Green Belt, Green Valiant, Idol, Legend, Ninja y Pirata, Corvet (AbcAgro, 2017; Bolea, 1982).

Cultivares tardíos (más de 110 días); Arcadia, Climax, Legacy, Marathon, RS19015, Samurai, Shogun y Viking (AbcAgro, 2017; Bolea, 1982).

A continuación se describen de los cultivares de brócoli para esta investigación: Cultivar Imperial (testigo): Planta de hábito de crecimiento erecto, cabeza o pella única, tamaño mediano y grano fino a medio, color verde azulado. Se adapta a zonas intermedias y calientes en condiciones de días largos de calor moderado. La distancia de siembra es de 0,70 x 0,25 a 0,40 m, lo cual permite utilizar más plantas por área, inicio de cosecha a los 80 días después del trasplante, ideal para el mercado fresco y para industria debido a que presenta una mejor postcosecha (Sakata, 2017). Híbrido líder para mercado fresco y proceso, planta vigorosa, porte medio con hojas erectas, la inflorescencia es cabeza compacta, mediana y pesada; grano fino a mediano de color verde oscuro, cultivo precoz, cosecha a partir de 60 a 70 días después del trasplante, dependiendo de la radiación y temperatura. Buena alternativa para zonas cálidas e intermedios, distanciamiento entre surcos 0,70-0,75 m y entre plantas 0,40 m, de preferencia sembrar en suelos fértiles con alto contenido de materia orgánica, fertilización dosis de NPK- 220-120-180 (tqc, 2017)

Cultivar Maximo; Planta concabeza o pella compacta en forma de cúpula, abovedado y denso, con grano fino, color azul verde, pella única, grande y pesada, bajo en brotes laterales, la altura de la planta es medio alto. Distancia de siembra 0,70 x 0,25 a 0,40 m, es una variedad de maduración media a tardía, inicio de cosecha a los 90 días desde el trasplante, tiene resistencia intermedia al mildiu vellosa, se caracteriza por alta productividad, ideal para mercado fresco e industria (Sakata, 2017).

Cultivar Green Magic: Se adapta a clima tropical (intermedio a caliente), es un cultivar precoz con inicio de cosecha a los 70 días después del trasplante, la distancia de siembra es 0,70 x 0,25-0,40m, desarrolla cabeza única, semi-abovedado compacta con granos de tamaño pequeño a mediano, color azul verde, planta de altura mediana, bajo brote lateral, excelente para mercado fresco y procesado (Sakata, 2017). Green Magic es de una belleza azul verde uniforme y confiable Te sorprenderá con rendimientos generosos aún mayores gracias a la excelente tolerancia al mildiú vellosa, un enemigo de muchas otras variedades. La planta es compacta, muy productiva; esta variedad es suave y tiene cabezas bien abovedadas con cuentas medianas muy apretadas, es adecuado para elegir dos formas, ya sea toda la corona de una sola vez, o el tallo central primero, luego numerosos tallos laterales a medida que surgen después. Cortar la cabeza principal fomenta el crecimiento de tiro lateral (homedepot, 2017).

Cultivar Calabrese Green Sprouting; Es una herencia italiana. Es de una temprana y prolífica variedad Calabrese Brócoli que produce una cabeza de brócoli verde azulada de tamaño mediano con brotes laterales adicionales más pequeños. Esta variedad producirá durante un período de tiempo más largo que las variedades de cabeza singular. Este brócoli es de sabor suave, dulce y de textura suave. Siembre las semillas de Brócoli Calabrese de Green Brote, de 6 mm de profundidad, espaciando las plantas a una distancia de 35 cm. Las semillas de brócoli tardan de 7 a 10 días en aparecer. Las plántulas de brócoli pueden ser inestables y caerse durante el viento fuerte, para ayudar a enviar raíces adicionales para anclarlas mejor. Puede eliminar los cotiledones (las dos primeras hojas de semilla) una vez que se forma el primer conjunto de hojas verdaderas y cubrir hasta este punto en suelo (succeedheirlooms, 2017).

Cultivar Green Calabrese; Es el cultivo más fácil de cultivar, requiere un sitio abierto sin sombra con un drenaje libre pero un suelo retentivo de humedad con abundante materia orgánica, los requisitos de nitrógeno son altos, al igual que la mayoría de las Brásicas. El Calabrese se siembra mejor en una bandeja modular de plántulas ya que a las plantas no les gusta la alteración de las raíces, siembre 1 o 2 semillas por módulo, si 2 semillas germinan, tendrás que eliminar las plántulas más débiles (quickcrop.co.uk, 2017). Planta muy rústica, de media talla, vigorosa, erecta de color verde, maduración medio-precoz; esta planta posee abundantes cabezas florales

comestibles, son de color verde grisáceo y las inflorescencias son exteriores, están dispuestas en forma de árbol, que nacen de un grueso tallo comestible, pella globosa, medio-grande, compacta de sabor dulce y gustoso. Siembra en semillero, es un cultivo de climas frescos, escoger parcelas fértiles de textura media y que drenen bien; su trasplante se realiza cuando tienen 5-6 hojas al marco de 80 x 55 cm normalmente en cepellones, cosecha según la fecha de siembra y zona de cultivo (planetahuerto, 2017).

Ante este contexto, se plantea la hipótesis que al menos uno de los cultivares de brócoli (*Brássica olerácea* L. var *itálica*) resultará con un mayor rendimiento, y mejor calidad de inflorescencia en las condiciones del valle de Chancay-Huaral 2015.

Los Objetivos son los siguientes:

Objetivo General: Evaluar el rendimiento de cinco cultivares brócoli (*Brássica olerácea* L. var *itálica*) bajo las condiciones del valle de Chancay-Huaral 2015.

Objetivo Específico: Determinar el rendimiento de cinco cultivares brócoli (*Brássica olerácea* L. var *Itálica*), bajo las condiciones del valle de Chancay-Huaral 2015.

Determinar la calidad de la inflorescencia en los cinco cultivares brócoli (*Brássica olerácea* L. var *itálica*) bajo las condiciones del valle de Chancay-Huaral 2015.

II. METODO DE TRABAJO

El trabajo de investigación ha sido experimental ya que se ha evaluado nuevos cultivares de brócoli, bajo las condiciones del valle de Chancay, aplicándose el mismo manejo agronómico para todos los tratamientos (cultivares) a fin de obtener al menos un cultivar de buen rendimiento y calidad de pella o inflorescencia. El diseño estadístico correspondiente fue un diseño simple de bloques completos al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

Tabla 03: Tratamiento a investigar

Cultivares	Tratamiento
Calabrese Green Sprouting	T1
Maximo	T2
Green Calabrese	T3
Green Magic	T4
Imperial (Testigo)	T5

El área experimental fue de una superficie de 294 m² (21 m x 14 m), el área por parcela fue de 9,60 m² (largo 4 m x 2,40 m ancho), con distanciamiento entre surcos de 0,80m y 0,40 m entre plantas; estableciéndose tres surcos para cada parcela, distribuidas en 4 bloques que a su vez, cada bloque cuenta con 5 parcelas, con 10 plantines por surco, 30 plantines por parcela, con un total de población de 600 plantines en el campo experimental.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental Agraria Donoso del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), provincia de Huaral, ubicado en el departamento de Lima, Distrito Huaral, localizado a 5,60 km de la ciudad de Chancay, con una Altitud 180 m.s.n.m., Latitud 11° 28'00" Sur, Longitud: 77° 14'00" Oeste (anexo 01), las condiciones climáticas presentadas en el momento de

la investigación fue de una temperatura de 19°C, precipitación 1,20 mm, zona ecológica (Costa subtropical), campo ecológico (desierto), con una humedad relativa 86%, horas Sol (4 horas), evaporación 2.8 mm (anexo 05), Según el análisis de suelo tuvo un pH de 7,50, ligeramente alcalino, sin peligro de sales con una CE de 0,33 m S/cm, bajo contenido de materia orgánica con 0,80%, bajo en fosforo con 1.0 ppm y alto en potasio con 243 ppm, de textura franco arcillosa, de topografía plana (anexo 04). El agua para la irrigación del campo experimental fue proveniente del río Chancay. El cultivo tuvo un ciclo de 4 meses.



Figura 02: Ubicación del campo experimental

Las actividades de manejo y preparación de plantines en la investigación fueron: Obtención de Semillas; de la Estación Experimental Agraria Donoso – Huaral INIA, se obtuvo el cultivar “Imperial” (T5, testigo), de la Empresa SAKATA los cultivares “Máximo” (T2) y “Green Magic” (T4) y el cultivar “Calabrese Green Sprouting” (T1) fue una semilla traída de Holanda y “Green Calabrese” (T3) fue una semilla de mercado nacional.

Con respecto a la preparación y siembra de almácigos esta se llevó a cabo el 25 de agosto del 2015, donde se realizó la siembra de las semillas en 2 bandejas almacigueras por cultivar, un total de 10 bandejas de almácigos completando 770 plantines. Para evitar enfermedades se desinfectaron las bandejas con 250 ml de hipoclorito de sodio/100 l de agua y cepillo para limpiarlas, el manejo fue de acuerdo al comportamiento de los plantines realizando riegos suaves, dos fertirriegos por semana con NPK, además se aplicó fungicida clortosip L500.

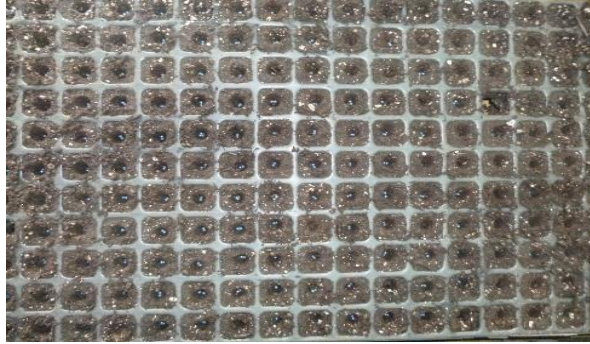


Figura 03: Semillero

El inicio de la germinación fue a partir de los 5 a 7 días, las primeras hojas comenzaron a nacer a partir de los 10 días, los riegos se hicieron una vez al día manteniendo siempre húmedo el almácigo, se mantuvieron los semilleros en el invernadero de la estación INIA Donoso.



Figura 04: Germinación de semillas

Actividades de manejo y preparación y del campo experimental: La preparación óptima del terreno se inició luego de haberse dado el riego de machaco, realizándose las labores agrícolas con la ayuda de tractor se pasó la arada, cuando el terreno estaba en capacidad de campo luego pasada de arrastre y el 01 de octubre, se pasó riel para nivelar el campo y eliminar restos de malezas. Formación de surcos; El mismo día, una vez preparado el campo se procedió a rayar con surcadora a 0,90 metros entre surcos. Luego de terminado la preparación del terreno se realizó el despaje o limpieza de restos de cosecha y malezas del borde del campo, de las acequias y canales de riego.



Figura 05: Arrastre y nivelado

La Instalación y demarcación de bloques y tratamientos; se realizó el 03 de octubre del 2015, luego de terminada la preparación del terreno donde se procedió a demarcar los bloques y tratamientos con cal, luego del cual se procedió a la colocación de estacas de identificación de cada unidad experimental de acuerdo a la densidad de siembra.



Figura 06: Demarcación con cal

El Trasplante se realizó luego de la demarcación del campo experimental, previo al trasplante se realizó un riego el 04 de octubre del 2015, a primera hora del día 05 de octubre a los 40 días de siembra, se realizó el trasplante de los plantines a campo definitivo, dejando un distanciamiento de 0,50 m entre plantines y a 0,90 m entre surcos, finalizado el trasplante se realizó un riego para favorecer el prendimiento, para que tenga una buena firmeza de tallo y una adecuada zona radicular. Esta práctica se debe hacer cuando los surcos estén a capacidad de campo para facilitar el trasplante o una mejor colocación de la planta en la parte superior del surco.



Figura 07: Trasplante

El sistema de riego utilizado para esta investigación fue por gravedad con agua proveniente del canal principal del río Chancay. El primer riego fue el mismo día del trasplante el 05 de octubre del 2015, con el fin de que las plantas se adapten en campo definitivo. La frecuencia de riego fue de 4 a 8 días, ya que el cultivo brócoli necesita constante humedad para el desarrollo de la planta.



Figura 08: Riego de brócoli en crecimiento

La Fertilización; con NPK fue de acuerdo al desarrollo fenológico del cultivo, donde la dosis se determinó previo análisis de suelo donde se determinó un bajo nivel de nitrógeno con 0,04%, fósforo bajo con 1ppm, mientras que en potasio fue alto con 243 ppm, con estos resultados se consideró la dosis fertilización por hectárea de la siguiente manera, nitrógeno 360 kg/ha, fósforo 140 kg/ha, en tanto que en potasio fue de 80 kg/ha. La primera fertilización se aplicó a los 7 días del trasplante, tomando como fuente de fertilización Sulfato de amonio (3,456 kg), Fosfato di amónico (1,344 kg) mientras que, el Sulfato de potasio (1,536 kg), la segunda fertilización se aplicó a

los 15 días después de la primera aplicación Sulfato de amonio (3,456 kg) y fosfato di amónico (1,344 kg) para todo en campo experimental. La programación de la fertilización foliar se realizó, para favorecer el desarrollo de la planta e inflorescencia, fue previo riego del campo, la primera fertilización foliar fue el 10 de noviembre del 2015 donde se aplicó keylate 50 cc + greenzt 10 cc. , por mochila de 20 litros de agua. Segunda fertilización foliar el 24 de noviembre del 2015, aplicándose templex 5 cc + agripsan 50 cc + nitro king100 cc + owy 20-20-20 10 0 cc por mochila de 20litros. El 29 de noviembre del 2015 se aplicó boro 2.5% 50 cc y bioestimulante 75 g por mochila de 20 litros.



Figura 09: Aplicación de fertilizantes

El aporque, labor que se realizó para cubrir la primera y segunda fertilización aplicado al voleo, de manera manual; esta labor permitió estimular el crecimiento de raíces aportando al desarrollo vegetativo.



Figura 10: Campo aporcado.

El control de malezas se realizó aplicando herbicida, antes del trasplante, para ello primero se aplicó el acidificante (150 cc), Linuron a la dosis de 350 cc y Adherente (30 cc) en 200 litros de agua. Durante el desarrollo del cultivo se realizó el control de manera manual en 4 oportunidades, primer deshierbe el 23 de Octubre del 2015, segundo el 13 de Noviembre del 2015, tercer deshierbe 04 de Diciembre del 2015 y ultimo deshierbe el 18 de Diciembre del 2015. Las malezas más comunes observadas fueron capulí cimarron (*Nicandra pycnantha*), yuyo hembra (*Chenopodium dubium*), quinua silvestre (*Chenopodium quinoa*), coquito (*Cyperus sp*) chamico (*Datura stramonium*).



Figura 11: Deshierbe manual

Plan de Control de plagas y enfermedades en campo experimental: El primer control de Plagas y Enfermedades; se realizó el 07/10/2015 para gusano de tierra (*Agrotis ípsilon*) y gusano cortador (*Elasmopalpus lignosellus*), aplicándose Acidificante (15 cc), Cipermetrina (25 cc) y Adherente (5 cc), en 20 litros de agua, monofos 2% por mochila para el control de gusano de brotes. Segundo control se aplicó el 20/10/2015 por presencia de pulgón (*Aphis sp*) el control fue con Ciclon (125 ml/100 l), Clorpirifos (0,5 cc) y adherente (5cc) por mochila de 20 l de agua. Tercer control se aplicó para control de botrytis y/o chupadera en una mochila de 20 l de agua se aplicó Benomil (1,0 g), monofos 2% y adherente (5 cc) esto fue a los 22 ddt (días después del trasplante), Cuarto control se realizó a los 35 ddt se aplicó Vidate 5%, acidificante (15 cc) y adherente (5 cc) en mochila de 20 l, pasados los 45 días ddt se realizó el quinto control se aplicó Cipermetrina (25cc) y Clorpirifos (0,5 cc) en mochila dorsal a motor

de 20 l Sexto control a los 60 días ddt se aplicó Iannate 1.5% (20 g) y adherente (5 cc) en mochila de 20 l Último control a los 68 días ddt se aplicó Ciclon (125 ml/100 l), monofos 2% y adherente (5 cc) en mochila de 20 litros.



Figura 12: Fumigación mochila motor

La cosecha se realizó con el apoyo de 2 personas, materiales tales como: jabs plásticas y cuchillos, las cosechas se realizaron todas a primera hora de día, luego de hecha esta labor se llevaron a gabinete de evaluación en la misma estación INIA Donoso. La primera cosecha fue a los 66 días después del trasplante, el 11/12/2015, el tratamiento más precoz fue el cultivar Green Magic (T4). Las siguientes cosechas se realizaron cada 5 días, el cultivar más tardío fue Maximo (T2) a los 83 días después del trasplante, la última cosecha fue el 28/12/2015.



Figura 13: Pella terminada para cosecha

Postcosecha y evaluaciones durante la investigación: Para las evaluaciones de cosecha y postcosecha se utilizó 1 pesa gramera, 1 cinta métrica, 1 barnier, un cuaderno de

apuntes. La evaluación de las cabezas o pellas se realizó el mismo día de la cosecha los aspectos a considerar en esta evolución fueron: Peso, color, forma, granulación, compactación y diámetro ecuatorial de la cabeza o pella, además de hueco en tallo.



Figura 14: Evaluación peso pella

Además se realizó evaluaciones postcosecha a los 3, 5 y 7 días para determinar el comportamiento de los tratamientos de la investigación.



Figura 15: Evaluación a los 5 días de cosecha

Las evaluaciones fueron realizadas durante todo el proceso de la investigación para monitorear el desarrollo del cultivo en las diferentes etapas fenológicas. Los cultivares se evaluaron de cada unidad experimental, en el surco central, dejando las dos primeras plantas y las dos finales del surco evitando el efecto de borde. La primera evaluación en campo definitivo se realizó a los 10 días después del trasplante, a partir de allí se hizo semana a semana, con la ayuda de una planilla confeccionada en Excel, así se llevó un registro real del desarrollo de la planta. Durante las etapas fenológicas se

evaluaron número de hojas, diámetro de tallo, altura de planta, aparición de inflorescencia.



Figura 16: Evaluación altura planta

Además se hizo evaluación de plagas y enfermedades de cada planta en estudio, estas evaluaciones permitieron controlar y aplicar el producto adecuado para cada situación.



Figura 17: Evaluación plaga

III. RESULTADOS

En la tabla 04, se presenta el análisis de varianza para rendimiento, donde para la fuente de variación de bloques y entre tratamientos (cultivares de brócoli), se encontró diferencias significativas, siendo el coeficiente de variación de 9,8 % y el promedio general de 6 923,61 kg/ha.

Tabla 04 Análisis de varianza de rendimiento (Kg/ha)

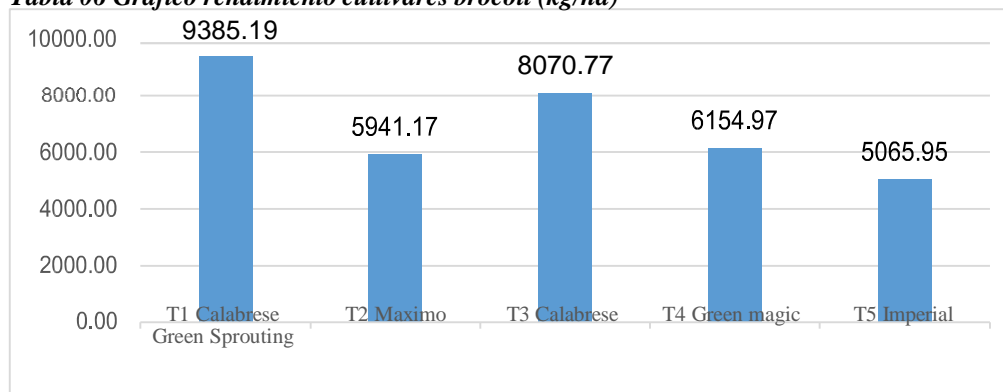
Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F		
				F. Cal	F. Tab	5%
Bloque	3	5236256	1745418.61	3,75	3,49	*
Tratamiento	4	49529090	12382272.5	26,59	3,26	*
Error	12	5588687	465723.922			
Total	19	60354033				
CV (%): 9,8		Promedio: 6923,61				

Según la prueba de comparación de Duncan al 5%, se determinó que para rendimiento si se tuvo diferencias significativas entre los cultivares T1: Calabrese Green Sprouting (9385,19 kg/ha), T3: Green Calabrese (8 070,77 kg/ha), T5: Imperial (testigo) (5065,95 kg/ha), pero entre T4: Green Magic (6154,96 kg/ha) y T2: Máximo (5941,16) no se tuvo diferencias significativas, tal como se observa en la tabla 05 y tabla 06 siguiente.

Tabla 05 Prueba de Duncan de rendimiento (Kg/ha)

Tratamientos	Promedio	Significación
T1 Calabrese Green Sprouting	9385,19	a
T2 Máximo	5941,17	c
T3 Calabrese	8070,77	b
T4 Green Magic	6154,97	c
T5 Imperial (Testigo)	5065,95	d

Tabla 06 Gráfico rendimiento cultivares brócoli (kg/ha)



Fuente: Propia, Rendimiento (Kg/ha) en cinco cultivares, 2015.

En relación a las características de las inflorescencias de los cinco cultivares de la investigación en la tabla 07, se presenta las características de inflorescencia donde mayor peso tuvo el cultivar Calabrese Green Sprouting (T1) con 422,33 g, presentando pella no compacta, irregular y abierta, con granulación gruesa, color verde y presenta agujero en el tallo, las mismas características presentó el cultivar Green Calabrese (T3) con el peso de pella de 363,18 g Cultivar Maximo (T2), el peso pella promedio 267.35 g, forma de pella semi domo, compacta, granulación fino mediano, diámetro de pella 13,07 cm, color azulado, sin tallo hueco. El cultivar Green Magic (T4) tuvo un peso de 276,97 g con pella compacta, forma de domo, granulación fina, diámetro de pella

13,24 cm y de color verde azulado, con tallo hueco. El testigo, cultivar Imperial (T₅), obtuvo el menor peso con 227.96 g, un diámetro de pella de 10,87 cm, pella compacta, domo, granulación fina, color verde azulado, no presentó tallo hueco.

Tabla 07 Evaluación de características de inflorescencia en cinco cultivares de brócoli E.E.A. Donoso Huaral 2015

Cultivar	Peso (g) pella	Pella compacta	Forma de pella	Diámetro pella (cm)	Granulación pella	Color pella	Tallo hueco
T1 Calabrese	422,33	No	Florete	20,12	Grueso	Verde	Si
			Semi				
T2 Máximo	267,35	Si	domo	13,07	Fino Mediano	Verde azulado	No
T3 Calabrese	363,18	No	Florete	16,58	Grueso	Verde	No-Si
			Domo denso			Verde	
T4 Green Magic	276,97	Si		13,24	Mediano	oscuro	Si
						verde	
T5 Imperial	227,96	Si	Domo	10,87	Fino	Azulado	No

Fuente: propia.

Tabla 08 Prueba de confiabilidad de características evaluadas en cinco cultivares de brócoli en la Estación Experimental Donoso –Huaral 2015

Prueba de confiabilidad						
N° de variable	Fuente de variación	de Características evaluadas	F. Calculado	F. tabulado	Resultado	
V ₁	Bloques	Rendimiento	3,75	3,49 *	Si demuestra Significancia	
	Tratamiento	(Kg/ha)	26,59	3,26 *	Si Demuestra Significancia	

IV. ANALISIS Y DISCUSION

Se determinó que en los cultivares evaluados se tuvo dos tipos de pella de brócoli, tipo pella florete en Calabrese Green Sprouting (T1), Green Calabrese (T3) y tipo pella compacta (domo) en Green Magic (T4), Maximo (T2) e Imperial (T5) testigo.

Mayor rendimiento se obtuvo en los cultivares Calabrese Green Sprouting (T1) con 9385,19 kg/ha. y Green Calabrese (T3) con 8070,77 kg/ha y menor en el testigo Imperial (T5) con 5065,95 kg/ha., Green Magic (T4) con 6154,96 kg/ha. y Maximo (T2) con 5941,16 kg/ha.

Mayor peso de pella se tuvo en los cultivares Calabrese Green Sprouting (T1) con 422,33 g, y en el cultivar Green Calabrese (T3) con 363,18 g. pero ambos de pella no compacta, irregular y abierta (florete), con granulación gruesa, color verde y presentó tallo hueco y menor peso, se obtuvo en el testigo, Imperial (T5), con 227.96 g, y en el cultivar Maximo (T2), con 267.35 g, pero de pella compacta, tipo domo, de granulación fina, color verde azulado, no presentó tallo hueco, estos resultados se obtuvieron tomando en cuenta los requisitos mínimos de calidad de inflorescencia de brócoli planteados en la Norma: United States Standards for grades of Bunched Italian Sprouting Broccoli (peso de la cabeza (pella) debe tener 15 a 20 cm de diámetro, pesar 300 a 500 g., debe ser semiesférica, compacta, lisa, con floretes o gránulos compactos, homogéneos, de color verde a violáceo. Además se tomaron en las evaluaciones que las pellas o inflorescencia de brócoli estén turgentes sin maduración excesiva (tendiendo a florear), exentos de decoloración del racimo o de las hojas, libres de daños causados por la congelación, sin suciedad, olores, sabores u otros materiales ajenos al producto y de enfermedades, insectos o daños causados por estos.

Estos resultados que fueron corroborados por los obtenidos por Parra (2012) y Muñoz (2013) que concluyeron que los cultivares de brócoli sobresalen por sus características morfológicas como rendimiento, precocidad, diámetro, color, forma, compactación, granulometría y peso en la pella.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los cultivares de mayor rendimiento fueron Calabrese Green Sprouting (T1) y Green Calabrese (T3) con más de 8070,77 kg/ha pero presentaron pella en florete para consumo nacional en comparación con los demás cultivares.

Mejor calidad de la inflorescencia se obtuvieron en el cultivar Maximo (T2) e Imperial (T5) ideal para agroindustria y exportación.

Bajo las condiciones del valle de Chancay – Huaral, en que se llevó a cabo las evaluaciones se recomienda a los cultivares Calabrese Green Sprouting (T1) y Green Calabrese (T3) por su mayor rendimiento, peso de pella y para consumo de pella en florete y a los cultivares Green Magic (T4) y el cultivar Maximo (T2) para exportación.

Además se recomienda realizar trabajos de investigación en manejo agronómico para obtener mejores resultados postcosecha.

VI. AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradecer a Dios, por su infinito amor, por abrirme puertas y poner en mi camino a las personas que me han guiado en este inmenso desafío de llegar a ser una profesional y así lograr cumplir mis sueños y metas que me he propuesto.

A mis padres, por enseñarme valores, virtudes, perseverancia que con su espíritu alentador han contribuido incondicionalmente a lograr mis metas y objetivos propuestos y a mis hermanos por estar siempre presentes en los momentos necesarios.

A todos los docentes por su contribución en mi formación profesional, que con mucho profesionalismo, entereza y paciencia me ayudaron a lograr el éxito...Gracias a todos.

VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ANASAC (2011). *Mínimos legales de pureza física y germinación*, Departamento de calidad de semillas y sustratos. Disponible en: [whhttp://www.anasac.cl/anasac/rps_anasac_v57/OpenSite/Anasac/Laboratori2dde%20Servicio%20de%20Semillas/SERVICIOS%20DE%20ANALISIS/Middmos_legales_pureza_fisica_y_germinacion.pdf](http://www.anasac.cl/anasac/rps_anasac_v57/OpenSite/Anasac/Laboratori2dde%20Servicio%20de%20Semillas/SERVICIOS%20DE%20ANALISIS/Middmos_legales_pureza_fisica_y_germinacion.pdf). Consultado: 13/04/2015

Angulo O.; Weigert. G. (1976). *Clave práctica para su reconocimiento en Chile (Lepidoptera: Noctuidae)*. Sociedad de Biología de Concepción. Publicación especial N° 3, 28 p.

Alternativa Ecológica (2011) *Cultivo de brócoli*
En:<http://ecosiembra.blogspot.com/2011/12/cultivo-de-brocoli.html>

Álvarez J., J.; Rojas L., A. 1997. *Distribución, incidencia y daño de la polilla dorso de diamante Plutella xylostella en el Oriente antioqueño*. Trabajo de grado (Administrador de Empresas Agropecuarias). Universidad Católica de Oriente. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Rionegro, Antioquia. 73 p.

Araujo, J. (1999) *Taxonomía vegetal*. Apuntes.

Arteaga, N. (2011) *Aclimatación de 12 híbridos de brócoli (Brássica Olerácea l. var. Itálica), en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo*. Escuela Superior Politécnica de Chimbarozo, Facultad de Recursos Naturales, Ecuador.

Azcón, J & Talón, M (2000) *Fundamentos de la Fisiología Vegetal*. McGraw-Will-Interamerica. Barcelona (España) p. 481.

Bustillo A.; Sánchez G. (1977). *Los áfidos en Colombia, plagas que afectan los cultivos agrícolas de importancia económica*. ICA. Bogotá – Colombia, 96 p.

- Bustillo A. (1989). *Aspectos básicos sobre los áfidos. Seminario: "Los áfidos: importancia y manejo"*. Sociedad Colombiana de Entomología. Valle del Cauca, Colombia, 1-15 pp.
- Cabezas H. (2001). *Algunos aportes sobre el manejo integrado de babosas en cultivos hortícolas. "Hortalizas Plagas y Enfermedades"*. CORPOICA - SOCOLEN. Colombia. 30-35pp.
- 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. 30(2):205-209.
- Cassola, A. y Peralta, G. (2009). *Desarrollo del Mercado de Cultivos Orgánicos con la producción del brócoli*. Tesis de Economista. ESPOL Ecuador. 70-80pp.
- Cayambe, D., (2011). *Evaluación de la aclimatación y rendimiento de 14 cultivares de brócoli (Brássica olerácea L .var itálica), a campo abierto, en Macají, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo*. ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO, Facultad de Recursos Naturales, Ecuador.
- Corea, G. & Miranda, E (2007). *Evaluación de dos variedades de brócoli (Pirata y Green F. Sprouting Calabrese) y tres dosis de fertilización (18-46-0) en la Comarca Mombachito, Camoapa, Boaco*. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA, Sede – Camoapa, Nicaragua.
- Coronado (2015). *Efecto de ocho combinaciones de dos bioestimulantes orgánicos foliares con cuatro dosis en el cultivo de Brócoli (Brássica olerácea L. Var Itálica Plenck)*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA, Facultad de Agronomía, Piura – Perú.
- Dirección General de Políticas Agrarias y Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria (2017). *Análisis Económico de principales Frutas y Verduras (Boletín N°11)*, Perú.
- Encarta (2007) © 1993-2006 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

- Farrada, B. (2000). *Presentación sobre el cultivo de brócoli para los agricultores y procesadores del Ecuador*. USA- California. 35-37pp
- Fernández, C.; Londoño, M. y Jaramillo, J. (2003) *Susceptibilidad de Plutella xylostella (Lepidoptera: Iponomeutidae) a diferentes aislamientos nativos de Beauveria bassiana y su efecto adicional sobre otros lepidópteros asociados a coliflor*. Revista Colombiana de Entomología, Bogotá, 29(2). 211-219pp.
- Gordon, J. (2010). *Propuesta de mejoramiento de manejo de Post-cosecha en hortalizas producidas en un sistema campesino asociado*. Tesis Ing. agroindustrial. Ecuador. Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química Agroindustria. 3-4 pp. Recuperada de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2063/1/CD-2867.pdf>
- Gosálbez, C (2012). *Cultivo del brócoli, Planeta Huerto*. En https://www.planetahuerto.es/revista/cultivo-del-brocoli_00164
- Hidalgo, L. (2010) *El cultivo de brócoli*. Datos sin publicar.
- InfoAgro (2017) www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm
- InfoAgro. (2005) *Cultivo de Brócoli* (en línea Servicio de Noticias Agrícola. Ecuador. Consultado el 5 de Abril de Abril 2018. Disponible en <http://www.infoagro.com>.
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IIAP); Universidad de los Andes (ULA); laboratorio de fitopatología, Apdo. 77 La Hechicera, Mérida Venezuela, s/f.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2007). *Guía Práctica de Exportación de BROCOLI a los Estados Unidos*.
- Jaramillo, J. y Díaz C. (2006). *El cultivo de crucíferas Brócoli, coliflor, repollo y col china* Colombia. Corporación Colombiana de Investigación de Agropecuaria Corpoica, Manual técnico 20, 1ra. ed. Litomadrid – Cra. 50 No 56-38 Ed. 12; 16-17; 22; 32-34; 38-41; 45; 47-48pp. Recuperado de https://www.academia.edu/29823010/El_Cultivo_Cruciferas

- Londoño M. (2001). *Las chizas y su manejo*. “*Hortalizas Plagas y Enfermedades*”. CORPOICA - SOCOLEN. Rio negro, Antioquia, Colombia. p. 36-46.
- Londoño M. (2005). *Informe Final Línea Manejo integrado de plagas*. En: Proyecto Evaluación de estrategias de producción limpia de hortalizas. Abril 22 del 2005. Programa MIP, Centro de Investigación La Selva. Documento interno de trabajo. 51 p
- Londoño Borilla, M. (2006) *Cosecha y Manejo Postcosecha*. En Jaramillo, J. y Díaz, C., (Compiladores) “*El cultivo de las crucíferas Brócoli, coliflor, repollo y col china.*” Corporación Colombiana de Investigación de Agropecuaria Corpoica, Colombia. LITOMADRID editorial. 154-155, 159pp. Recuperado de https://www.academia.edu/29823010/El_Cultivo_Cruciferas
- Londoño, M. (2006). *Manejo Integrado de Plagas*. En Jaramillo, J. & Díaz, C., (Compiladores) “*El cultivo de las crucíferas Brócoli, Coliflor, Repollo y Col China.*” Corporación Colombiana de Investigación de Agropecuaria Corpoica, Colombia. LITOMADRID editorial. 78-94 pp. Recuperado de https://www.academia.edu/29823010/El_Cultivo_Cruciferas
- Londoño, M.E, Fernández C.; Jaramillo N. (2001) Cap. *Lepidópteros asociados a la formación de cabeza o florete en crucíferas*. Til. “*Hortalizas Plagas y Enfermedades.*” CORPOICA-SOCOLEN, Colombia. 63-71 pp.
- Maroto, J (1995) *Horticultura herbácea especial*. 3era ed. Madrid, España. Ediciones Mundi – Prensa. 568 p.
- Manual del exportador de frutas, hortalizas y tubérculos, (2000). *Resumen de la Norma: United States Standards for grades of Bunched Italian Sprouting Broccoli 2 p*
- Medina, S. (2012). *Control alternativo de áfidos (Brevicoryne brassicae) en brócoli (Brássica olerácea var. Itálica) híbrido Avenger*. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agrónoma, Ecuador.

- MINAGRI (2015). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera 2015 del Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA)* 302 pág.
- Muñoz, E (2012). *Evaluación de la aclimatación y rendimiento de 20 cultivares de brócoli (Brássica olerácea l. var itálica.), a campo abierto, en Macají, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo*". Escuela Superior Politecnica de Chimbarozo, Facultad de Recursos Naturales, Ecuador.
- Oleas, M. (2002). *Análisis de competitividad de la cadena Agroalimentaria de Brócoli fresco/Brócoli congelado*. Ecuador. 51-52; 55pp.
- Parra, C. (2012). *Evaluación de la aclimatación y rendimiento de 20 cultivares de brócoli (Brássica olerácea l. var itálica.), a campo abierto, en Guayllabamba, cantón Chambo, provincia de Chimborazo*. Escuela Superior Politecnica de Chimbarozo, Facultad de Recursos Naturales, Ecuador.
- Pascual, A. (1994). *Brócoli, su cultivo y perspectivas*. Revista Horticultura N° 97.
- Pollak, J. (2003). *Efecto de la fertilización nitrogenada y potásica sobre el rendimiento y calidad de brócoli (Brássica olerácea itálica) cultivar legacy*. Tesis Ing. Agr. En Santiago de Chile. Consultado 30 de marzo Disponible en www.puc.cl/agronomía.
- Reigosa, M.; Pedrol, N.; Sánchez, A., (2004) *Ecofisiología Vegetal: Una ciencia de síntesis*, Madrid- España. Thompson, Ed. 8-9 pp.
- Rodríguez, D. & Borrero F. (1998). *Manejo Integrado de artrópodos y moluscos plagas en hortalizas. En: Manejo integrado de plagas en hortalizas de clima frío*. ICA, Bogotá, Colombia. Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola (FNFH). Produmedios. 73-117 pp.
- Saldarriaga V.; I.Z. De Polanía; Cárdenas R.; Posada L.; García F. (1981). *Guía para el control de plagas*. Ministerio de Agricultura, Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, Subgerencia de Investigación, División de Agronomía, Programa de Entomología. Manual de Asistencia Técnica N° 1. Bogotá, Colombia 401 p.

- Talekar, N.; Shelton A. (1993). *Biology, ecology and management of the diamondback moth: Annual Review Entomology*. Vol. 38, 275 – 301pp.
- Tamayo, A. (2006) *Suelos y Fertilización*. En Jaramillo, J. y Díaz, C., (Comps), “*El cultivo de las crucíferas Brócoli, Coliflor, Repollo y Col China.*” Corporación Colombiana de Investigación de Agropecuaria Corpoica, Colombia. LITOMADRID Ed. 60-62; 64-67pp. Recuperado de https://www.academia.edu/29823010/El_Cultivo_Cruciferas
- Tamayo, P. (2006). *Manejo Integrado de Enfermedades y desordenes abióticos*. En Jaramillo, J. & Díaz, C. (Comps) “*El cultivo de las crucíferas Brócoli, Coliflor, Repollo y Col China.*” Corporación Colombiana de Investigación de Agropecuaria Corpoica, Colombia. LITOMADRID editorial. 99-110; 114-115; 117-119; 123-128; 130-134 pp. Recuperado de https://www.academia.edu/29823010/El_Cultivo_Cruciferas
- Torres, L. (2013). *Fertilización orgánica mineral en el cultivo de Bráscica Olerácea var. Itálica Plenck Brócoli Zungarococha - Distrito San Juan Bautista*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA Facultad de Agronomía, IQUITOS-PERÚ.
- Tyler, Ralf (1973). *Principios básicos del currículo, troquel, buenos Aires; INTRODUCCION, Cap.1*
- Vargas, Y (2007). *Evaluación del contenido nutricional del compost elaborado con tres tipos de mezclas de desechos orgánico y su efecto en el rendimiento de cultivo de brócoli (Bráscica olerácea var. Itálica plenck)*”. ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBAROZO, Facultad de Recursos Naturales, Ecuador.
- Vislao, S (2013). *Estudio comparativo de adaptabilidad de cinco híbridos y una variedad en la producción del cultivo del brócoli (Bráscica olerácea l.) bajo las condiciones agroecológicas del Distrito de Lamas*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS, Tarapoto – Perú.

cauliflower-seed/broccoli-green-sprouting-calabrese.html, © 2012 - 2018 Succeed Heirlooms (consultado el 27, abril 2017)

<https://parkseed.com/green-magic-hybrid-broccoli-seeds/p/52493-PK-P1/> (consultado el 15 de abril 2016)-

www.tqc.com.pe/agricola/semillas/brocoli-hibrido-imperial.html (consultado el 15 abril 2016)

www.edukativos.com (consultado, abril 2016)

www.abcagro.com/hortalizas/brocoli.asp (consultado, septiembre 2017)

<http://www.sakata.com.br/cas/productos/hortalizas/brasicas/brocoli> (consultado septiembre 2017)

<http://interletras.com/manualcci/Hortalizas/Brocoli/Calidad01.htm> (Manual del exportador de frutas, hortalizas y tubérculos, Colombia 2000.

VIII. ANEXOS

Anexo 01: Datos del campo experimental.



Figura 18: Imagen satelital de google earth, del campo experimental 2015.

Tabla 09: Análisis de suelo campo experimental 2015.

ANÁLISIS BASICO DE FERTILIDAD

NOMBRE : PNI HORTALIZAS/Ing. PEDRO NICHÓ FECHA : 21/09/2015
 DIRECCION : HUARAL

N° LAB.	C.E. mS/cm 1:2.5	pH 1:2.5	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CaCO ₃	CACIONES INTERCAMBIABLES meq/100 gr Suelo				CIC-E
								Ca	Mg	Na	K	
324	0.33	7.50	0.80	0.04	1	243	13.20	7.2	0.70	0.02	0.62	8.58

REACCION DEL SUELO (pH) : Ligeramente alcalino
 SALINIDAD (C.E.) : Sin peligro de sales
 MATERIA ORGANICA (M.O.): Bajo
 NITROGENO (N) : Bajo
 FOSFORO DISPONIBLE (P) : Bajo
 POTASIO DISPONIBLE (K) : Alto
 CARBONATO DE CALCIO (CaCO₃) : Alto

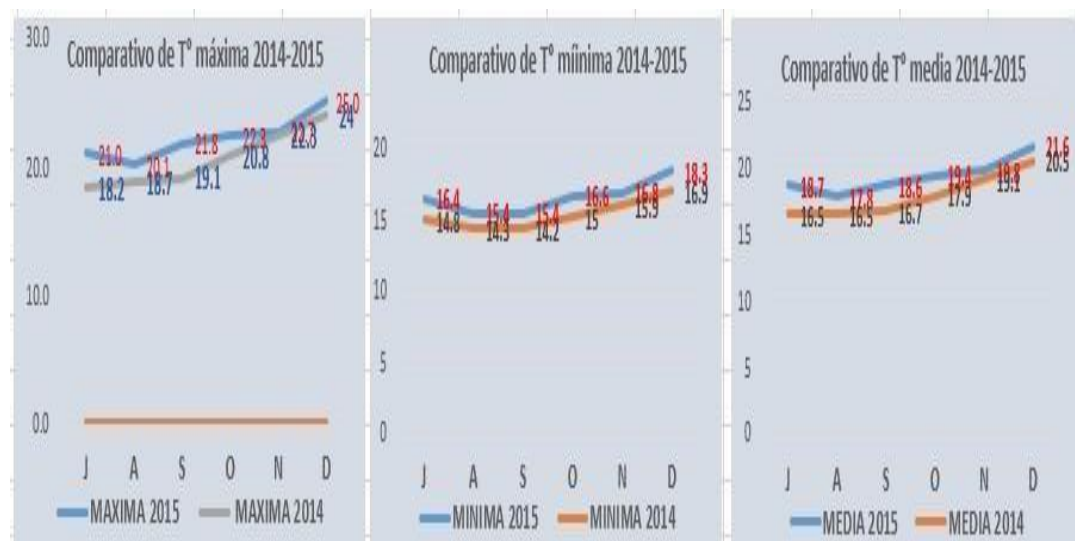
Fuente: Estación experimental INIA - DONOSO

Tabla 10: Datos de temperatura 2014 y 2015

2015				2014			
MES	TEMPERATURA			MES	TEMPERATURA		
	MAXIMA 2015	MINIMA 2015	MEDIA 2015		MAXIMA 2014	MINIMA 2014	MEDIA 2014
J	21.0	16.4	18.7	J	18.2	14.8	16.5
A	20.1	15.4	17.8	A	18.7	14.3	16.5
S	21.8	15.4	18.6	S	19.1	14.2	16.7
O	22.3	16.6	19.4	O	20.8	15	17.9
N	22.7	16.8	19.8	N	22.3	15.9	19.1
D	25.0	18.3	21.6	D	24	16.9	20.5

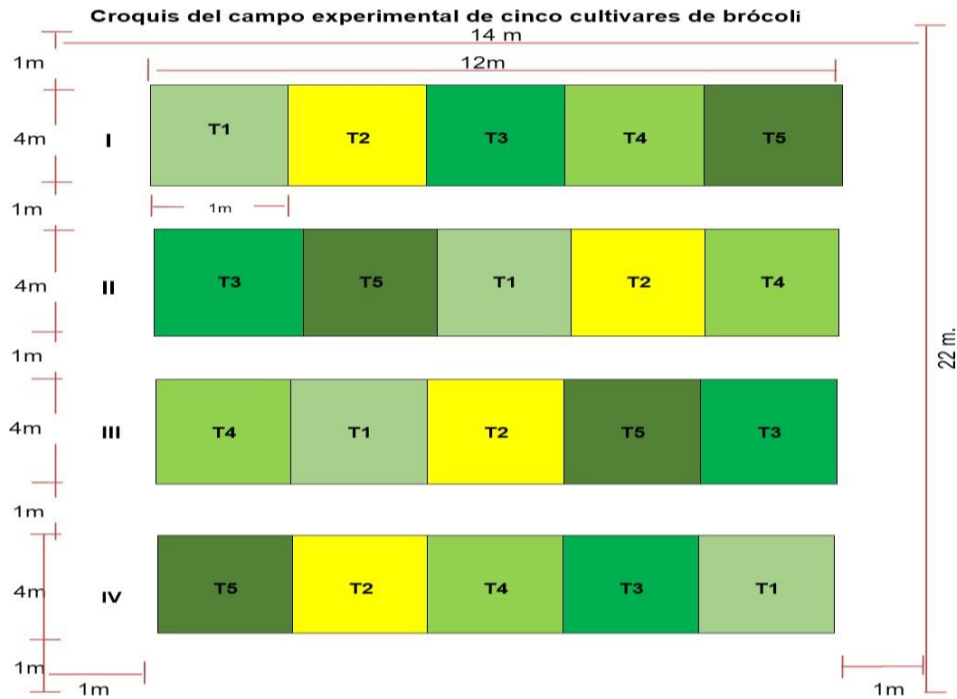
Fuente: Estación experimental INIA-Donoso, Chancay-Huaral.

Tabla: Gráfico comparativo de temperaturas año 2014 y 2015



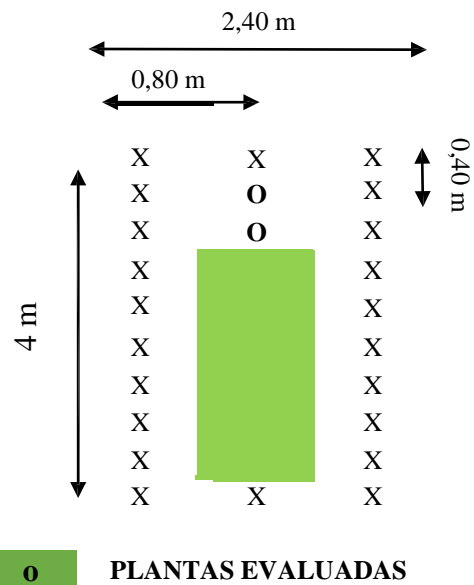
Fuente: Estación experimental INIA-Donoso, Chancay-Huaral.

Anexo 02: Unidad experimental.



Fuente: Propia.
 Figura 19: Distribución de bloques campo experimental.

Diseño de la unidad experimental.



Fuente: Propia.
 Figura 20: Diseño bloques campo experimental.

Anexo 03: Ficha técnica de la calidad del brócoli.

PRODUCTO:

Manojos de Brócoli de brote Italiano. Bunched Italian Sprouting Broccoli.

REQUISITOS MINIMOS DE CALIDAD

- Libres de decaimiento, productos marchitos.
- Libres de maduración excesiva.
- Exentos de decoloración del racimo o de las hojas.
- Libres de daños causados por la congelación.
- Exentos de suciedad, olores, sabores u otros materiales ajenos al producto.
- Exentos de enfermedades, insectos o daños causados por estos.

NORMA: United States Standards for grades of Bunched Italian Sprouting Broccoli		
CLASIFICACION	CARACTERISTICAS	TOLERANCIA
Fantasia o de Lujo	<ul style="list-style-type: none"> - Los capullos individuales en el racimo deben ser pequeños, cercanos, juntos, bastante firmes y resistentes a la presión. - Con corte limpio, uniforme y de corte cercano (de manera que no más del 5% por el peso del manojó, consista en tallos atados y hojas no más largas que la longitud media del manojó, sin contar con la punta del atado, las hojas sueltas o los vástagos). - Especificaciones del tamaño: Diámetro: El diámetro de cada tallo no será menor a 2 1/2 pulgadas. Longitud: La longitud del tallo no será menor de 6 pulgadas ni mayor a 8 1/2 pulgadas. 	<p>Se admite un 10% en número que no cumplan con los requisitos para cualquier categoría, siempre y cuando los incluidos en el 10%, no más del 2% sufran de maduración.</p> <p>Los porcentajes de tolerancia serán determinados por número, salvo cuando los manojos sean bastante uniformes en tamaño.</p> <p>Se admite el 10% de variación por peso en cualquier clasificación que no cumpla con los requisitos de diámetro y longitud.</p> <p>No existen requisitos para el diámetro.</p>
Categoría 1	<ul style="list-style-type: none"> - Los Capullos individuales y los racimos en el tallo deben estar juntos de modo que la cumbre del racimo no tenga un aspecto desigual ni se sienta muy suave. - Con corte limpio, nivelado en la base, y bien cortado (de manera que no más del 15% en total por el peso consista en tallos atados y hojas que sean más largas que la longitud media del manojó, sin importar la punta del atado ni las hojas sueltas). - Especificaciones de la talla: La longitud del tallo no será menor de 5 pulgadas ni mayor de 9 pulgadas. 	<p>Cuando se especifique el porcentaje de "Cabezas" no se admite ninguna tolerancia que reduzca el porcentaje en su totalidad pero, los envases individuales pueden tener no más del 15% menos que el porcentaje especificado, con tal que el lote completo cumpla con los requisitos de diámetro y longitud.</p>
Categoría 2	<ul style="list-style-type: none"> - Los Capullos individuales y los racimos en el tallo deben estar juntos de modo que la cumbre del racimo no tenga un aspecto desigual ni se sienta muy suave. - Con corte limpio, nivelado en la base y bastante bien cortado (de manera que no más del 30% total por el peso consista en tallos atados y hojas que sean más largas que la longitud media del manojó, sin importar la punta del atado ni las hojas sueltas). - No hay requisitos para el diámetro o longitud. 	
Cada clasificación puede variar en sus características según se especifique, como "Cortado cerca", "Bien cortado", "Bastante bien cortado" o "Fronroso". (Véanse definiciones).		
Sin clasificar	Sin clasificar no es un grado en sí mismo pero se refiere al producto que no ha aplicado a ninguna de las anteriores clasificaciones.	

Fuente: Manual del exportador de frutas, hortalizas y tuberculos, Colombia 2000.

Figura 21: Normas internacional de medición de calidad para brócoli.

Anexo 08: Registro fotografico.



Figura 22: Semillas brócoli.



Figura 23: primeras hojas del brócoli.



Figura 24: demarcación de bloques.



Figura 25: Riego antes del trasplante.



Figura 26: Fumigación con mochila manual.



Figura 27: Fertilizantes utilizados.



Figura 28: Riego en campo experimental



Figura 29: Evaluando diametro de tallo en campo.



Figura 30: deshierbe manual.



Figura 31: Evaluación de plagas.



Figura 32: Ultima cosecha.



Figura 33: Evaluación de tallo.