UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RENDIMIENTO DE CUATRO HÍBRIDOS DE BRÓCOLI *(Brassica oleracea L. var. italica Plenck).*

Tesis presentada por la Bachiller:

RENE SONCCO BRAVO

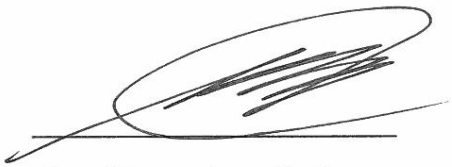
Para optar el Título Profesional de:

INGENIERA AGRÓNOMA

AREQUIPA-PERÚ

2019

JURADO DE TESIS



Dr. Alberto Anculle Arenas

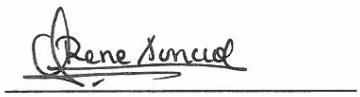
Presidente

Ing. Patricia Camargo Salcedo

Secretaria

Ing. René Quispe Castro

Integrante/ Asesor



Bach. Rene Soncco Bravo

Tesista

DEDICATORIA

A Dios por la vida que me da, por ser mi luz ante la adversidad y ser mi esperanza ante tanta decepción.

A mi hermana Marleny Soncco Pancca por ser ejemplo de superación y perseverancia.

A la hermana Ana Maria García quien pudo acogerme y enseñarme a ser fuerte, perseverante y sobre todo valiente. Y a todas las personas que fueron parte de la aventura del sendero de mi vida

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Rene Quispe Castro, por su gran apoyo incondicional, Ing. David Charca Solís, por su paciencia y apoyo en campo al Ing. Alberto Anculle Arenas, por su tiempo y pronta respuesta para el término de la tesis, al señor Máximo Flores Rondon por sus consejos y amistad.

Y a todos los ingenieros de la facultad de Agronomía, que fueron partícipes en mi formación académica que con sus enseñanzas me inculcaron la sabiduría para enfrentar a las situaciones de la vida.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA i

AGRADECIMIENTOS ii

Índice de tablas vii

Índice de Figuras xi

RESUMEN xiii

SUMMARY xiv

CAPÍTULO I 1

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO II 2

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 2

2.1 BRÓCOLI 2

2.1.1 TAXONOMÍA 3

2.1.2 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICA 3

2.1.3 FENOLOGÍA 5

2.1.4 INFORMACIÓN NUTRICIONAL 6

2.1.5 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS 8

2.1.6 LABORES DEL CULTIVO 10

2.1.7 PLAGAS Y ENFERMEDADES QUE AFECTA AL CULTIVO DE BRÓCOLI. ... 16

2.1.7.1 PLAGAS 16

2.1.7.2 ENFERMEDADES 17

2.1.8 DESORDENES FISIOLÓGICOS 19

2.1.9 VARIEDADES 20

2.1.10 ADAPTACIÓN DE VARIEDADES 22

2.1.11 EXPERIENCIAS DE TRABAJOS REALIZADOS CON INTRODUCCIÓN DE NUEVAS SEMILLAS 23

CAPÍTULO III 31

MATERIALES Y MÉTODOS 31

3.1 UBICACIÓN 31

3.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA 31

3.1.2 UBICACIÓN POLÍTICA 31

3.2 CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS 32

3.3 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE RIEGO 33

3.4 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS 34

3.5 MATERIALES 36

3.5.1. MATERIAL BIOLÓGICO 36

3.5.2 MATERIAL DE CAMPO Y PLANTINERA 37

3.5.3 MATERIALES DE LABORATORIO 38

3.5.4 INSUMOS 38

3.6 METODOLOGÍA 39

3.6.1 TRATAMIENTOS EN ESTUDIO 39
3.6.2 DISEÑO EXPERIMENTAL 39
3.6.3 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL 40
3.6.4 CONDUCCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN 42
3.6.5 CARACTERÍSTICAS EVALUADAS 43
CAPÍTULO IV 46
RESULTADOS Y DISCUSIONES 46
4.1 GERMINACIÓN (%) 46
4.2 PRENDIMIENTO (%) 47
4.3 ALTURA DE PLANTA 49
4.4 NÚMERO DE HOJAS 51
4.5 ÁREA FOLIAR 53
4.6 DIÁMETRO DE PELLA 54
4.7. RENDIMIENTO 56
4.8 MATERIA SECA 58
4.9 PESO DE PELLA 61
CAPÍTULO V 64
CONCLUSIONES 64
CAPITULO VI 65
RECOMENDACIONES 65

CAPITULO VII 66

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA 66

CAPITULO VIII 69

ANEXOS..... 69

Índice de tablas

Tabla 1: Composición nutricional de pellas de brócoli 8

Tabla 2: Análisis físico- químico de suelo para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*Brassica oleracea L. var. italica Plenck)* en Valle de Chilina Cayma.- Arequipa 2017. 32

Tabla 3: Análisis físico- químico del agua de riego para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*Brassica oleracea L. var. italica Plenck*) en valle de Chilina Cayma.- Arequipa 2017. 33

Tabla 4: Datos meteorológicos para el periodo de cultivo de brócoli de Mayo del 2017 a Noviembre de en Valle de Chilina Cayma.- Arequipa 2017..... 35

Tabla 5: Breve descripción de los tratamientos, para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(Brassica oleracea L. var. italica Plenk)* en Cayma 2017. 39

Tabla 6: Fuente de variabilidad y grados de libertad para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(Brassica oleracea var. italica Plenck)* en el Valle de Chilina 2017. 40

Tabla 7: Porcentaje de prendimiento (%) de los plantines a los 12 d.d.t. para el efecto de los híbridos de Brócoli *(Brassica oleracea L.*) en Chilina – Cayma, 2017. 48

Tabla 8: Altura de planta (cm) para diferentes híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica)*. Cayma - Arequipa 2017. 50

Tabla 9: Número de hojas para diferentes híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017..... 51

Tabla 10: Área foliar (cm^2) al finalizar la cosecha para el rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica*) Cayma - Arequipa 2017. 53

Tabla 11: Diámetro de pella (cm) para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica*) Cayma - Arequipa 2017. 55

Tabla 12: Rendimiento en t ha^{-1}, para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017. 57

Tabla 13: Materia Seca (%), para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*Brassica oleracea L. var. italica Plenk)* Cayma - Arequipa 2017. 59

Tabla 14 : Peso de pella, para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017. 61

Tabla 15: Resumen de los parámetros evaluados para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica*) Cayma - Arequipa 2017. 63

Tabla 16: Anova y test de Duncan para el prendimiento (%) a los 12 d.d.t. para el rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017. 69

Tabla 17: Anova y test de Duncan para la altura de planta (cm) a los 33 d.d.t. para para el rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017. 70

Tabla 18: Anova y test de Duncan para la altura de planta (cm) a los 42 d.d.t. para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. Oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017. 71

Tabla 19: Anova y test de Duncan para la altura de planta (cm) a los 54 d.d.t. para para el rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017. 72

Tabla 20: Anova y test de Duncan para la altura de planta (cm) a los 74 d.d.t. para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica*) Cayma - Arequipa 2017. 73

Tabla 21: Anova y test de Duncan para la altura de planta (cm) a los 84 d.d.t. para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica*) Cayma - Arequipa 2017. 74

Tabla 22: Anova y test de Duncan para hojas a los 33 d.d.t. para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017..... 75

Tabla 23: Anova y test de Duncan para hojas a los 42 d.d.t. para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica*) Cayma - Arequipa 2017..... 76

Tabla 24: Anova y test de Duncan para hojas a los 54 d.d.t. para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017..... 77

Tabla 25: Anova y test de Duncan para hojas a los 74 d.d.t. para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica*) Cayma - Arequipa 2017..... 78

Tabla 26: Anova y test de Duncan para hojas a los 84 d.d.t. para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica*) Cayma - Arequipa 2017..... 79

Tabla 27: Anova y test de Duncan para área foliar (cm2) para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica*) Cayma - Arequipa 2017..... 80

Tabla 28: Anova y test de Duncan para diámetro de pella (cm) para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017. 81

Tabla 29: Anova y test de Duncan para rendimiento de primera para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica*) Cayma - Arequipa 2017. 82

Tabla 30: Anova y test de Duncan para rendimiento de segunda, para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica*) Cayma - Arequipa 2017. 83

Tabla 31: Anova y test de Duncan para rendimiento total, para el rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica*) Cayma - Arequipa 2017. 84

Tabla 32: Anova y test de Duncan para Materia seca (%), para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017..... 85

Tabla 33: Anova y test de Duncan para la medida ecuatorial, para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017. 86

Tabla 34: Anova y test de Duncan para la medida de domo de pella (cm), para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica*) Cayma - Arequipa 2017. 87

Tabla 35: Anova y test de Duncan para diámetro de tallo de pella, para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica*) Cayma - Arequipa 2017. 88

Tabla 36: Anova y test de Duncan para largo de tallo de pella, para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica*) Cayma - Arequipa 2017. 89

Tabla 37: Anova para peso de pella (g), para el rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017. 90

Índice de Figuras

Figura 1: Imagen valle de Chilina 31

Figura 2: Distribución de los tratamientos en el campo definitivo..... 41

Figura 3: Porcentaje de germinación a los 13 d.d.s. para el rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica*) Cayma Arequipa 2017. 47

Figura 4: Prendimiento (%) para el rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica*) Cayma – Arequipa 2017. 49

Figura 5: Altura de planta a los 33, 42, 54, 74, 84 días después de trasplante. 50

Figura 6: Número de hojas a los 33, 42, 54, 74, 84 ddt, para el rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica)* Cayma – Arequipa 2017. 52

Figura 7: Área foliar (cm2), para el rendimiento agronómico de cuatro híbridos 54

Figura 8: Diámetro de pella en cm, para el rendimiento agronómico de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica*) Cayma – Arequipa 2017. 56

Figura 9: Rendimiento en t ha $^{-1}$, para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (B. oleracea var. italica) Cayma – Arequipa 2017..... 58

Figura 10: Porcentaje de Materia seca (%), para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*Brassica oleracea L. var. italica Plenk*) Cayma – Arequipa 2017..... 60

Figura 11: Peso de Pella (gramos), para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica*) Cayma – Arequipa 2017. 62

Figura 12: Germinación en bandejas 90

Figura 13: Vista panoramica en campo con 13 días después de trasplante 91

Figura 14: Evaluación de Plutella 91

Figura 15: Vista panorámica campo 91

Figura 16: Hoyado para abonamiento 92

Figura 17: Tapado del abonamiento 92

Figura 18: Pesado de pella Rumba 92

Figura 19: Vista de las cosechas de los tratamientos 93

Figura 20: Secado de muestras en laboratorio 93

Figura 21: Peso seco para determinar materia seca 94

Figura 22: Medición de datos para área foliar 94

Figura 23: Análisis del suelo donde se realizó el experimento 95

Figura 24: Análisis del agua de regadío realizado en el INIA 96

Figura 25: Datos de la estación meteorológica del Senamhi 97

RESUMEN

Esta investigación se realizó en el valle de Chilina en el sector denominado la Chimba región Arequipa, se inició el 23 de marzo del 2017 y se finalizó en 26 de octubre del 2017, el brócoli (*Brassica oleracea* L. var italica) es una especie hortícola que presenta una buena adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas del Valle de Chilina en Arequipa, sin embargo presenta algunos problemas de calidad, como todo sistema de producción se busca mejorar para obtener mejor rendimiento.

Se hizo la introducción de 4 híbridos: Paraiso F1, Grand Prix F1, Rumba F1, Confidant F1 y utilizando como testigo Avenger F1.

El objetivo fué evaluar el rendimiento de los cuatro híbridos.

Se empleó un diseño de bloques completos de azar con tres repeticiones los datos se compararon mediante un análisis de varianza y la prueba de significación de Duncan. Los parámetros de evaluación fueron: germinación, prendimiento, altura de planta, área foliar, diámetro de pella, rendimiento, materia seca y peso de pella.

El mejor tratamiento de los híbridos en rendimiento que obtuvo diferencias estadísticas es Rumba F1 como mejor con 23.87 t ha $^{-1}$, Paraiso F1 con 19.26 t ha $^{-1}$, Grand Prix F1 con 17.41 t ha $^{-1}$ y Confidant F1 con 12.91 t ha $^{-1}$ esto para rendimiento en primera, además el testigo Avenger F1 obtuvo el mayor rendimiento con 25.36 t ha $^{-1}$.

Asimismo se tiene datos obtenidos para peso de pella en gramos Avenger F1 con 460.67 y Rumba F1 con 450 no habiendo diferencias estadísticas para estos híbridos.

Palabra Clave: brócoli, híbridos, rendimiento

SUMMARY

This research was carried out in the Chilina Valley in the sector called the Chimba region of Arequipa, it began on March 23, 2017 and was completed on October 26, 2017, broccoli (Brassica olerácea L. var italic) is a horticultural species that presents a good adaptability to the edafoclimatic conditions of the Chilina Valley in Arequipa, however it presents some quality problems, as every production system seeks to improve to obtain better performance.

The introduction of 4 hybrids was made: Paraiso F1, Grand Prix F1, Rumba F1, Confidant F1 and using as a witness Avenger F1.

The objective was to evaluate the performance of the four hybrids.

A randomized complete block design with three repetitions was used, the data were compared using an analysis of variance and the Duncan significance test. The evaluation parameters were: germination, yield, plant height, leaf area, pellet diameter, yield, dry matter and pellet weight.

The best treatment of performance hybrids that obtained statistical differences is Rumba F1 as best with 23.87 t ha $^{-1}$, Paraiso F1 with 19.26 t ha $^{-1}$, Grand Prix F1 with 17.41 t ha $^{-1}$ and Confidant F1 with 12.91 t ha $^{-1}$ this for first performance, in addition the Avenger F1 witness obtained the highest performance with 25.36 t ha $^{-1}$

There is also data obtained for pellet weight in grams Avenger F1 with 460.67 and Rumba F1 with 450, with no statistical differences for these hybrids.

Keyword: broccoli, hybrids, yield

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El Brócoli (*Brassica oleracea L.*), es una especie muy importante en la nutrición humana su incremento significativo de su producción a nivel mundial se ha realizado recién durante los últimos años, en base al conocimiento de su calidad nutritiva. Este aumento de la preferencia por el brócoli coincide con la tendencia general observada en los principales mercados mundiales hacia el consumo de hortalizas. El brócoli es considerado como la hortaliza de mayor valor nutritivo por unidad de peso y supuestamente posee la cualidad de prevenir enfermedades, entre las que se incluiría el cáncer. Las hortalizas de brócoli (*Brassica oleracea L.)* están presente en nuestras mesas todos los días del año motivo por el cual se tiene que sembrar y cosechar todo el año; actualmente hasta mediados del año 2016 venía liderando el mercado de semillas en la campiña del valle de Chilina el cv. Legacy pero se lanzó a la venta el híbrido Avenger F1 que ahora tiene mucha acogida en los mercados por su buen color verde oscuro para los consumidores. Además, las casas comerciales ofrecen otros híbridos, muchos de ellos extranjeros, lo que dificulta elegir al agricultor el más adecuado, para las condiciones edafológicas y agroclimáticas locales (García et al., 2006 citado por González, 2016).

Así que es motivo para probar estos nuevos híbridos: Confidant F1, Paraiso F1, Grand Prix F1 y Rumba F1 para ver su rendimiento en el valle de Chilina para esta época de siembra.

Objetivo

Evaluar el rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*Brassica oleracea L. var. italica Plenck*) en el valle de Chilina.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 BRÓCOLI

El nombre de brócoli procede del latín *brachium* que significa rama y hace referencia a la forma ramificada de sus cabezuelas florales, pertenece a la familia de las brassicaceae antes denominadas crucíferas (Rodríguez 2013, citado por García 2016).

Es originaria del Mediterráneo, principalmente de Italia, en donde se ha encontrado mayor diversidad genética; un segundo centro de origen se ubica en Asia Menor, con una antigüedad cercana a 2000-2500 años A.C. (Barahona, 2002, citado por Coello 2005).

El brócoli es anual, con sistema radical poco profundizador, hojas grandes con bordes ondulados, de color verde intenso a verde grisáceo, y cuyo tallo principal termina en una inflorescencia primaria con flores dispuestas en una estructura denominada "pella" o "pan", que se comercializa para fresco.

El brócoli (la joya de la nutrición) por ser rico en vitaminas y fibra y pobre en calorías componentes como el indol-carbinol y el sulforafane incrementan la actividad de enzimas protectoras, especialmente la quinona reductasa que previene la formación de tumores cancerosos. Las vitaminas A y C reducen y previenen los daños en las células provocados por los radicales libres, subproductos del metabolismo, que en cantidades excesivas favorecen enfermedades como la artritis, el mal de Alzheimer y diversas cardiopatías.

Por su alto contenido en fibras solubles, el brócoli ayuda a combatir la diabetes, ya que aquellas ralentizan la absorción de glucosa en el intestino; y el cáncer de colon, debido a que acelera el tránsito intestinal de carcinógenos contenidos en la materia fecal (Stoppani, 2001).

2.1.1 TAXONOMÍA

El brócoli se clasifica de la siguiente forma USDA (2016):

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

Superdivisión: Spermatofita

División: Magnoliofita

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Dilleniidae

Orden: Capparales

Familia: Brassicaceae

Género: *Brassica* L.

Especie: *Brassica oleracea* L.

Variedad: *Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenk

Para algunos botánicos la coliflor y brócoli pertenecen a la misma variedad botánica, distinguiéndose en su forma, siendo la primera *Brassica oleracea* L. var. *botrytis* forma cauliflora y el brócoli *Brassica oleracea* L. var. *botrytis* forma cymosa (Maroto *et al.* 2007, citado por García 2016).

2.1.2 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICA

El brócoli es una planta de naturaleza herbácea C3 de ciclo anual con aproximadamente 60 cm de altura en estado máximo de desarrollo (USDA citado por Sánchez 2013). Considerada una planta mesofítica lo que hacer suponer que esta planta requiere de moderadas temperaturas, así como de una adecuada disponibilidad de agua, alta humedad relativa y luminosidad moderada (Toledo, 1995).

a) RAÍZ:

Presenta un sistema radicular pivotante con raíces secundarias abundantes y superficiales que se desarrollan hasta los 50 cm de profundidad en el perfil del suelo, la raíz primaria generalmente se pierde durante el proceso de extracción de plántulas del almácigo cuando es realizado en campo abierto, por lo tanto, el sistema radicular del brócoli trasplantado en campo definitivo esta principalmente conformado por raíces adventicias secundarias, terciarias y raicillas. El sistema de almacigado en bandejas plásticas logra una mayor preservación del sistema radicular (Sánchez, 2013).

b) TALLO

El tallo principal varía entre 2 a 6 cm de diámetro y 20 a 50 cm de longitud además presenta entrenudos cortos cuya parte superior del tallo es limitada por el desarrollo de la inflorescencia principal (Toledo, 1995).

c) HOJAS

Las hojas son grandes, glabras, lobuladas y presentan nervaduras centrales prominentes, la superficie foliar está cubierta de ceras epicuticulares que dificultan el mojado, causando el escurrimiento del agua y otorgan el color verde azulado opaco común en la especie (Guaña citado por Sánchez 2013). Además, posee entre 15 a 30 hojas grandes, cada una de aproximadamente 50 cm de longitud y 30 cm de ancho (Maroto, 1998; citado por Toledo, 1995).

d) FLOR, INFLORESCENCIA Y FRUTO

Las flores son amarillas, perfectas y actinomorfas, los pétalos son libres, en número de cuatro y en forma de cruz, característica típica de las brassicas. La inflorescencia del tipo pella es un corimbo conformado por numerosas flores, las que en estado inmaduro

constituyen la parte comestible de esta hortaliza. El fruto es una silicua cilíndrica, dehiscente y glabra, tiene más de 10 semillas dehiscentes cuando madura. Las semillas son pequeñas, redondeadas de 2 milímetros de diámetro y color parduzco (Maroto *et al.* 2007).

2.1.3 FENOLOGÍA

Se reconocen cinco fases en su fenología (Maroto *et al.* 2007).

a) CRECIMIENTO O FASE JUVENIL

Se inicia con la germinación (epígea) y se caracteriza porque a lo largo de esta fase solo forma hojas y raíces (Maroto *et al.* 2007).

b) FASE DE INDUCCIÓN FLORAL

Esta etapa se diferencia metabólicamente porque los fotosintatos producidos por la planta se direccionan a la consolidación de la formación de la pella, la planta tiene la aptitud para reproducirse y la capacidad de formar un cogollo de yemas preflorales hipertrofiadas, es importante el papel que juega las bajas temperaturas vernalizantes para el inicio de esta fase, continua la producción de hojas más pequeñas que en la fase de crecimiento (Maroto *et al.* 2007).

c) FASE DE FORMACIÓN DE PELLAS

La planta en la yema terminal desarrolla una pella y al mismo tiempo en las yemas axilares de la hoja está ocurriendo la fase de inducción floral. La mayor parte de las sustancias de reserva elaborada por las hojas son llevadas hacia los meristemos apicales, (Maroto *et al.* 2007). Una vez que las pellas estén formadas nos encontramos en el momento de efectuar su recolección y si hubiera que definir el punto de cosecha óptimo sería aquél en el que la inflorescencia estuviera prieta y hubiese adquirido el máximo volumen, sin mostrar

síntomas de abertura floral o sobre maduración (Orellana *et al.* 2008; citado por García 2016).

d) FASE DE FLORACIÓN

Las ramificaciones pre florales del cogollo, al pasar a esta fase, inician un crecimiento en longitud, lo que ocasiona en primer lugar una des compactación de la pella que pierde su firmeza y comienza a amarillear. La floración del brócoli es más inmediata que en la coliflor, de ahí que en plena recolección sea frecuente observar alguna flor abierta, esto es muy usual cuando no se recolecta con la frecuencia adecuada (Maroto *et al.* 2007 citado por García, 2016).

e) FASE DE POLINIZACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN

La polinización es cruzada y entomófila. Los estigmas de las flores están maduros antes de la apertura de la flor, mientras que los estambres no sueltan el polen, hasta que se ha producido la floración (protoginia), las semillas son aptas para germinar desde su recolección, aunque en algunos cultivares pueden surgir problemas de germinación, con temperaturas excesivamente elevadas (Maroto *et al.* 2007, citado por García, 2016).

2.1.4 INFORMACIÓN NUTRICIONAL

Actualmente es bien conocida por parte de la sociedad la relación directa entre los alimentos y la salud. En este sentido, las frutas y hortalizas son una parte muy importante de una dieta equilibrada, especialmente por su papel en la prevención de ciertas enfermedades y tipos de cáncer.

El Brócoli ha sido calificado como la hortaliza de mayor valor nutritivo por unidad de peso producto comestible. Su aporte de vitaminas, principalmente C, B2 (riboflavina) y

provitamina A es elevado; además suministra cantidades significativas de minerales como Ca, K y especialmente P.

Numerosos estudios epidemiológicos indican que los productos vegetales del género *Brassica* en general, y el brócoli en particular, tienen efectos protectores frente al cáncer ya que son fuentes ricas en compuestos bioactivos como glucosinolatos, flavonoides, vitaminas y minerales (Lopez, 2017). En el brócoli encontramos sulforafano, beta caroteno, luteína y quercetina, estos ayudan a prevenir algunos tipos de cáncer, retardan el proceso de envejecimiento, mejoran el funcionamiento de los pulmones, disminuyen la aparición de cataratas y procesos de degeneración muscular. También se encontró que disminuyen algunas complicaciones relacionadas con la diabetes. Estas razones justifican el creciente interés en su consumo y cultivo, tanto el producto fresco como congelado, e incluso deshidratado. Adicionalmente, los efectos medicinales relacionados con la presencia del compuesto sulphoraphane, un potente agente anti-cancerígeno, han sido muy valorados por los consumidores. Asimismo, algunas investigaciones indican que 100 gramos de brócoli aportan 75% más de Vitamina C que igual cantidad de naranjas. A su vez, 148 gramos de brócoli aportan el 200 % de la vitamina C requerida diariamente. El brócoli contiene además ácido fólico, el cual está catalogado como el anti cancerígeno número uno. Además, este componente también está siendo utilizado para controlar la diabetes, osteoporosis, obesidad, hipertensión, y problemas del corazón. El siguiente análisis nutritivo y calórico está realizado con base a una porción de 100g de brócoli.

Tabla 1: Composición nutricional de pellas de brócoli

COMPONENTE	BRÓCOLI CRUDO		BRÓCOLI COCIDO	
	CONTENIDO	UNIDAD	CONTENIDO	UNIDAD
Agua	91	%	90	%
Carbohidratos	5.3	g	5.56	g
Proteínas	2.65	g	2.78	g
Lípidos	0.66	g	0.56	g
Calcio	47.68	mg	113.89	mg
Fosforo	66.23	mg	47.68	mg
Hierro	0.86	mg	1.17	mg
Potasio	325.17	mg	162.78	mg
Sodio	27.17	mg	11.11	mg
Vitamina A	1543.05	UI	1411.11	UI
Tiamina	0.007	mg	0.08	mg
Riboflavina	0.12	mg	0.21	mg
Niacina	0.66	mg	0.78	mg
Ácido Ascórbico	93.38	mg	62.78	mg
Valor energético	26.49	cal	27.78	cal

FUENTE: Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (2002) Citado por Laurent 2011.

2.1.5 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

a) AGUA

Por su condición de planta mesofítica no resiste a la sequía ni tolera excesos de humedad requiere condiciones intermedias. La presencia de altos niveles de salinidad o de elementos tóxicos en el agua de riego afecta el potencial de rendimiento de este cultivo disminuyendo su calidad (Toledo, 1995).

b) CLIMA

El brócoli por ser originario de una región sub húmeda temperada, está adaptado para funcionar óptimamente en condiciones de temperaturas moderadas, humedad relativa media alta y luminosidad moderada (UC 1998). La humedad relativa media alta favorece

el desarrollo del cultivo y mejora la calidad del producto, por esto no debe ser menor de 70 por ciento, lográndose el óptimo con una humedad de 80 por ciento (Toledo 1995, citado por Linsmayer, 2004). El brócoli es un cultivo de invierno o estación fría, los rangos aproximados de temperatura son: temperatura óptima de 15 a 18 °C, temperatura mínima de 5 °C y temperatura máxima de 24 °C, la planta tolera heladas suaves, pero al estar la inflorescencia presente se produce congelación y posterior pudrición de las flores (Ugás *et al*. 2000, citados por Linsmayer, 2004). Es una planta de fotoperiodo neutro por lo que la luz no constituye una limitación crítica para el normal desarrollo del cultivo en la mayoría de los casos. El exceso de luminosidad puede constituir un factor limitante para el normal crecimiento y desarrollo del cultivo, por el hecho que comúnmente esta situación está relacionada con altas temperaturas (Toledo, 1995). El viento puede causar daño o estrés mecánico producido por la fricción, agitación, curvatura o plegado debido al movimiento del follaje, el viento también arrastra partículas que pueden ocasionar abrasión por el impacto de las mismas en la superficie de la planta (Telewski *et al.*, citados por Kin 2003).

Aguilar, citado en la revista SAKATA (1991), (The Seeds Of Your Success) afirma que el cultivo de brócoli requiere de climas con temperaturas templadas a frías, ya que temperaturas altas no ayudarán a tener una calidad superior; si bien es cierto que el brócoli puede tolerar pocas horas durante el día temperaturas de más de 26 °C, cuando la cabeza ya está formada, la mejor calidad la se obtiene con temperaturas de 10 a 18 °C.

c) SUELO

El brócoli es moderadamente tolerante a la salinidad y ligeramente tolerante a la acidez, el pH óptimo se ubica entre 6 y 7,5. En suelos excesivamente ácidos es conveniente elevar

el pH mediante enmiendas cálcicas para evitar los ataques de la "hernia de la col" (Ugás *et al.* 2000).

Según Limongelli (1979), se puede cultivar brócoli en diferentes tipos de suelo; los livianos son ideales para cultivar variedades precoces, y los pesados para variedades tardías. Son plantas moderadamente resistentes a la salinidad, aunque en suelos salinos resulta difícil el enraizamiento pos trasplante

La deficiencia de nitrógeno en el brócoli provoca una marcada disminución en el crecimiento y vigor de las plantas, las hojas resultan de pequeño tamaño y con una coloración verde pálida volviéndose las más viejas de color púrpura. Consecuentemente, la formación de la pella se retrasa y el rendimiento disminuye. El fósforo ejerce una acción estimuladora de la germinación, el desarrollo radicular y la formación de las pellas, la deficiencia de fósforo reduce la velocidad de crecimiento, desarrollo y rendimiento; las hojas adquieren un color verde oscuro y aparecen manchas de color púrpura en las hojas y tallos (Maroto *et al*., 2007).

Suelos fértiles de textura media, profundos y con un buen drenaje son óptimos para su cultivo. Asimismo es conveniente que el suelo posea una adecuada capacidad de retención de agua y un buen nivel de materia orgánica, como un pH neutro y la ausencia de salinidad favorecen su producción. También pueden producir en suelos de calidad inferior pero debidamente manejados como en los suelos arenosos aplicando materia orgánica y reforzando la fertilización (Toledo, 2003).

2.1.6 LABORES DEL CULTIVO

El productor debe hacer todas las labores del manejo bien hechas, ya que una labor mal hecha o a destiempo genera una merma irreversible en el rendimiento (Lardizabal, 2008).

a) Siembra: El brócoli se puede sembrar en forma directa o en terreno definitivo o por trasplante mediante preparación de almacigo.

a.1) Siembra directa: El brócoli se puede sembrar en forma directa o en terreno definitivo, por trasplante mediante la preparación de almacigo. En países con extensas zonas de producción y mano de obra de alto costo se ha desarrollado la - tecnología necesaria para la siembra directa, para lo cual se emplean sembradoras de precisión, mecánicas o neumáticas, pero aun en estas condiciones el uso de siembra directa es limitado, debido a una preparación minuciosa del terreno el cual tiene que estar suficientemente mullido para que la semilla sea ubicada a una profundidad requerida de 3 mm. Además de estar bien nivelado el terreno para distribuir bien la semilla y eficiente riego en caso que sea por gravedad. Además de una demanda mayor de semillas desde 0.75 a 1 kg, eliminando el exceso de plántulas, esto puede elevar el gasto en semillas en caso de cultivares híbridos y también que en los primeros estadios se haría un poco difícil el control de malezas (Lestrange *et al*, 2004).

a.2) Trasplante: El trasplante se hace a raíz desnuda en caso que el almacigo provenga de siembras en campo abierto o a raíz con un poco de sustrato con el sistema "speedling". Cuando las plántulas tengan de 3 a 5 hojas y de 8 a 10 cm de altura, mostrando además características de buena vigorosidad estarán listas para el trasplante habiendo pasado de 3 a 4 semanas después dela siembra. Estando el suelo en condiciones de humedad se realizarán hoyos de tamaño adecuado para acomodar el sistema radicular y con un suave apisonamiento con la mano para que el plantín quede firme en el suelo para luego proseguir con el riego inmediatamente. La

instalación se realizará a una sola hilera en caso que el marco de plantación es por surco o de doble o cuádruple hilera si el marco de plantación es por cama (Delgado de la flor *et al.*, 2000)

b) Densidad de siembra: La densidad variará de acuerdo al marco de plantación, tipo de riego y al mercado del destino. si es por surcos, la distancia entre plantas podrá ser de 30 a 40 cm, y de separación de surco de 40 a 50 cm, este marco de plantación equivale a una densidad de 50 000 a 83 333 plantas por ha , en riego por gravedad, en condiciones de valle de Chilina – Cayma obteniéndose peso promedio de las cabezas - Que van de 200 a 500 gramos aceptables para el mercado en fresco (Subproyecto CRAACCCA – INCAGRO, 2008).en lugares donde el cultivo de brócoli está más tecnificado se utilizaran distancias entre camas de 1 a 1,2 m con doble a cuádruple hilera para riego por goteo, con distancia entre plantas de 0,30 a 0,50 cm, con este marco de plantación se lograran poblaciones de 66750 a 1333500 plantas por ha (Zaccari, 2007). En la elección del espaciamiento, 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 por hectárea (Herrera *et al.*, 2002).

c) Riegos: La demanda de agua aumenta conforme progresa el cultivo por lo que debe ser abundante y regular en la fase de crecimiento, llegando a su máximo durante la etapa en la que la planta presenta máxima área foliar y las cabezas están en pleno desarrollo por lo que se debe evitar falta de agua en esta etapas siendo el gasto de mayor agua en zonas secas cálidas que en zonas húmedas y de menor temperatura .En promedio se estima un gasto total de agua en condiciones de invierno en la costa

central del Perú entre 3500 a 4000 m3 ha-1 , aproximadamente (Delgado de la flor et al,2000).

d) Fertilización: Un adecuado abastecimiento de nutrientes es indispensable para lograr una cosecha de calidad. Así Maroto (1983) citado por Toledo (1995) señala que la variación de la dosis a aplicar estará en función al tipo de suelo, condiciones climáticas y el tipo de cultivar a emplear. La extracción del brócoli es bastante alta para el nitrógeno y el potasio; sin embargo, una gran parte del fertilizante quedara en los rastrojos aproximadamente el 80% del total de nutrientes extraídos que de no ser usado para la alimentación del ganado, debería ser incorporado al suelo como importante fuente de materia orgánica al momento de la preparación del terreno.

Según Rincón *et al.,* (1999) citado por Ramírez *et al*., (2007) señala que la cantidad de fertilizante que hay que añadir al brócoli, es muy variable, obteniéndose los mayores rendimientos con cantidades de nitrógeno que van desde 224 hasta 540 kg ha-1, para el fósforo varía desde 70 hasta 350 kg ha-1 y para el potasio desde 0 hasta 480 kg ha-1.

En condiciones del valle de Chilina, un programa de fertilización de brócoli puede constar de 200-250 kg de N, 150-251 kg de P2O5, 200-263 kg de K2O por hectárea en siembra de alta densidad, para una cosecha esperada de 20 t ha-1, empleando fuentes de naturales de fertilización como el compost como la fertilización al momento del trasplante, además del empleo del guano de isla y fertilizantes químicos como es 16-16-16 y cloruro de potasio. La fertilización se realizara a los 30 y 60dias después del trasplante,- aplicadas a los 10 cm del cuello de la planta por golpe al ser el brócoli exigente a boro y además de otros microelementos puede aportarse en

forma de tratamientos foliares ya sean sintéticos o enmiendas como biol (subproyecto CRRAACCCA-INCAGRO, 2008).

e) Control de malezas: La presencia de las malezas significa una competencia por agua, elementos nutritivos y luz, además de otras dificultades para el cultivo (reservorio de plagas, dificultad de las labores, etc.), por lo que deben ser controladas oportunamente, antes de que produzcan daño al cultivo (Krarup, 1992 citado por Linzmayer, 2004).

Así mismo el Subproyecto CRAACCCA - INCAGRO (2008) recomienda que la labor de control de las malezas con implementos agrícolas de manera superficial para evitar dañar las raíces que se encuentran de manera superficial se efectúe entre 20 y 35 días después del trasplante, coincidiendo con la primera y segunda fertilización. Con respecto SICA(2004)citado por Linzmayer (2004), señala que el control de las malezas posterior al trasplante se debe de realizar solo manualmente, sin el uso de químicos, debido a que el brócoli es bastante sensible a estos productos o se recomienda utilizar algún herbicida como el Goal 0.5-0.75 l ha-1 , al pre trasplante dirigido al fondo del surco, pero al final de cuentas cuando el cultivo se encuentra crecido ya no hay necesidad por alto follaje que evita que prosperen las malezas (Delgado de la flor *et al*., 2000 citado por Pachari, 2011).

f) Cosecha: Para la cosecha del brócoli se debe tener en cuenta el tiempo que trascurre desde el trasplante hasta el inicio de la cosecha, dependiendo del cultivar y de la época de siembra. El brócoli se cosecha cuando la cosecha cuando la inflorescencia alcanza su máximo tamaño, es compacta y las flores individuales no se han abierto,

siendo l color dela cabeza verde oscuro, con una tonalidad purpura en ciertos cultivares.

La cosecha se realiza manualmente, cortando las inflorescencias con un cuchillo, según los requisitos del mercado en fresco y en congelado, la longitud del tallo a cortar tendrá variación, con respecto a esto las cosechas del Valle de Chilina se realizan cortando entre 7-9 cm de tallo para el mercado en fresco, empacándolos en el mismo campo con cabezas individuales dentro de saquillos (Subproyecto CRAACCCA- INCAGRO, 2008).

g) Manejo Poscosecha: El brócoli es una hortaliza muy perecible, requiriendo un manejo poscosecha adecuada para mantener la calidad del producto (Toledo, 1995). Requiriendo de un pre-enfriado rápido para preservar la calidad y maximizar su vida de anaquel por lo que las cajas conteniendo el producto cosechado deberán enviarse inmediatamente a la planta y ser enfriado con el método IQF (Individual Quick Freezing, o congelación rápida de manera individual.)Que consiste en congelar instantáneamente cada tallo o florete de brócoli por separado. Esto permitirá proteger las células y conservar los elementos nutricionales y vitamínicos de la hortaliza por lo que este sistema no requiere de la utilización de ingredientes adicionales ni preservantes, por lo que un producto IQF es considerado natural, una vez enfriado el brócoli debería ser puesto en refrigeración 0 °C (32°F) con una humedad relativa del 95% lo que permite una vida anaquel promedio de 10 a 14 días tiempo suficiente para ser exportado como producto en estado fresco. (Espinoza *et al*., citado por Pachari, 2011).

h) Rendimiento: El peso de las pellas varía desde unos pocos gramos como en el caso de las pellas de secundarias hasta aproximadamente 1 kilo par las pellas principales de ciertos cultivares híbridos, variando el diámetro de pella de 9 a 20 cm para cosecha de primera. Influenciando en el peso y tamaño de la pella el cultivar a emplear, época de siembra, densidad y condiciones generales del cultivo (Toledo, 1995).

Con respecto al rendimiento el promedio en Arequipa es de 15,5 a 20 t ha (MINAG, 2011); en general los rendimientos a nivel nacional varían entre 8 - 30 t ha $^{-1}$, demorando la cosecha de 2 -3 semanas aproximadamente (MINAG, 2008 citado por Pachari, 2011).

2.1.7 PLAGAS Y ENFERMEDADES QUE AFECTA AL CULTIVO DE BRÓCOLI.

2.1.7.1 PLAGAS

a) Gusano de tierra (*Larvas de noctuidos*): Este grupo incluye varias especies de la familia noctuidae del orden lepidóptero, qué al estado larval se alimenta masticando y cortando los tallos de los plantines recién germinados o trasplantados a la altura del cuello, siendo el daño mayor en zonas calurosas, suelos arenosos y con déficit de agua de riego, se registran especies como *Agrotis ípsilon, Agrotis subterránea, Feltia experta "Agrotis experta", Copitarsia sp*. etc. los gusanos de tierra o cortadores son considerados como plagas secundarias, Sin embargo adquieren importancia cuando se siembran después de la papa o áreas que estuvieron excesivamente enmalezados método de control: Cloropirifos granulados (Sánchez, 1998).

b) Polilla de las crucíferas (*Plutella xyllostella*): Pertenece a la familia plutellidae del orden lepidóptero, considerada como una plaga clave de las crucíferas. El daño es ocasionado por las larvas que perforan las hojas, El cogollo principal las que

conjuntamente quedan llenas de orificios de excremente y telarañas, perdiendo el valor comercial si el daño fuera a la pella; método de control: Cipermetrina ,*Bacillus thuringiensis* (subproyecto CRAACCCA-INCAGRO, 2008)

c) Pulgón de la col (*Brevicorine brassicae L*): Es una de las plagas importante de las coles son de color gris verdoso, infesta las crucíferas durante toda su fase de desarrollo comienzan el daño succionando la savia provocando deformaciones en plantas jóvenes, abarquillamiento y amarillamiento en las hojas además con particularidad de realizar secreciones cerosa blanquecina, se le considera vector de 20 virus como la necrosis anillada del coliflor, etc. método de control: imidacloroprid, trampas de agua con fondo amarillo (subproyecto CRAACCCA-INCAGRO, 2008).

d) Mosca de la semilla (*Delia platura):* siendo los adultos semejantes a una mosca común, la hembra oviposita en el suelo o sobre restos de materia orgánica en descomposición atraído generalmente por los olores azucarados y alcohólicos de la fermentación de sustancias orgánicas. Las larvas al eclosionar se alimentan de raíces y si están próximos a plántulas recién trasplantadas se alimenta de la base de los tallos ocasionando galerías en estas, el daño está en la marchitez y muerte de las plántulas. Métodos de control: clorpirifos granulado, trampas de agua con fondo transparente (Subproyecto CRAACCCA - INCAGRO, 2008).

2.1.7.2 ENFERMEDADES

a) Hernia o potra de la col (*Plasmodiophora brassicae**):*** Ataca a las raíces formando tumores, las plantas enfermas se marchitan durante las horas de mayor calor y presenta un enanismo severo. Esta enfermedad se favorece en suelos ácidos; método de control:

aplicaciones de cal, trichoderma harzianum (subproyecto CRAACCCA-INCAAGRO, 2008).

b) Pudrición radicular (*Fusarium oxysporum):* Es un hongo que habita en el suelo por muchos años la planta muestra marchitamiento y amarillamiento, que al realizar un corte de los tejidos de la planta infectada son de color café, ocasionando muerte de la misma; método de control: Trichoderma harzianum.Carbendazim (Subproyecto CRAACCCA-INCAGRO, 2008).

c) Chupadera fungosa (*Rhizoctonia solani):* ataca de manera severa las plántulas en los semilleros o recién trasplantados produciendo estrangulamiento del cuello, ocasionando la muerte de las mismas. Si aparece en plantas de mayor edad, produce manchas brunas en el cuello y cuando estas logran sobrevivir son retardadas en su crecimiento; método de control: Trichoderma harzianum, Carbendazim, sulfato de cobre pentahidratado (Subproyecto CRAACCCA –INCAGRO, 2008).

d) Pudrición bacterial (*Xanthomonas campestres pv.campestris)**:*** El ataque se presenta en cualquier estado de desarrollo d la planta. En plantas jóvenes aparece una mancha negra a lo largo de las márgenes de los cotiledones los cuales se arrugan y se desprenden de la planta. Las lesiones se expanden del margen de las hojas hacia la parte media interior de la nervadura dentro de las lesiones se vuelven de color café -oscuro a negras. El desarrollo de la lesión en "V" Ocurre cuando la bacteria entra a la hoja en agua a -través de los poros de agua, aberturas naturales en los márgenes de las hojas. En estados avanzados, la decoloración por la pata negra puede extenderse de la hoja afectada al tallo principal donde el sistema vascular se ennegrece en forma evidente, Pata Negra puede ser rápidamente seguida de pudriciones suaves por

bacteria, *Erwinia o Pseudomonas sp*, como patógenos secundarios; método de control: oxicloruro de cobre, sulfato de cobre pentahidratado (Ramírez *et al.*, 2007).

2.1.8 DESORDENES FISIOLÓGICOS

a) Abotonamiento: El abotonamiento o producción de plantas enanas con formación prematura de cabezas principales de tamaño pequeño y sin ningún valor comercial, es favorecido por cualquier condición que tiende a limitar el normal ritmo de crecimiento del cultivo, tales como almacigado por debajo de 12°C, deficiencia de nitrógeno, riego inadecuado, mal drenaje, excesivo densidad de siembra en almacigo y trasplante tardío. Para reducir el abotonamiento se deberá evitar las situaciones antes mencionadas (Toledo, 1995).

b) Tallo hueco: Se denomina así, porque el tallo de la planta y su continuación en la base de la inflorescencia son huecos. Este problema está relacionado con el exceso de nitrógeno y también con la deficiencia de boro. La deficiencia de boro causa además, decoloración de los tejidos internos del tallo, deformación de la inflorescencia y necrosificación de las flores más centrales observa mayor incidencia de este desorden en campos en los que se aplica riegos más prolongados, luego de un periodo de escases de agua, cuando esta situación coincide con la etapa de rápido desarrollo de la inflorescencia (Toledo, 1995).

c) Cola de látigo: Se presenta por falta de molibdeno, se observa clorosis, alargamiento y distorsión de las láminas foliares. Aunque el síntoma inicial es el encartuchamiento de las márgenes de las hojas más jóvenes acompañada de una necrosis intervenía, en las hojas viejas ocurre un torcimiento de las nervaduras, el tejido se torna irregular y hay

reducción del limbo de la hoja dándole la apariencia de látigo en la hoja (Herrera *et al.*, 2002).

d) Planta ciega (Blindness): Una planta ciega es aquella que no presenta una yema terminal y en consecuencia no produce una cabeza comercial. Las hojas de las plantas ciegas son más grandes, más gruesas y más coriáceas debido a la acumulación de carbohidratos, este fenómeno se relaciona con las bajas temperaturas y a menudo se presenta después del trasplante; sin embargo sugieren que el desorden de la planta ciega, es causado principalmente por condiciones de baja radiación (Herrera *et al.*, 2002).

2.1.9 VARIEDADES

Para algunos botánicos, coliflores y brócolis pertenecen a la misma variedad, distinguiéndose en su forma, siendo las primeras *Br.oleracea L.var*. *botrytis*, forma *cauliflora*, y los brócolis *Br.oleracea var itálica* forma cymosa.

Para la elección del cultivar debe tomarse una serie de consideraciones como rendimientos, precocidad, época de siembra, cosecha, densidad de siembra, tolerancia a enfermedades y requerimientos del mercado (Toledo, 1995)

Según Quintero (1986), establece que el cultivo de brócoli está poco extendido en el mundo; aunque existen otros países como Estados Unidos, Italia y Alemania en donde tienen gran aceptación. En todos ellos cada día es mayor la importancia que el cultivo va adquiriendo desde el punto de vista industrial. Hoy existe en el mercado gran número de variedades aptas para el mercado fresco y para el congelado.

El mismo autor Quintero (1986), dice que para el mercado de la Península Ibérica, se prefiere variedades de cogollos morados. En cambio la industria del frío prefiere variedades de color verde oscuro, con cogollos de unos 5 cm de diámetro.

Ogden (1992), afirma que las inflorescencias deben presentarse sin la presencia de flores abiertas que desmerezcan el producto. La exportación prefiere también verdes o azuladas. Entre las variedades adaptadas para proceso de congelado y empaque Quinteros (1986) indica que las variedades existentes de brócoli son híbridos, las plantas no producen semillas. En general, estas variedades se clasifican, según su ciclo (entre 50 y 150 días), en tempranas, medias y tardías. Las diferencias radican en color, tamaño de la planta y de la inflorescencia, en el grado de desarrollo de los brotes laterales, en su adaptabilidad a diversos climas y suelos, y en sus características genéticas.

Entre las variedades adaptadas para proceso de congelado y empaque Quinteros (1986) nos dice:

- Earlyde Cicco. Planta de tamaño medio, con una buena producción de brotes laterales (Patriot).

- Walthsm. Productora de gran cantidad de brotes laterales durante un largo período (Samuray).

- Corvet F-1. Variedad semi-temprana, de porte vigoroso, con un tallo robusto bastante alto. Follaje de color verde grisáceo. De alta productividad, se utiliza para el mercado fresco y para congelación (shogun)

- Llucat. Variedad precoz, de porte bajo, con hojas partidas y abundantes ramificaciones de pellitas. Se siembra de mayo a junio (Patriot).

- Morada. Variedad con una planta de porte alto con numerosas pellitas de color morado, muy apreciado en el mercado fresco.

- Legacy este brócoli híbrido de excelente comportamiento, tanto para fresco como para congelado. Está mejor adaptado a condiciones frescas (cosechas de otoño invierno), este

producto ofrece un alto potencial de rendimiento y calidad. Es un formato demandado por el mercado debido al color, compactación y fineza de los granos. Cabezas grandes y pesadas de 1.3 kilos promedio85 – 90 días desde trasplante, (Sakata, 1991).

2.1.10 ADAPTACIÓN DE VARIEDADES

Poehlman (1965), sostiene que una variedad agrícola es un grupo de plantas similares que debido a sus características estructurales y comportamiento, se pueden diferenciar de otras variedades dentro de la misma especie, afirma también que una variedad que sea sobresaliente para cualquier lugar tendrá una condición de caracteres que le permitan producir altos rendimiento y de calidad aceptable.

Cásseres (1980), clasifica a las coliflores (brócoli), como variedades tempranas y tardías, que reúnen las condiciones para ser cultivadas en Latinoamérica.

Gardher (1972), anota que la adaptación es un ajuste de un organismo o de una población a un medioambiente. Por otra parte el diccionario Enciclopédico de la UTUHA (1951), apunta que la adaptación es la armonía o acomodación de los seres vivos, sus órganos y funciones a las condiciones físicas, químicas o biológicas del medio que pueblan, en el que han de desplegar sus actividades o realizar sus funciones y el proceso mediante el cual esto se logra.

Cutcliffe (1975), indica que el centro más importante de producción de brócoli es Centro América, para las variedades precoces utilizan distancias de 0.70 a 0.75m entre hileras y 0.35 a 0.40 entre plantas; en tanto que, para variedades tardías utilizan de 0.80 a 0.90 m entre hileras y de 0.45 a 0.50 m. entre plantas.

Cásseres (1980), dice que el espaciamiento en el campo varía, según el porte del cultivar y si es para cosecha temprana o tardía. En general, las variedades precoces se siembran más juntas que las variedades tardías.

Según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (1979), las plantas de brócoli son usualmente trasplantadas a mano, en plantaciones pequeñas y con equipo para plantaciones grandes. La distancia entre líneas varía dependiendo de la variedad y características de clima.

Cutcliffe (1979), señala que en general a medida, que disminuye la distancia, los rendimiento de una sola cosecha aumentan y el peso de la inflorescencia disminuye, pero la influencia no es la misma en todos los cultivares, ya que dependerá también de la variedad y condiciones climáticas de la zona.

2.1.11 EXPERIENCIAS DE TRABAJOS REALIZADOS CON INTRODUCCIÓN DE NUEVAS SEMILLAS

Zorrilla (2011); Desarrollo un trabajo de investigación con siete cultivares de *Brassica oleracea L. var italica Plenck* en la Estación Experimental Donoso ubicado en la localidad de Huaral, a una latitud 11 °24' Sur, Longitud 77° 12' Oeste y altitud 182 m.s.n.rn., zona agro ecológica de costa subtropical, grupo ecológico Desierto y zona Agrícola (desierto de secano - Subtropical), durante los meses de Junio a Octubre del 2010; con el objetivo de evaluar las características de inflorescencia y rendimiento de siete cultivares de *Brassica oleracea L. var italica Plenck* Brócoli en Huaral. Los tratamientos estudiados fueron: Tl Rumba, T2 Nun Dossca Fl, T3 Royal Favor (109), T4 Royal Quist (109),T5 Royal Gem, T6 Nun 0034 Ca F1 y T7 Altar F1, se desarrolló empleando el Diseño de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones por tratamiento, los resultados fueron

sometidos al Análisis de Varianza y Prueba de Duncan, con un Nivel de Significación del 5%; evaluando variables corno: compactación de inflorescencia, Granulación de inflorescencia, Color de inflorescencia, Altura de planta a la cosecha, Número de hojas a la cosecha, Días a la cosecha, Diámetro polar, Diámetro ecuatorial, peso de inflorescencia y rendimiento t/ha. Los resultados indican que los cultivares Royal Gem con 9.27 y Royal Quist(109) con 9.00 t/ha, obtuvieron los mejores rendimientos, al igual en peso de inflorescencia con: 0.465 y 0.451 kg los cultivares Royal Gem y Royal Quist(109) respectivamente, respecto al diámetro polar (Royal Gem con 12.53 y ROYAL Favor con 12.21 cm) y el diámetro ecuatorial (14.0 1 y 13.77crn) respectivamente y estadísticamente similares ambos cultivares; los cultivares con inflorescencia compacta fueron; Royal Gem y Royal Favor , respecto al color de inflorescencia: verde oscuro para Royal Gem y verde oscuro brillante para Royal Favor. Los cultivares con mayor precocidad fueron: Royal Gem y Royal Favor (1 09) ambos con 63 días después del trasplante.

Vallejo (2013); Realizó una evaluación de siete variedades: v1 Shogun l1, l2; v2 Patriot l1, l2; v3 Arcadia l1, l2; v4 Marathon l1, l2; v5 Samuray l1, l2; v6 Vikingo l1, l2; v7 Ninja l1, l2. Para el efecto se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones en cada una de las localidades; para la evaluación en conjunto de las variedades se utilizó el Análisis estadístico Complejo Localidad por Variedad. Cada unidad experimental estuvo constituida por una parcela de 35 m2 (7m x 5 m), Las variables evaluadas fueron: Porcentaje de prendimiento, altura promedio de planta, días a la formación de la pella, número de floretes por pella, uniformidad a la cosecha, peso promedio de planta, rendimiento por hectárea y el análisis económico. De las siete variedades estudiadas, la variedad con mejor rendimiento fue, v6 (Vikingo) con 15.3

TM/ha, seguida de v3 (Arcadia) con 15.051 TM/ha. Los mejores rendimientos se alcanzaron en la Aloag con 13.3 TM/ha. Para la realidad agroecológicas del cantón Mejía, provincia de Pichincha se determinó; que la mejor zona para el cultivo del brócoli (*Brassica oleracea var italica*) es Aloag, y de acuerdo al análisis financiero, se sugiere cultivar la v5 (Samurái), v7 (Ninja) para la zona de Aloag y v6 (Vikingo) en zona de Machachi.

Miranda (2007); El experimento se estableció en la comarca Mombachito, Camoapa departamento de Boaco, predominando precipitaciones anuales de 1,200 – 1,600 mm, temperatura de 15 – 23°C y una altura de 700 m.s.n.m. El diseño experimental fue bifactorial en arreglo de bloques completo al azar (B.C.A), con tres repeticiones, evaluando seis tratamientos. A las variables a medir se le realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con una Pr<.0.05, utilizando el programa sistema de análisis estadístico (SAS), las variables con diferencias significativas se le aplicó separación de media según Duncan además de realizar un análisis económicos para determinar la rentabilidad de los tratamientos. Los resultados obtenidos fueron: en la etapa de semillero no se encontró diferencias significativas entre las variedades. En el ANDEVA realizado se encontró que solo para el factor variedad existió diferencias significativas con Pr < 0.02, realizando las comparaciones de media. En la variable altura de la planta se encontró diferencias a partir de los 27 días después del transplante (ddt), siendo superior para el factor variedad (Green) con CV de 5.50 – 26.46%; la variable ancho de la hoja no tuvo diferencias entre los tratamientos, el largo de la hoja presento diferencias a partir de los 54 ddt con CV de 3.89%, para el factor variedad siendo esta Green. La variable grosor del tallo presento diferencias desde los 27 ddt en la variedad pirata siendo la única que produjo frutos

comerciables. En las variables de rendimiento no se encontró diferencias significativas, obteniendo la mayor rentabilidad la variedad pirata con 0,26Tha $^{-1}$ de fertilización.

Laurent (2011); El brócoli (*Brassica oleracea L. var italica*), es una hortaliza de reciente introducción en el país. Su área de cultivo se concentra en la zona central, sin embargo se adapta bien a las zonas centro y sur del país. La presente investigación, realizada durante la temporada 2010, evaluó dos cultivares de brócoli mediante el sistema de almacigo y trasplante bajo dos sistemas de establecimiento (raíz cubierta y raíz desnuda) y tres condiciones de manejo (invernadero, túnel y aire libre). El ensayo se efectuó en el Campo Experimental Maquehue de la Universidad de la Frontera ubicado a 22 kilómetros al sureste de la ciudad de Temuco. La siembra del almácigo se realizó el día 6 de septiembre de 2010 para las bandejas de speedling (raíz cubierta) y el 7 de septiembre de 2010 para el caso de las jardineras (raíz desnuda). Las semillas de cada variedad fueron dispuestas en las bandejas de speedling colocando una por cada cubículo, siendo 128 cubículos por bandeja y 3 bandejas en total para cada tratamiento lo que nos da un total de 384 semillas por cada tratamiento. En las jardineras se dispusieron dos hileras con 40 semillas cada hilera y con 4 jardineras por tratamiento dando un total de 320 semillas por tratamiento Los parámetros evaluados fueron períodos fenológicos y características morfológicas de las plántulas desde la siembra hasta el trasplante. Aunque ambos cultivares mostraron diferencias en su período de siembra a emergencia este fue similar al momento del trasplante. El diámetro de los tallos de las plántulas tuvo un crecimiento similar para todos los tratamientos y para ambos cultivares durante el período desde la siembra al trasplante. El número de hojas de las plántulas en distintas épocas de su desarrollo para todos los 40 tratamientos y para ambos cultivares fue similar siendo ligeramente superior en los

tratamientos correspondientes al invernadero para ambos cultivares. La altura de las plántulas en distintas etapas de desarrollo fue superior para los tratamientos a raíz desnuda y para ambos cultivares, al momento del trasplante estuvo en un rango desde los 10,25 a los 18,9 centímetros.

Vislao (2013); Se hizo un estudio comparativo de adaptabilidad de cinco híbridos y una variedad en la producción del cultivo del brócoli (*brassica oleracea l.*) bajo las condiciones agroecológicas del distrito de Lamas. Los híbridos de brócoli que tuvieron mejor aclimatación o adaptabilidad a las condiciones del distrito de Lamas fueron: H-Royal Favor F-1 Hyb (T1); H-WSX 748 (T4); H-WSX 752 (T5); H-WSX 742 (T3), que sobresalieron por sus características agronómicas en altura, peso de la inflorescencia, diámetro de la inflorescencia y diámetro de la base del tallo. 7.2. Los híbridos que obtuvieron mayor rendimiento por hectárea fueron: H-Royal Favor F-1 Hyb (T1); H-WSX 748 (T4); H-WSX 752 (T5); H-WSX 742 (T3) con 13 995,92 kg; 11 976,67 kg; 10534,17 kg; 9 825,00 kg., respectivamente. 7.3. En el análisis económico, el híbrido Royal Favor F-1 HyB (T1), presentó mayor beneficio neto con 2 585,06 Nuevos Soles, así mismo sobresalieron los híbridos: H-WSX 748 (T4); H-WSX 752 (T5); H-WSX 742 (T3) con sus beneficios económicos positivos con 1 458,32; 653,40 y 257,69 Nuevos Soles. Mientras, que el H-WSX 737 y la variedad Calebrese obtuvieron los menores beneficios netos con -109,20 y -61,34 Nuevos Soles, respectivamente. 7.4 El color verde petróleo es un indicador necesario en el mercado, para lo cual se sugiere realizar investigaciones en variedades o híbridos que presenten esta matización en el cultivo del brócoli.

Vilca (2019); Realizo una investigación en Cayma- Arequipa, tuvo como objetivos

determinar el cultivar con mejor comportamiento en las tres épocas de trasplante y establecer que cultivar presenta mejor comportamiento para cada época de trasplante estudiada. Los cultivares evaluados fueron: Legacy F1, Avenger F1, Imperial F1, Rumba F1 y Formoso F1. Se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), prueba de rangos múltiples de DUNCAN, análisis combinado y análisis de estabilidad de Finlay-Winkinson. Se halló que Formoso tiene el valor de "bi" más cercano a cero en los parámetros de rendimiento, porcentaje de pellas cosechadas y duración del periodo de recolección lo que indica que tiene las menores variaciones entre épocas de trasplante en relación a los demás cultivares destacando como el más estable. En la primera época de trasplante el cultivar que alcanzó mejor comportamiento, fue Avenger con 37.44 t ha^{-1} de rendimiento, un porcentaje de pellas cosechadas de 86% y un bajo porcentaje de pellas enrojecidas (4.7%). Para la segunda época el rendimiento más alto es de Avenger con: 40.65 t ha^{-1}, 91% de pellas cosechadas y cero por ciento de pellas enrojecidas. Finalmente, en la tercera época de trasplante el mayor rendimiento es del cultivar Formoso con 19.91 t ha^{-1}, 79% de pellas cosechadas, no presento pellas enrojecidas y tuvo una duración de cosecha de 14 días.

Diego (2015) realizó un trabajo en la Estación Experimental Agraria Santa Ana del Instituto Nacional de Innovación Agraria, Anexo de Hualahoyo, Distrito de El Tambo, provincia de Huancayo; con el fin de introducir y adaptar híbridos de brócoli (Brassica oleracea L. var. Italica), con el propósito de: Determinar los híbridos introducidos de mejor adaptación y seleccionar los híbridos de mayor rendimiento. Los híbridos estudiados fueron Corsario, Harumi, TBR433, Bucanero, Paraíso, Confidat y 06B586 distribuidos en un diseño de bloque completamente randomizado con cuatro repeticiones.

Evaluando variables como: porcentaje de emergencia, porcentaje de prendimiento, altura de planta, número de hojas, número de días a la aparición de pella, días a inicio de cosecha, número de brotes, peso de pella y rendimiento de pella. Con respecto al porcentaje de emergencia los híbridos Corsario, Bucanero, Paraíso fueron los mejores con 99,00%, 95,00% y 94,00% respectivamente; en la variable días a inicio de cosecha, el híbrido Harumi fue precoz con 79,50 días y el híbrido TBR-433 tardío con 100,00 días; las características de la pella (compactación, granulometría y color) fueron aceptable de todos los híbridos en estudio. En rendimiento el híbrido TBR-433 presento el mayor rendimiento con 36,73 t ha^{-1} con un peso de pella promedio de 754,95 g, superando estadísticamente al resto de híbridos, por ende fue el que mejor se adaptó a las condiciones del lugar.

Peña (2018) efectuó investigación en el "Fundo Santa Teresa" ubicado geográficamente en la quebrada de Tucos del anexo de La Tomilla, distrito de Cayma, departamento y región de Arequipa, ubicado a una latitud: 16° 21´ 20´´ (S); longitud: 71° 30´ 10´´ (W) y altitud: 2260 m.s.n.m. entre el período del 13 de enero al 14 abril del 2018. Los objetivos fueron: determinar la efectividad, efecto insecticida, concentración, rendimiento y la rentabilidad dela aplicación foliar de diatomita en el control de la polilla de la col (*Plutella xylostella*) y pulgón (*Brevicoryne brassicae*) en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea L. var. italica*) cv. Rumba. Los datos fueron analizados estadísticamente mediante análisis de varianza y prueba de Tukey con 0.05 de significancia empleando el software SPSS. Considerando los objetivos planteados en la presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones: La diatomita presentó propiedades insecticidas para el control de las plagas: *Brevicoryne brassicae* y *Plutella xylostella*; la dosis de control para

Brevicoryne brassicae fue T1 (20 g/L) y para *Plutella xylostella* fue de T4 (120 g/L) sin embargo se evidencio que la eficiencia de aplicación se obtuvo en una dosis de T3 (80 g/L) para ambas plagas; el mayor rendimiento fue: T4 (120 g/L) con 28,03 t/ha-1 , seguido por el tratamiento T3 (80 g/L) con 24,56 t/ha-1 , y por los tratamientos más rentables fueron T4 (120 g/L) y T3 (80 g/L) con 145,06 y 115,6 % de rentabilidad.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN

El presente trabajo de investigación se instaló y desarrolló en el predio del Sr. Máximo Flores Rondón, El trabajo experimental se llevó a cabo el 23 de Mayo al 26 de octubre del 2017, ubicado en el valle de Chilina, distrito de Cayma.

3.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Altura 2420 msnm

Latitud Sur 16° 21 12”

Latitud Oeste 73°32 12”

3.1.2 UBICACIÓN POLÍTICA

Departamento: Arequipa

Provincia: Arequipa

Distrito: Cayma

Sector: la Chulla- la Chimba

Figura 1: Imagen valle de Chilina

3.2 CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS

Tabla 2: Análisis físico- químico de suelo para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*Brassica oleracea L. var. italica Plenck*) en Valle de Chilina Cayma.- Arequipa 2017.

Características físicas		
Parámetro	**Unidad**	**Valor**
Arena	%	64.8
Limo	%	20.6
Arcilla	%	12.6
Textura		Franco arenos
Porosidad	%	38
Características Químicas		
Parámetro	**Unidad**	**Valor**
Materia Orgánica	%	1.37
Nitrógeno C/N	%	0.07
Fosforo: P	ppm	14.84
Potasio: K	ppm	662.45
CO3Ca	%	0.2
CE	dSm^{-1}	0.75
Ph		6.61
Capacidad de intercambio catiónico		
Parámetro	**Unidad**	**Valor**
Calcio (Ca)	meq 100 g-1 de suelo	11.2
Magnesio (Mg)	meq 100 g-1 de suelo	1.2
Sodio (Na)	meq 100 g-1 de suelo	0.088
Potasio (K)	meq 100 g-1 de suelo	1.385
CIC	meq 100 g-1 de suelo	13.873
PSI	meq 100 g-1 de suelo	0.633

FUENTE: Laboratorio de análisis de suelos, aguas y semillas. Estación experimental-Arequipa INIA.

En la Tabla 2 se muestra los resultados de análisis de caracterización realizada a una muestra representativa tomada del área experimental. La textura del suelo fue franco arenoso, deficiente en retención de humedad, buena capacidad de aireación del suelo. La porosidad estuvo compuesta por el 30 por ciento de macroporos y el 8 por ciento de microporos, esto

proporcionó una deficiente retención de humedad y una buena capacidad de aireación (Villalta, 2006; citado por García, 2016).

Es un suelo con reacción ligeramente neutro, débilmente salino en conductividad eléctrica, deficiente en contenido de materia orgánica y bajo en nitrógeno, ligeramente alto en concentración de fosforo y alto en potasio respectivamente, con referencia a la capacidad de intercambio catiónico CIC es medio.

3.3 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE RIEGO

Tabla 3: Análisis físico- químico del agua de riego para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(Brassica oleracea L. var. italica Plenck)* en valle de Chilina Cayma.- Arequipa 2017.

CATIONES		
Parámetro	**Unidad**	**Valor**
Sodio (Na)	meq l^{-1}	0.891
Potasio (K)	meq l^{-1}	0.128
Magnesio (Mg)	meq l^{-1}	0.667
Calcio (Ca)	meq l^{-1}	1.333

ANIONES		
Parámetro	**Unidad**	**Valor**
Cloruros (Cl)	meq l^{-1}	1.167
Sulfatos (SO4)	meq l^{-1}	0.573
Carbonatos (CO3)	meq l^{-1}	0
Bicarbonatos (HCO3)	meq l^{-1}	1.667

Parámetro	**Unidad**	**Valor**
C.E.	dSm^{-1}	0.27
Ph		7.42
SAR		0.89

FUENTE: Laboratorio de análisis Estación experimental-Arequipa INIA.

En la Tabla n° 3 se muestran los resultados de análisis químico del agua de regadío que se utilizó en el presente ensayo.

La conductividad eléctrica mostró que el agua no contiene sales, la concentración de cationes fue baja, el contenido de sodio fue también baja por lo que se descartó problemas de toxicidad por este elemento o alteración en el estado estructural del suelo. La cantidad de aniones y cationes no restringieron el agua para su uso agrícola (García, 2012).

Según las normas de Riverside, el agua de riego se clasificó como C2-S1, esta clasificación la describe como agua de baja salinidad apta para el riego en todos los casos y con bajo contenido en sodio apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, pueden presentarse problemas en cultivos muy sensibles al sodio. El contenido de cloruros, sulfatos y bicarbonatos fueron bajos (James et al., 1982; citado por García, 2017).

3.4 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

La Tabla 4 muestra la información meteorológica de la estación MAP La Pampilla correspondiente a los meses de mayo, junio, julio, agosto, setiembre y octubre y noviembre del año 2017. Se puede observar la temperatura máxima registrada fue 24,7 °C y la temperatura mínima de 6,8 °C; teniendo una temperatura media de con valores de 16,2 °C, bajo estas condiciones se desarrolló el cultivo de brócoli. La temperatura durante los meses de desarrollo del cultivo fue la adecuada para el brócoli según Toledo (1995) con una temperatura máxima de 24 °C y mínima de 5 °C. El brócoli es un cultivo de clima frío y fresco, así mismo, puede tolerar heladas de hasta –2°C siempre y cuando no se hayan formado aún las inflorescencias.

Tabla 4: Datos meteorológicos para el periodo de cultivo de brócoli de Mayo del 2017 a Noviembre de en Valle de Chilina Cayma.- Arequipa 2017.

Parámetros	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre
Temperatura máxima media mensual (C°)	23.9	23.2	23.9	23.8	24.3	24.7	24.2
Temperatura mínima media mensual (C°)	9.1	7.2	7.5	6.8	9.8	9.5	10
Temperatura media mensual (C°)	16.2	14.9	15.4	15.3	17.2	18	18.1
Humedad Relativa Media (%)	54	42	38	37	40	37	39
Precipitacion	0.5	0	0	0	0.3	0	0.3
Velocidad del viento media mensual (m $s^{-1)}$	SO 4.0	SO 4.0	SO 4.0	SO 4.0	SO 5.0	SO 5.0	SO 5.0
Horas sol dia (horas día $^{-1}$)	6.9	7	7.9	8.8	9.2	9.4	9.6

Fuente: SENAMHI.2017 estación la pampilla

El rango de temperatura para su germinación es de 5 a 8°C y la temperatura ambiental para su desarrollo es de 15 a 25°C, siendo la óptima de 17°C; a temperatura de 0°C y mayores de 30°C puede detener su desarrollo así lo mencionó Valdéz, (1998). En muchas variedades de semillas para lograr una germinación rápida, la temperatura debe ser relativamente elevada, de preferencia entre 21 a 24°C, aunque para ciertas clases de semillas es mejor una de 18°C y para otras, en especial para plantas de estación cálida y tropicales, se prefiere una temperatura de 26.5°C (Hatman, 1982).

3.5 MATERIALES

3.5.1. MATERIAL BIOLÓGICO

Semillas de 5 híbridos de brócoli

a) Paraiso F1: Es un híbrido de la empresa TAKII SEED, de origen japonés.

Características: excelente rendimiento de campo en el cultivo de alta densidad, muy precoz ya que su producción se inicia a los 75 días después del trasplante, posee abundantes brotes laterales, las pellas son de color verde oscuro y no son muy compactas al madurar. Este cultivar por la gran cantidad inflorescencias secundarias (laterales) es utilizado para el consumo en fresco y para la agroindustria. Las cosechas se pueden realizar en otoño y primavera en zonas templadas y para el verano en zonas frías.

b) Grand Prix F1: Es un híbrido de la empresa de ALABAMA de origen japonés.

Brócoli tolerante al calor, llegando a la madurez en 85-90 días después del trasplante, posee las hojas de posición horizontal muy poca producción de brotes laterales, es recomendado para el consumo en fresco y para la agroindustria porque tiene la ventaja de conservación natural, alto rendimiento, la pella tiene buena conformación con un color ver, las cosechas se pueden realizar en estaciones calientes y frescas.

c) Rumba F1: Es un híbrido de la empresa de HM Clause**.**

Excelente alternativa para los mercados de exportación y fresco. Planta vigorosa con cabezas bien compactas buen domo, su grano es medianamente fino de color verde azul, con un peso promedio de 600 a 700 gr. Brócoli Rumba por sus características es ideal para siembras en verano e invierno.

d) Confidant F1: Es un híbrido de la empresa TAKII SEED de origen japonés.

Características: cultivo vigoroso bajo condiciones climáticas calientes, los hábitos de crecimiento de las hojas son horizontales, pella compacta y pesada de color verde profundo, con pocas inflorescencias laterales.

Este cultivar llega a la madurez a los 65 días después del trasplante, es adecuada para la cosecha en primavera.

e) Testigo (Avenger F1 la que se cultiva en la campiña).

Es el híbrido líder en el mercado por su amplia adaptación y consistentes rendimientos. Avenger es el brócoli que ha marcado el referente tanto para la industria del congelado como para el mercado fresco. Avenger es de planta vigorosa, cabezas bien domadas, con grano fino y gran peso. Su uniformidad de cabezas le da un beneficio para el empaque en caja para fresco y un buen aprovechamiento de floretes para el proceso.

3.5.2 MATERIAL DE CAMPO Y PLANTINERA

- Bandejas de polietilenos
- Sustrato
- Regadera
- Rastra
- Rígido
- Lampas
- Compost
- Cuaderno
- Lápiz
- Carteles

- Estacas
- Cordeles
- Cinta métrica
- Cámara fotográfica
- Mochila pulverizadora de palanca
- Balanza

3.5.3 MATERIALES DE LABORATORIO

- Estufa
- Papel craf
- Pinzas
- balanza analítica
- Marcador

3.5.4 INSUMOS

- Nitrato de Amonio
- Biofosca Plus
- Takumi
- Break thru
- Fastac
- Carbodan 48F
- Cal

3.6 METODOLOGÍA

3.6.1 TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Para la realización del presente trabajo de investigación se estudiaron un total de 5 tratamientos incluyendo el testigo con 3 repeticiones, en la Tabla se describen los tratamientos en estudio.

Tabla 5: Breve descripción de los tratamientos, para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(Brassica oleracea L. var. italica Plenk)* en Cayma 2017.

Tratamientos	Híbridos	Descripción
T1	Avenger (Testigo)	Es un hibrido de la empresa ZAKATA
T2	Paraiso	Es un híbrido de la empresa TAKII SEED
T3	Grand Prix	Es un híbrido de la empresa de ALABAMA
T4	Rumba	Es un híbrido de la empresa de HM Clause
T5	Confidant	Es un híbrido de la empresa TAKII SEED

3.6.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental que se empleó para el presente trabajo de investigación es el diseño de bloques completos al azar (DBCA) siendo un total de 5 tratamientos y 3 repeticiones haciendo un total de 15 unidades experimentales distribuidas los tratamientos al azar dentro de cada bloque. El registro de datos correspondiente a cada unidad experimental fue sometido a análisis de varianza y prueba de significación de Duncan con el propósito de establecer la diferencia estadística entre tratamientos (Calzada, 1982).

Tabla 6: Fuente de variabilidad y grados de libertad para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*Brassica oleracea var. italica Plenck*) en el Valle de Chilina 2017**.**

Fuente de variabilidad	Grados de libertad
Bloques	2
Tratamientos	4
Error	8
Total	14

3.6.3 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL

Características del campo experimental para el comportamiento agronómico de cuatro híbridos de brócoli (*Brassica oleracea L. var. italica Plenck*).

- ✓ Distancia entre surcos (DES) 0,45m
- ✓ Distancia entre plantas (DEP) 0,35m

Bloques

- Nro. de bloques 3
- Largo de bloques 13.5 m
- Ancho de bloques 10.85 m
- Área de bloques 146.475 m2

Número de unidades experimentales por bloque 5

- Largo de la unidad experimental 10.85m
- Ancho de la unidad experimental 2.7m
- Área de la unidad experimental 29.295m2

Área total de la investigación

- Largo 32.55 m
- Ancho 13.5 m
- Área neta 439.425 m2

Para esta investigación se evaluó 50 plantas por unidad experimental teniendo en cuenta que tuvo efecto de borde de 1 m alrededor para continuar con la siguiente unidad experimental la distribución como se muestra en la figura 2.

Croquis Experimental

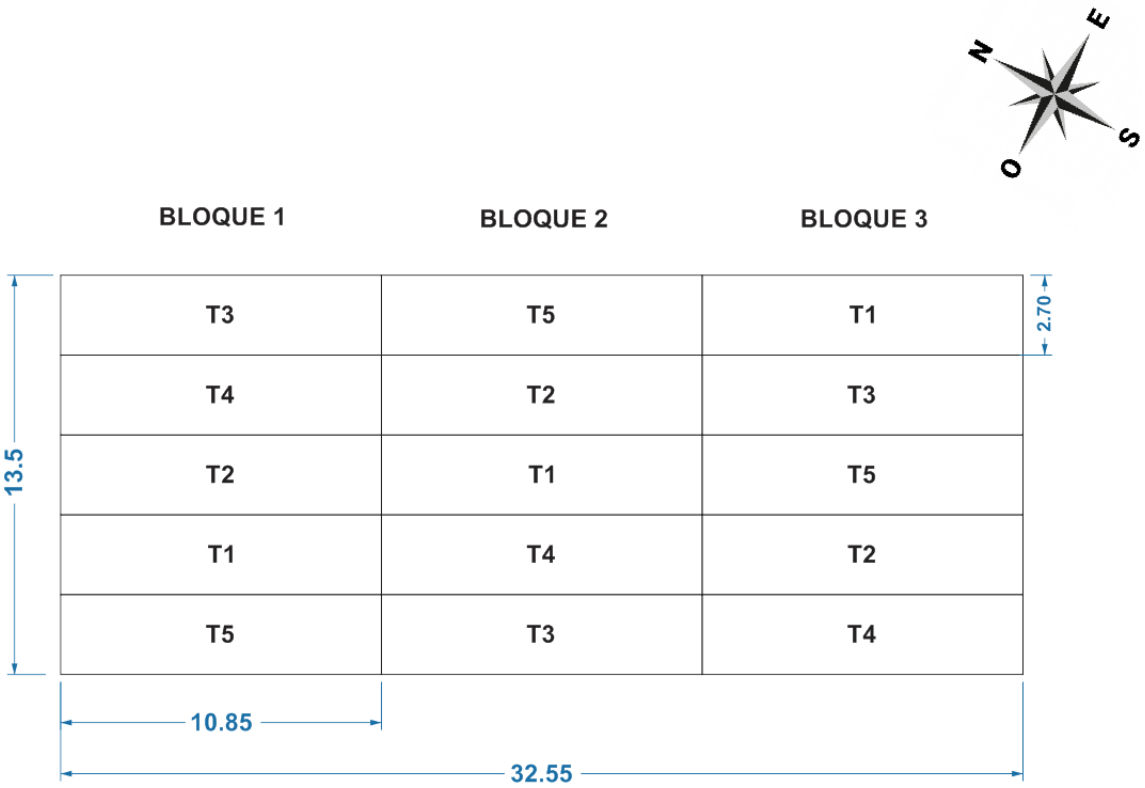


Figura 2: Distribución de los tratamientos en el campo definitivo

3.6.4 CONDUCCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

a) Preparación de plantines

La siembra de brócoli se hizo en bandejas de plástico con capacidad de 390 plantines, la siembra se realizó el 23 de mayo del 2017 utilizando sustratos preparados de las marcas comerciales Pindstrup Substrate. Los riegos fueron diarios, no se realizó ninguna aplicación de pesticidas ni foliares.

b) Preparación del terreno

La preparación del terreno para el trasplante del cultivo de brócoli, se procedió al picado de los rastrojos de brócoli de la campaña anterior y se esparció en el campo al igual que el estiércol para así aumentar su nivel de fertilidad junto con el arado, pasada de disco, nivelado y surqueado además se realizó la compostura de las entradas y salidas de agua para terminar con un riego pesado para descomposición rápida del estiércol y de la materia verde.

c) Trasplante

El trasplante se realizó el 07 de julio del 2017, con plantines uniformes de 45 días considerando un distanciamiento entre plantas de 0.35m y entre surcos 0.45m, se realizaron hoyos a una profundidad de 10cm aproximadamente donde se aplicó cal agrícola 8 – 10 gr esparcido por cada hoyo seguidamente de compost alrededor de 60 gr y finalmente se procedió al trasplante de los plantines de brócoli, teniendo en cuenta el croquis de la distribución de los tratamientos.

d) Desmalezado

Esta labor se realizó manualmente haciendo uso de ganchos curvos con los cuales se retira planta entera con raíces se desmalezó dos veces coincidiendo con la fertilización a los 30 y 60 días después del trasplante.

e) Fertilización

Esta labor también se realizó haciendo hoyos a una distancia de10cm aprox. de cada planta se colocó los fertilizantes por golpe a los 30 y 60 días después del trasplante al fondo se colocó Biofosca Plus y luego Nitrato de amonio a razón de 8gr para cada planta a los 30 días y a los 60 días 18 gramos para cada planta. La fórmula de fertilización fue de 495N -114P- 15K kg Ha $^{-1}$.

f) Riegos

El riego fue por gravedad, se realizó el primer riego en campo un día antes del trasplante y luego un riego ligero al termino del trasplante para finalmente tener riegos cada 7 días.

g) Plagas

Para el caso de las plagas que se tuvieron fue: *Delia platura*, *Plutella xyllostella* y se realizaron cinco aplicaciones foliares con insecticidas dirigidas al follaje, la primera se realizó a 01 día después de trasplante y las posteriores se realizaron cada 15 a 20 días aproxidamente siempre realizando los monitoreos.

3.6.5 CARACTERÍSTICAS EVALUADAS

Los parámetros evaluados en la planta se consideraron en base a las características morfológicas.

a) Germinación (%)

Para esta evaluación se contabilizó la cantidad de semillas sembradas en bandejas que fue de 700 por tratamiento y sobre este dato se contabilizó las que emergieron a los 13 días después de la siembra, para posteriormente ser llevadas a porcentaje, mediante la fórmula:

700 semillas sembradas ⟶ 100%

Semillas germinadas ⟶ X %

b) Prendimiento (%)

Se contabilizó el número de plántulas prendidas a los 12 días del trasplante por cada unidad por tratamiento para luego ser expresadas en porcentaje.

c) Altura de parte aérea (cm)

Se midió en centímetros, desde el cuello de la planta hasta la hoja más extendida cada 20 días aproximadamente después del trasplante en cinco plantas por unidad experimental.

d) Número de hojas (unidad)

Se contabilizó el número total de hojas por planta, las evaluaciones fueron cada 20 días aproximadamente después del trasplante, se tomaron los datos de 5 plantas ya definidas por unidad experimental.

e) Área foliar (cm2)

Se realizó midiendo el largo y el ancho de cada hoja presente en una planta, evaluando cinco plantas por unidad experimental, esta evaluación se realizó al finalizar la cosecha y los resultados se expresados en cm^2.

Se hizo uso de la siguiente formula: donde AF área foliar, L largo de la hoja medida desde el ápice del limbo hasta el punto de inserción más bajo y A parte más ancha del limbo (Stoppani *et al.*2003; citado por García, 2016).

$$\mathbf{AF = 0}.63(L \times A)$$

f) Diámetro de pella (cm)

Para la determinación del diámetro de la pella se tomó cinco plantas por tratamiento se usó una cinta de sastre que permitía medir la longitud de la circunferencia ecuatorial de la pella y así poder obtener el diámetro expresado en cm/pella.

g) Rendimiento (tha^{-1})

Una vez realizada la cosecha se procederá al pesado en kg y clasificación de las inflorescencias por unidad experimental, así determinaremos los rendimientos para cada tratamiento y serán llevados a $t\ ha^{-1}$.

h) Materia seca de pella (%)

Se tomarón las muestras de pellas por cada repetición, luego de ser pesado fue llevado a estufa en bolsas de papel a 60 grados centígrados, se dejó por un tiempo de dos días para así eliminar el agua y determinaremos el contenido de materia seca pesándolo, y aplicaremos la siguiente formula abajo (Bateman, 1970; citado por Gómez, 2011).

$$\text{M. S.} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Peso Fresco}} \times 100$$

i) Peso de pella (gramos)

Se cosecharon pellas y se tomaron al azar 5 pellas por unidad experimental y usando una balanza se determinó el peso individual promedio

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el siguiente capítulo se muestran los resultados obtenidos en el trabajo de investigación realizados en el valle de Chilina - Cayma, los Tablas y figuras nos permitirá explicar e interpretar los resultados obtenidos en el área experimental de la tesis así mismo se presentan los análisis de varianza y prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$).

4.1 GERMINACIÓN (%)

Se muestran los resultados de las evaluaciones de germinación de los híbridos en estudio se contabilizó a los 13 días después de la siembra se muestran los resultados que fueron llevados a porcentaje en la siguiente figura 3. Como se puede observar el porcentaje de germinación para todos los tratamientos fue por encima del 90% lo cual indica que poseen un buen poder germinativo pero tenemos al tratamiento 1 Avenger nuestro testigo que logro 98.6 % seguido del tratamiento 3 Grand Prix con 96.4% y con menor porcentaje de emergencia al tratamiento 4 Rumba con 90.3% esta medición se determinó por regla de tres simple no se usó ANVA porque no hubo repeticiones.

Estos datos fueron similares para los híbridos Paraiso con 94% y Confidant con 90% en la tesis de Diego (2015) podemos afirmar que las semillas son de buena calidad.

Estos altos porcentajes de germinación, se pueden deber a la buena viabilidad de las semillas que presentaron los híbridos y las condiciones apropiadas de humedad y temperatura a las que fueron sometidas las mismas en el proceso de germinación (28°C), como lo señala Nuez (1995) la germinación depende de la variedad y de las condiciones de almacenamiento de las semillas.

Además, puede deberse también al uso de un buen sustrato y uso en bandejas, así como lo menciona Moreno (2002), quien afirmó que la producción de plántulas en bandejas es mejor, pues se obtienen plántulas más vigorosas y uniformes.

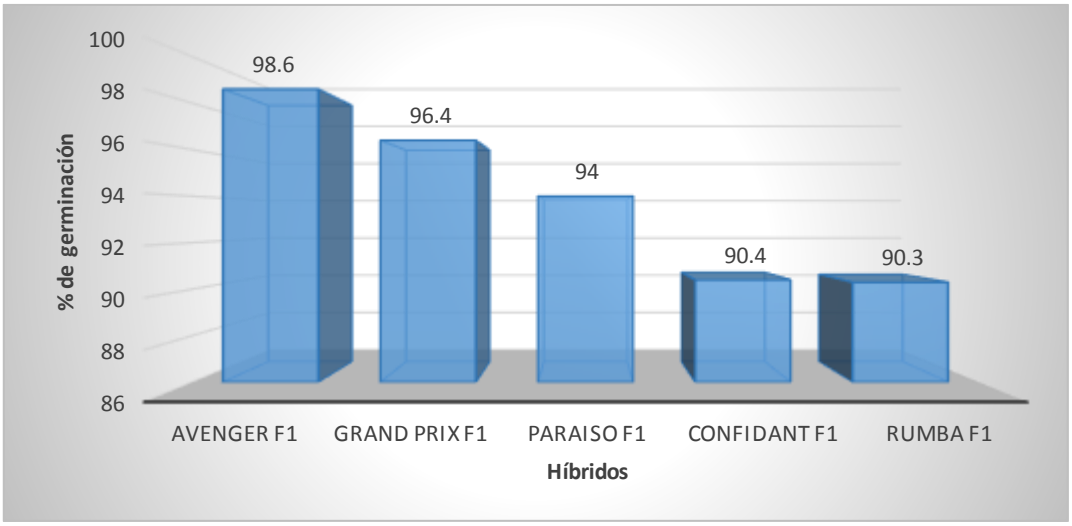


Figura 3: Porcentaje de germinación a los 13 d.d.s. para el rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica*) Cayma Arequipa 2017.

4.2 PRENDIMIENTO (%)

Se tiene los resultados de las evaluaciones de prendimiento que se tomarón a los 12 días después del trasplante.

En la tabla 16(anexo), podemos observar en el anova correspondiente, que no existen diferencias significativas para híbridos ($p>0.05$), es decir que todos los híbridos tienen un prendimiento uniforme, esto debido posiblemente a la buena selección de las plántulas más vigorosas para todos los tratamientos, dándoles las condiciones necesarias para un buen establecimiento de las plántulas. El coeficiente de variación de 2.43%, nos está indicando que existe una alta precisión y un porcentaje de variación mínimo, indicando homogeneidad dentro de los tratamientos.

En la tabla 7 al realizar, el test de comparaciones múltiples de Duncan, observamos que el híbrido Confidant es el que presenta el mayor porcentaje de prendimiento, seguido de Rumba, Grand Prix, Paraiso y Avenger esto debido a que genéticamente son diferentes.

Tabla 7: Porcentaje de prendimiento (%) de los plantines a los 12 d.d.t. para el efecto de los híbridos de Brócoli (*Brassica oleracea L.*) en Chilina – Cayma, 2017.

Tratamiento	Prendimiento (%)
Confidant F1	98.67 a
Rumba F1	97.33 a
Gran Prix F1	97.33 a
Paraiso F1	96.67 a
Avenger F1	96.67 a

Las letras iguales indican que no hay diferencia estadística significativa a nivel de Duncan α =0.05

Todos los híbridos presentarón excelentes porcentajes de prendimiento mayores al 94% como se observa en la figura 4, enmarcándose dentro de lo recomendado por Ilbay (2009) citado por Diego (2015), que indica que el porcentaje de prendimiento ideal en hortalizas debe ser superior al 90%. Esto se debe al buen manejo a la hora del trasplante como a la oportuna prevención contra plagas y enfermedades.

El porcentaje de prendimiento para el híbrido Rumba es similar a lo hallado por Peña, 2018 que nos indica que es mayor a 97%. Asimismo Muñoz (2012) determinó para Avenger con 96.87% es similar a nuestros resultados con 96.67% puede deberse a que las condiciones ambientales hayan sido favorables.

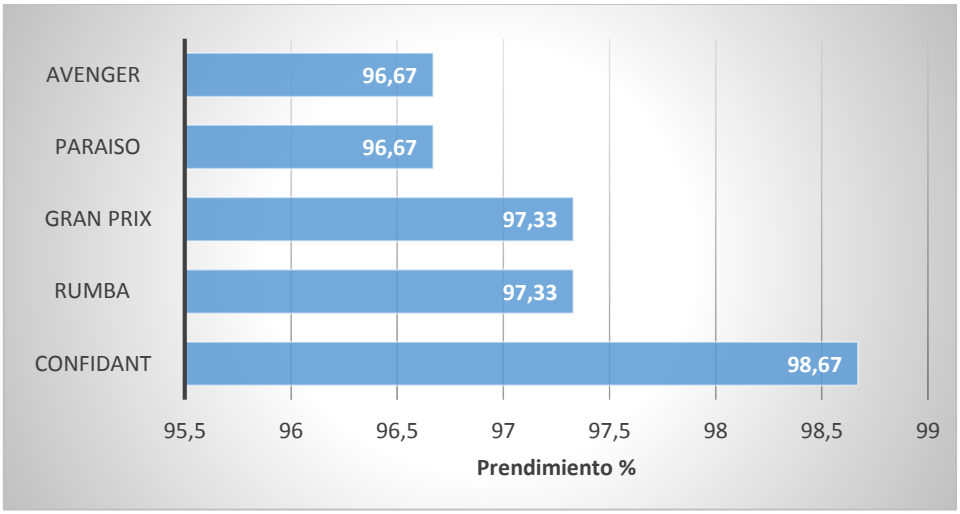


Figura 4: Prendimiento (%) para el rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (B. oleracea var. italica) Cayma – Arequipa 2017.

Se observó que en la investigación de Vilca (2019) obtuvo para prendimiento 94.28% y 91.51% para Avenger y Rumba respectivamente, siendo inferiores a los datos hallados en este ensayo. Además se tienen resultados obtenidos por Diego (2015) para Confidant con 95.83% y para Paraiso con 94.45% los cuales son inferiores a los resultados hallados esto puede deberse a que las condiciones medio ambientales para esa época de trasplante no fueron favorables.

4.3 ALTURA DE PLANTA

En la tabla de anexo del 17 a 21, se observa que sólo para el ANOVA del día 74, existen diferencias significativas para híbridos ($p<0.05$), donde, por lo menos dos híbridos tienen alturas diferentes. Los coeficientes de variación fluctúan entre 8.73, 7.61, 9.23, 4.64 y 6.87%, que nos están indicando que existe una buena precisión en el experimento y un porcentaje de variación mínimo.

En la tabla 8 al realizar, el test de comparaciones múltiples de Duncan, observamos que el híbrido Paraíso, es el que siempre presenta la mayor altura de planta, para todas las evaluaciones, el híbrido de menor altura es Confidant.

Tabla 8: Altura de planta (cm) para diferentes híbridos de brócoli (*B. oleracea* var. *italica)*. Cayma - Arequipa 2017.

Tratamiento	Altura de planta cm				
	33 d.d.t.	42 d.d.t.	54 d.d.t.	74 d.d.t.	84 d.d.t.
Paraiso F1	11,6 a	22,2 a	32,5 a	57,5 a	64,5 a
Gran Prix F1	10,9 ab	20,2 ab	29,4 ab	52,1 b	60,3 a
Avenger F1	9,7 b	18,6 b	27,7 ab	51,7 b	57,5 ab
Confidant F1	11,1 ab	19,9 ab	29,5 ab	50,8 b	*50,8
Rumba F1	10,2 ab	18,5 b	25,6 b	49,5 b	56,5 b

Las letras iguales indican que no hay diferencia estadística significativa a nivel de Duncan α =0.05; * híbrido precoz termino la cosecha.

En la figura 6, observamos un crecimiento sostenido en todas las evaluaciones, siendo siempre el híbrido Paraiso el de mayor altura en todas las evaluaciones y Confidant de menor altura.

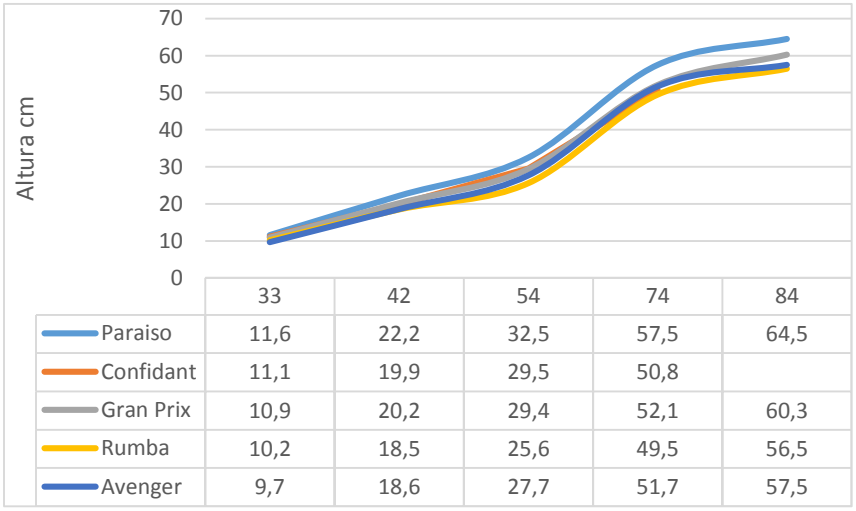


Figura 5: Altura de planta a los 33, 42, 54, 74, 84 días después de trasplante.

Se observa que para los híbridos Rumba y Avenger los datos se corroboran a lo hallado por Vilca (2019) para el hibrido Rumba 47.4cm a la cosecha y Avenger con 51.2cm a la cosecha, para la misma época de siembra; contrario a lo hallado por Muñoz (2012) para Avenger que para el día 60 obtuvo altura de 59.43 cm, esto puede deberse a que son diferentes zonas geográficas, factores medioambientales y manejo cultural. También para el híbrido Rumba

nuestros datos se asemejan a lo hallado por Peña (2018) con alturas mayor a 47.15 esto varia con la aplicación de diferentes dosis de Diatomita que realizó en su trabajo.

Estas variaciones encontradas en el presente trabajo pueden deberse a variaciones ambientales y diferencias genéticas propias de cada híbrido como nos menciona Pedrol (2004) citado por Diego (2015) que las variaciones ambientales conllevan a una variabilidad fenotípica visible en la planta, la cual puede deberse a la existencia de diferencias genotípicas, al ambiente o a la interacción de ambas.

4.4 NÚMERO DE HOJAS

En las tablas 22 a 26 de anexo, observamos que para los ANOVA del día 33, 42 y 54, existen diferencias significativas para híbridos ($p<0.05$), donde por lo menos dos híbridos tienen diferentes cantidades de hojas. Los coeficientes de variación son 4.84, 7.35, 4.09, 7.05 y 6.87%, que nos indica que existe una buena precisión en el experimento además de tener un porcentaje de variación mínimo

En la tabla 8, al realizar el test de comparaciones múltiples de Duncan, observamos que para el día 84 ddt el híbrido Avenger, es el que presenta la mayor cantidad de hojas y el híbrido Confidant es el que presenta, la menor cantidad de hojas.

Tabla 9: Número de hojas para diferentes híbridos de brócoli (*B. oleracea* var. *italica*.) Cayma - Arequipa 2017

Tratamiento	Número de hojas				
	33 d.d.t.	42 d.d.t.	54 d.d.t.	74 d.d.t.	84 d.d.t.
Paraiso F1	7,20 a	8,21 a	10,39 a	12,6 a	13,13 b
Gran Prix F1	6,63 b	6,23 c	8,55 bc	12,0 ab	13,47 ab
Avenger F1	5,87 c	6,08 c	8,02 c	11,87 ab	14,67 a
Rumba F1	6,53 b	6,28 c	8,60 bc	11,6 ab	12,4 b
Confidant F1	6,37 b	7,18 b	9,20 b	10,73 b	*10.73

**** Híbrido precoz se cosechó antes.***

En el figura 6, observamos un mayor crecimiento hasta los 74 días del híbrido Paraíso, siendo el híbrido Avenger el que a los 84 días presenta la mayor cantidad de hojas. Confidant solamente es evaluado hasta los 74 días porque finalizó la cosecha, y presenta la menor cantidad de hojas. Estas diferencias entre los híbridos se deben a que genéticamente son diferentes asi como menciona Pedrol (2004) citado por Diego (2015) que estas diferencias de número de hojas entre los híbridos se deben a la respuesta de cada uno de ellos frente a las condiciones ambientales que se presentó en la zona de ensayo durante la fase fenológica del cultivo y al carácter genético de cada híbrido. Las variaciones ambientales ya sean ecológicas o fisiológicas, conllevan a una variabilidad fenotípica visible en la planta, la cual puede deberse a la existencia de diferencias genotípicas, al ambiente o a la interacción de ambas.

Asimismo los datos obtenidos son aproximados a los encontrado por Vilca (2019) que tuvo como resultado para el hibrido Rumba y Avenger, contrario a lo hallado por Diego (2015) para los mismos híbridos que obtuvo número de hojas mayores esto puede deberse a los manejos culturales así como las zonas geográficas diferentes.

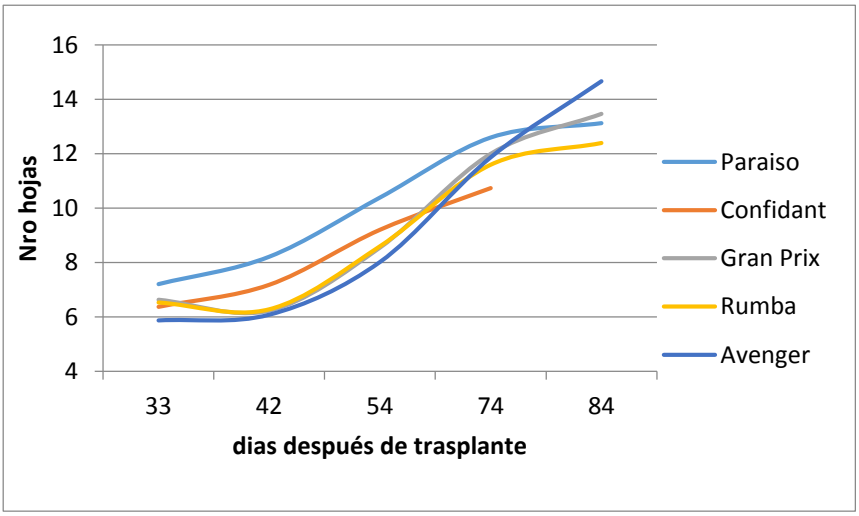


Figura 6: Número de hojas a los 33, 42, 54, 74, 84 ddt, para el rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica)* Cayma – Arequipa 2017.

4.5 ÁREA FOLIAR

En la tabla 27(anexo), observamos en el ANOVA correspondiente, que existen diferencias altamente significativas del área foliar para híbridos ($p<0.01$), por lo que podemos afirmar que por lo menos dos híbridos son diferentes para el área foliar.

El coeficiente de variación de 8.48 %, es un indicador de que existe un porcentaje de variación mínimo.

En la tabla 10, al realizar, el test de comparaciones múltiples de Duncan, observamos que el híbrido Avenger, es el que presenta la mayor área foliar seguido de Grand Prix, siendo el híbrido Confidant el que presenta la menor área foliar.

Tabla 10: Área foliar (cm^2) al finalizar la cosecha para el rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017.

Tratamientos	Área foliar (cm2)
Avenger F1	441.1 a
Gran Prix F1	367.5 b
Rumba F1	365.7 b
Paraiso F1	352.9 b
Confidant F1	269.6 c

Las letras iguales indican que no hay diferencia estadística significativa a nivel de Duncan α =0.05

En la figura 7, observamos una mayor área foliar del híbrido Avenger con 928.6 cm2, Grand Prix con 867.2 cm2, Rumba con 829.2 cm2, Paraiso con 802.7 cm2 y ultimo Confidant con 674.8 cm2 con menor área foliar.

Podemos afirmar que es importante este parámetro porque son las hojas en donde se realiza la fotosíntesis importante para un buen desarrollo de la planta así como menciona Calderón *et al.,* (2009) que la hoja es la superficie de intercambio entre la planta y el medio aéreo,

así como el lugar donde se realiza la fotosíntesis, aspectos fuertemente vinculados a la acumulación de biomasa y a la productividad.

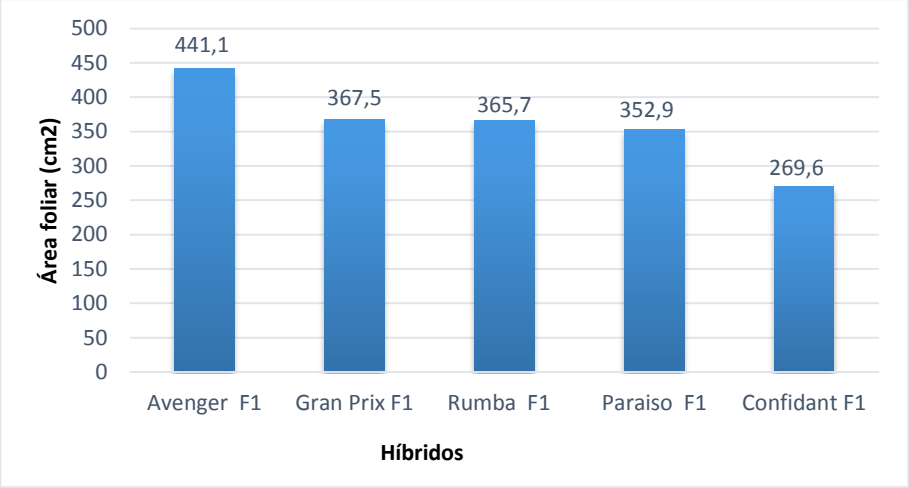


Figura 7: Área foliar (cm2), para el rendimiento agronómico de cuatro híbridos

También podemos afirmar que las diferencias encontradas en este parámetro son por factores genéticos que interactuaron con el manejo cultural y las condiciones ambientales durante el ensayo.

4.6 DIÁMETRO DE PELLA

En la tabla 28(anexo), se observa que para el ANOVA de diámetro de pella en cm, existen diferencias altamente significativas entre híbridos (p=0.0094), por lo que podemos afirmar que por lo menos dos híbridos son diferentes para el diámetro de pella. El coeficiente de variación es de 3.14%, que nos muestra, que existe un porcentaje de variación mínimo, siendo los datos muy confiables e indica el grado de precisión del experimento.

En la tabla 11, al realizar, el test de comparaciones múltiples de Duncan, observamos que el híbrido Avenger, es el que presenta el mayor diámetro de pella con 13.58 cm, seguido del híbrido Rumba con 13.47 cm, ambos sin diferencias para el test de Duncan; los híbridos Paraiso, Confidant y Grand Prix presentan diámetros menores con 12.71 cm, 12.43 y 12.19 cm, respectivamente.

Tabla 11: Diámetro de pella (cm) para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017.

Tratamientos	Diámetro de pella (cm)
Avenger F1	13,58 a
Rumba F1	13,47 ab
Paraiso F1	12,71 bc
Confidant F1	12,42 c
Grand Prix F1	12,19 c

Las letras iguales indican que no hay diferencia estadística significativa a nivel de Duncan α =0.05

En la Figura 8, observamos que el mayor diámetro de pella, lo presenta el híbrido Avenger seguido de Rumba. Grand Prix es la que presenta el menor diámetro de pella. Estas diferencias entre hibrido se le puede atribuir a su genética propia de cada hibrido ya que las condiciones medio ambientales culturales fueron para las misma iguales, así como también nos manifiesta. Sin embargo los datos obtenidos se encuentran dentro lo mencionado por Maroto (1995) citado por Peña (2018) que nos indica que las inflorescencias miden de 7 a 20 cm de diámetro.

Para los híbridos Confidant y Paraiso con 12.42cm y 12.71 cm respectivamente fueron inferiores a los obtenidos de Diego (2015) podemos afirmar que las condiciones geográficas, factores ambientales y manejo cultural no son las mimas.

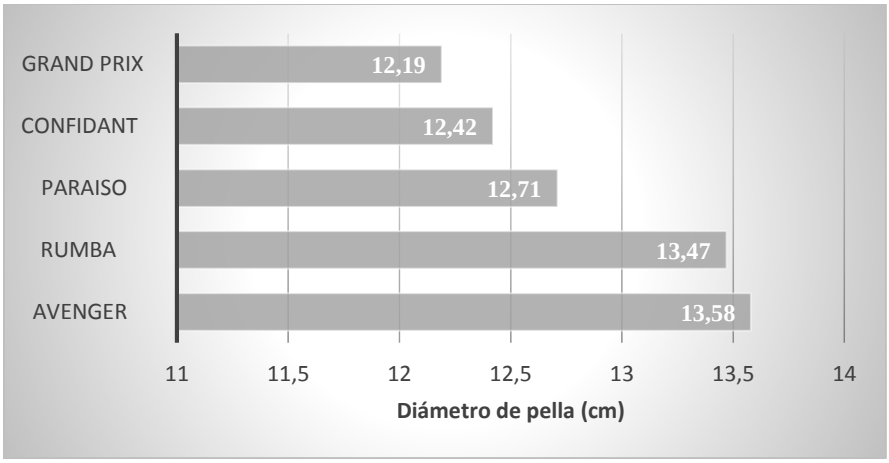


Figura 8: Diámetro de pella en cm, para el rendimiento agronómico de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica*) Cayma – Arequipa 2017.

4.7. RENDIMIENTO

En la tabla 29(anexo), observamos para el anova de rendimiento de primera, existen diferencias altamente significativas entre híbridos ($p<0.01$), por lo que podemos afirmar que por lo menos dos híbridos son diferentes para el rendimiento de primera.

El coeficiente de variación de 7.28%, nos muestra, que existe un porcentaje de variación mínimo.

En la tabla 12, al realizar el test de comparaciones múltiples de Duncan, para rendimiento en t ha^{-1} rendimiento primera, se observa que el híbrido Avenger con un promedio de 25.36 t ha^{-1} ocupa primer lugar según test de Duncan seguido de Rumba con 23.87 t ha^{-1}, esto se debe a que las condiciones ambientales durante el ciclo del cultivo fueron favorables para este híbrido en comparación con los demás híbridos pese a que el manejo fue igual para todos los tratamientos.

En la tabla 30(anexo), observamos el ANOVA de rendimiento de segunda, y se observa que existen diferencias altamente significativas entre híbridos ($p<0.01$), donde por lo menos dos

híbridos son diferentes para el rendimiento de segunda. El coeficiente de variación de 46.3%, nos muestra, que existe un porcentaje de variación muy alto para el rendimiento de segunda.

En la tabla 12, al realizar el test de comparaciones múltiples de Duncan para rendimiento de segunda, observamos que el híbrido Confidant, es el que presenta el mayor rendimiento de segunda, seguido de Paraiso, Rumba, Avenger y Grand Prix.

Tabla 12: Rendimiento en t ha^{-1}, para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017.

Tratamiento	Rendimiento (t ha^{-1})	
	Primera	**Segunda**
Avenger F1	25.36 a	0.43 b
Rumba F1	23.87 a	0.5 b
Paraiso F1	19.26 b	0.87 b
Grand Prix F1	17.41 b	0.35 b
Confidant F1	12.91 c	3.37 a

Las letras iguales indican que no hay diferencia estadística significativa a nivel de Duncan α =0.05

En la figura 9, observamos que el mayor rendimiento de primera lo tiene el híbrido Avenger, seguido de Rumba y Paraiso; menores rendimientos de primera en los demás híbridos, Confidant es el que presenta menor rendimiento de primera; datos con diferencias estadísticas.

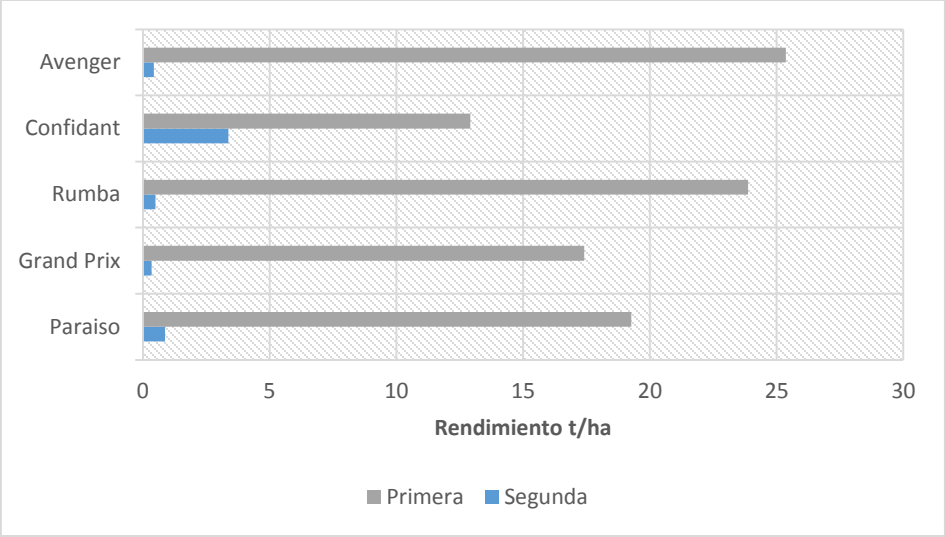


Figura 9: Rendimiento en t ha $^{-1}$, para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica*) Cayma – Arequipa 2017.

En el presente ensayo el rendimiento del híbrido Paraiso con 19.26 t ha^{-1} , es inferior a los encontrados por Diego (2015) que fue de 29.48 t ha^{-1} asimismo para el hibrido Confidant también se obtuvo menor rendimiento con 12.91 t ha^{-1} es inferior a los encontrados por Diego (2015) que fue de 23.9 t ha^{-1},estos datos con mayor rendimiento se hallaron en Huancayo en época de verano puede deberse a las condiciones ambientales favorables que se presentó.

Para los híbridos Rumba y Avenger el rendimiento primera promedio fueron mayores a los hallados por Vilca (2019) para los híbridos Rumba con 12.59 t ha^{-1} y para Avenger 18.78 t ha^{-1} esto puede deberse al manejo cultural que tuvo.

Para el hibrido Rumba, Peña (2018) obtuvo rendimientos por encima de 18 t ha^{-1} la aplicación de Diatomita influyó en sus rendimiento.

4.8 MATERIA SECA

En la tabla 32(anexo), observamos que, para el anova de materia seca en porcentaje, existen diferencias significativas entre híbridos (p=0.0461), por lo que podemos afirmar que por lo menos dos híbridos son diferentes para la materia seca.

El coeficiente de variación de 4.19%, nos muestra, que existe un porcentaje de variación mínimo, siendo los datos confiables.

En la tabla 13, al realizar, el test de comparaciones múltiples de Duncan, observamos que el híbrido Confidant, es el que presenta el mayor porcentaje de materia seca, seguido de Grand Prix con 11.32 de materia seca, siendo el híbrido Avenger el que presenta el menor porcentaje de materia seca con 10.35%.

Tabla 13: Materia Seca (%), para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(Brassica oleracea L. var. italica Plenk)* Cayma - Arequipa 2017.

Híbridos	Peso fresco g	Peso seco g	Materia seca %
	Medias	Medias	Medias
Confidant F1	296.67 a	33.33b	11.70 a
Gran Prix F1	377.20 ab	42.60 ab	11.32 ab
Paraiso F1	334.87 ab	36.90 ab	11.04 abc
Rumba F1	424.90 a	45.23 ab	10.65 bc
Avenger F1	410.60 a	42.50 ab	10.35 c

Las letras iguales indican que no hay diferencia estadística significativa a nivel de Duncan (α =0.05)

Los datos obtenidos difieren para los híbridos Rumba y Avenger obtenidos por Coaquira (2018) 11.52 % y 12.33% respectivamente siendo nuestros datos Rumba 10.65% y Avenger 10.35%, esto puede deberse a que el método para la determinación de materia seca no fué el mismo.

Las hortalizas de brócoli tienen alto contenido de agua así como lo señala Cornejo (2011) citado por Coaquira (2018), indica que las hortalizas poseen un alto contenido de agua y bajo nivel de fibra, situación que determina que el porcentaje de materia seca fluctúe entre: 8% y 16%, esto corrobora nuestros datos ya que nos encontrados dentro de estos rangos.

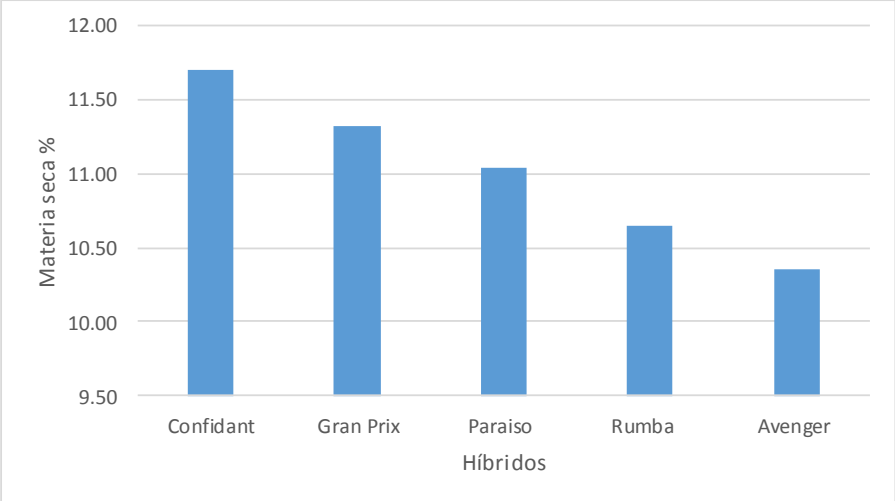


Figura 10: Porcentaje de Materia seca (%), para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(Brassica oleracea L. var. italica Plenk)* Cayma – Arequipa 2017.

Estos porcentajes de materia seca son el resultado de la eficiencia con que el cultivo intercepta y utiliza la radiación solar disponible, como nos menciona Rodríguez (2012) la radiación solar la principal fuente de energía, debe tener un carácter preponderante dentro de todos los factores ambientales determinantes en la producción de materia seca y el rendimiento de la planta.

La determinación de la materia seca es muy importante porque el agua no contiene proteínas así como menciona Canseco (2007) el contenido de materia seca está relacionado con los indicadores de calidad, tales como la fibra, digestibilidad, energía metabolizable, proteína y carbohidratos solubles, debido a que, para poder determinar estos 5 componentes se requiere de la extracción del contenido de humedad

Por lo tanto podemos concluir para materia seca que está estrechamente relacionado con el contenido nutricional del brócoli, lo que sugiere una mayor calidad alimenticia para el híbrido Confidant F1 que obtuvo una mayor materia seca en comparación con los demás híbridos.

4.9 PESO DE PELLA

En la tabla 37(anexo), observamos que, para el anova de materia peso de pella en gramos, existen diferencias significativas entre híbridos (p=0.0001), por lo que podemos afirmar que por lo menos dos híbridos son diferentes para peso de pella.

El coeficiente de variación de 5.97% muestra, que existe un porcentaje de variación mínimo, siendo los datos confiables.

Tabla 14 : Peso de pella**,** para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica*) Cayma - Arequipa 2017.

Híbridos	Medias (g)	Duncan
Avenger F1	460.67	a
Rumba F1	450.00	a
Paraiso F1	354.67	b
Gran Prix F1	338.67	b
Confidant F1	314.00	b

Las letras iguales indican que no hay diferencia estadística significativa a nivel de Duncan α =0.05

En la tabla 14, al realizar el test de comparaciones múltiples de Duncan, observamos que el híbrido Avenger con 460.67 g seguido de Rumba con 450 g no presentando diferencias significativas entre sí inferior a lo hallado por Vilca (2019) que obtuvo peso de pella mayores además Muñoz (2012) encontró también datos superiores para el hibrido Avenger para estos híbridos esto puede deberse al manejo cultural y a las condiciones ambientales que fueron diferentes.

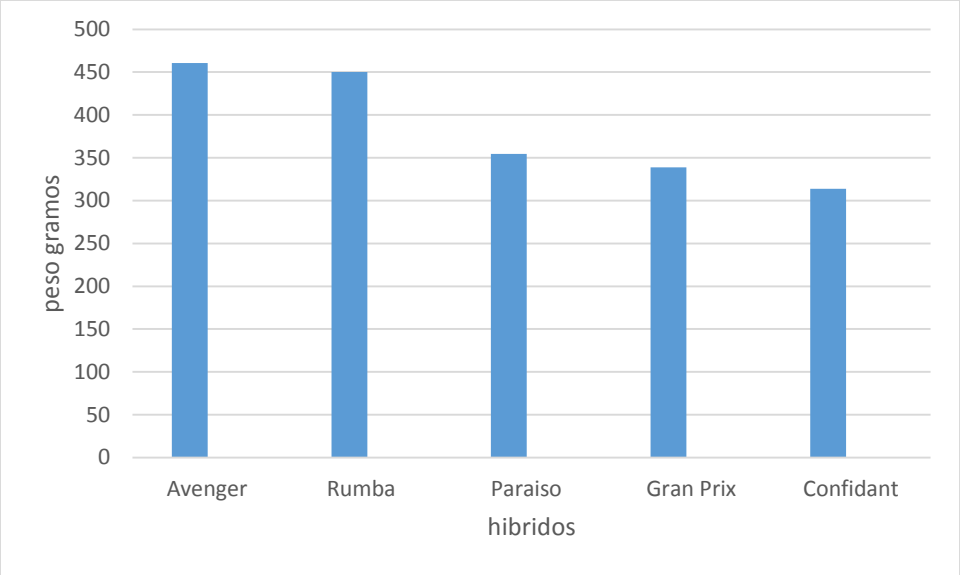


Figura 11: Peso de Pella (gramos), para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica*) Cayma – Arequipa 2017.

En la figura 11 el hibrido Rumba con 450 gramos es inferior a lo hallado por Muñoz (2012) esto puede deberse a que es otra zona geográfica ya que dicho ensayo se llevó a cabo en Cantón Riobamba Ecuador.

Estas diferencias entre los híbridos pueden deberse a las características genéticas y su interacción con el medio ambiente y los manejos culturales así también lo menciona Díaz y Jaramillo (2006) que el peso de la pella depende del cultivar, del manejo agronómico del cultivo y de las condiciones ambientales (temperatura, luz, humedad y altitud).

Para los híbridos Confidant y Paraiso los datos obtenidos son inferiores a los determinados por Diego (2015) esto puede deberse a que es diferente la estación en que se realizó dicho ensayo y también es en otra zona geográfica Huancayo.

Para los híbridos Avenger y Rumba los datos encontrados son superiores a los hallados por Coaquira (2018) esto puede deberse al manejo cultural que se realizó.

Tabla 15: Resumen de los parámetros evaluados para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica*) Cayma - Arequipa 2017.

Germinación	Prendimiento	Altura de planta	Numero de hojas	Área foliar	Diámetro de pella	Materia seca	Peso pella	Rendimiento (t ha-1)		Tratamiento
%	%	84 ddt	84 ddt	cm^2	cm	%	g	Primera	Segunda	híbridos
98.6	96.67 a	57,5 ab	14,67 a	441.1 a	13,58 a	10.35 c	460.67 a	25.36 a	0.43 b	Avenger
90.3	97.33 a	56,5 b	12,4 b	365.7 b	13,47 ab	10.65 bc	450.00 a	23.87 a	0.5 b	Rumba
94	96.67 a	64,5 a	13,13 b	352.9 b	12,71 bc	11.04 abc	354.67 b	19.26 b	0.87 b	Paraiso
96.4	97.33 a	60,3 a	13,47 ab	367.5 ab	12,19 c	11.32ab	338.67 b	17.41 b	0.35 b	Grand Prix
90.4	98.67 a	*50,8	*10.73	269.7 c	12,42 c	11.70 a	314.00 b	12.91 c	3.37 a	Confidant

En la tabla 15 podemos observar un resumen de todos los parámetros evaluados el orden basado en rendimiento de primera, podemos afirmar que el híbrido Avenger es el que obtuvo mayor rendimiento con 25.36 t ha^{-1} asimismo para número de hojas, área foliar, diámetro de pella y peso de pella obtuvo resultados superiores con diferencias estadísticas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- El híbrido Rumba F1, fue el que mejor resultado reportó para rendimiento con 23,87 t ha $^{-1}$ en comparación con los tres híbridos nuevos para las condiciones de la zona del valle de Chilina, El híbrido Confidant F1 obtuvo el menor rendimiento con 12,91 t ha $^{-1}$.
- El híbrido Avenger F1 que se planteó como testigo, fue el primer lugar en rendimiento con 25,36 t ha $^{-1}$ superando a los híbridos nuevos para el valle de Chilina; el híbrido Avenger F1 esta aclimatado a la zona del valle de Chilina por ello los buenos resultados en rendimiento.
- Los datos reportados con diferencias estadísticas.

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

1 Para todos los híbridos se puede afinar la información sembrando independientemente cada uno con diferentes dosis de fertilizaciones, diferentes fechas de fertilización, diferentes densidades de siembra, diferentes fechas de siembra y diferentes manejos culturales.

2 Realizar este experimento en otras zonas con rotación de cultivos.

3 Replicar este ensayo con manejo orgánico.

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Coaquira B. (2019) Comparativo de seis cultivares de brócoli (*brassica oleracea l. var. italica*) Cayma 2018 Tesis Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa- Perú.
- Corea, G. y Miranda,E. 2007 *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). Tesis* Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria, UNA
- Diego W. 2015 Introducción y adaptación de híbridos de brócoli (*brassica oleracea l. var. italica*) en la estación experimental agraria santa anahualahoyo Huancayo, Tesis Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Del Centro del Perú, El Mantaro, Jauja-Perú.
- Garcia E. 2016 Formas de aplicación y dosis de ranman (ciazofamid) para controlar Plasmodiophora brassicae en *Brassica oleracea var. italica* cv. „Legacy", Tesis Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa- Perú.
- Gómez J. Evaluación del secado en horno microondas como método alternativo para la determinación de materia seca parcial en muestras de ballica (Lolium perenne) Tesis Ingeniero Agrónomo Universidad Austral de Chile 2011
- Francescangeli, N; Héctor R. Martí, M. I. Stoppani. 2001. Cultivo de brócoli en invernadero para producción de alta calidad. San Pedro Argent

- Laurent Torres, José Luis 2011Efecto de tres sistemas de establecimiento y dos cultivares de brócoli (Rumba, Batavia) (*Brassica oleracea L var. italica Pleck*) en dos métodos de siembra sobre el rendimiento y calidad de plántulas para trasplante. En la región de La Araucanía Universidad de La Frontera, Temuco, Chile Tesis Ingeniero Agrónomo Universidad de La Frontera Chile 2011
- Linzmayer *MB.* 2004. Respuesta de tres cultivares de brócoli (*Brassica oleracea var. italica*) a diferentes fechas de almácigo y trasplante, en Valdivia. Tesis Lic. Agr. Valdivia, CL. Universidad Austral de Chile. Consultado 28 mar. 2019. Disponible en http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/fal762r/pdf/fal762r.pdf 29.
- Maroto, J. V; López – G. S.; Rueda, R.; Bauxali, C.; García, Mª. J. y Aguilar, J. M. 2000. Ensayo de variedades de brócoli. Memoria de actividades 2000. Generalitat Valenciana. Consellería D´Agricultura, Pesca y Alimentación. Valencia: Caja Rural de Valencia. Valencia-España.
- Muñoz e. 2012 evaluación de la aclimatación y rendimiento de 20 cultivares de brócoli (*brassica oleracea l. var italica*.), a campo abierto, en Macají, Cantón Riobamba, provincia de Chimborazo Tesis Ingeniero Agrónomo Riobamba – Ecuador
- Parra C. 2012 Evaluación de la aclimatación y rendimiento de 20 cultivares de Brocoli *(Brassica oleracea L. var. italica*.), a campo abierto, en guayllabamba, cantón chambo, provincia de Chimborazo, Tesis Ingeniero Agrónomo, Facultad De Recursos Naturales Escuela De Ingeniería Agronómica Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba – Ecuador.
- Peña V., 2018, Aplicación foliar de diatomita en el control de polilla de la col (*Plutella xylostella*) y pulgón (*Brevicoryne brassicae*) en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*

L. var. italica) cv. ¨Rumba¨. Tesis Ingeniero Agrónomo, facultad de Agronomía, Universidad Nacional de San Agustín Arequipa. Arequipa- Perú.

- Subproyecto CRAACCCA_INCAGRO, 2008-2009.Informe técnico abril 2008 - marzo 2009.”Buenas prácticas agrícolas y manejo integrado de plagas y enfermedades en hortalizas con mínimos insumos contaminantes. Comisión de regantes acequia alto Cayma, Cerro Colorado y anexos” Arequipa –Perú.
- Toledo, J; 1995.cultivo de brócoli proyecto SITITA. Lima _Perú.
- Vallejo Z. 2013 Evaluación de siete variedades de brócoli *(Brassica oleracea var. italica*) en dos localidades de Pichincha. Tesis de grado previo a la obtención del Título de Ingeniera Agrónoma. Carrera de Ingeniería Agronómica. Quito: UCE
- Vislao 2013 estudio comparativo de adaptabilidad de cinco híbridos y una variedad en la producción del cultivo del brócoli (*Brassica oleracea L.*) bajo las condiciones agroecológicas del distrito de Lamas en la Universidad Nacional de San Martin-Tarapoto.

CAPITULO VIII

ANEXOS

Tabla 16: Anova y test de Duncan para el prendimiento (%) a los 12 d.d.t. para el rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (B. oleracea var. italica) Cayma - Arequipa 2017.

Prendimiento

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Prendimiento	15	0.16	0	2.43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8.53	6	1.42	0.25	0.944
Bloques	0.53	2	0.27	0.05	0.9538
Hibridos	8	4	2	0.36	0.8324
Error	44.8	8	5.6		
Total	53.33	14			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 5.6000 gl: 8

Hibridos	Medias	n	Duncan
Confidant	98.67	3	A
Rumba	97.33	3	A
Gran Prix	97.33	3	A
Paraiso	96.67	3	A
Avenger	96.67	3	A

Tabla 17: Anova y test de Duncan para la altura de planta (cm) a los 33 d.d.t. para para el rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica) Cayma* - Arequipa 2017.

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Altura33ddt	15	0.65	0.39	8.73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12.98	6	2.16	2.48	0.1172
Bloques	5.89	2	2.95	3.38	0.0864
Hibridos	7.08	4	1.77	2.03	0.1831
Error	6.98	8	0.87		
Total	19.96	14			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 0.8727 gl: 8

Hibridos	Medias	n	Duncan
Paraiso	11.61	3	A
Confidant	11.12	3	AB
Gran Prix	10.88	3	AB
Rumba	10.22	3	AB
Avenger	9.66	3	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tabla 18: Anova y test de Duncan para la altura de planta (cm) a los 42 d.d.t. para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. Oleracea var. italica*) Cayma - Arequipa 2017.

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Altura42ddt	15	0.6	0.3	7.61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	27.76	6	4.63	2.02	0.1753
Bloques	0.74	2	0.37	0.16	0.8532
Hibridos	27.02	4	6.75	2.95	0.0899
Error	18.29	8	2.29		
Total	46.05	14			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 2.2859 gl: 8

Hibridos	Medias	n	Duncan
Paraiso	22.17	3	A
Gran Prix	20.22	3	AB
Confidant	19.94	3	AB
Avenger	18.56	3	B
Rumba	18.5	3	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tabla 19: Anova y test de Duncan para la altura de planta (cm) a los 54 d.d.t. para para el rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017.

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Altura54ddt	15	0,6	0,3	9,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	85,47	6	14,25	2	0,1792
Bloques	6,32	2	3,16	0,44	0,6568
Hibridos	79,16	4	19,79	2,78	0,1021
Error	56,98	8	7,12		
Total	142,46	14			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 7.1231 gl: 8

Hibridos	Medias	n	Duncan
Paraiso	32,53	3	A
Confidant	29,5	3	AB
Gran Prix	29,38	3	AB
Avenger	27,69	3	AB
Rumba	25,56	3	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tabla 20: Anova y test de Duncan para la altura de planta (cm) a los 74 d.d.t. para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017.

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Altura74ddt	15	0,8	0,66	4,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	192,91	6	32,15	5,46	0,0159
Bloques	82,09	2	41,04	6,97	0,0177
Hibridos	110,83	4	27,71	4,7	0,0302
Error	47,14	8	5,89		
Total	240,05	14			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 5.8927 gl: 8

Hibridos	Medias	n	Duncan
Paraiso	57,47	3	A
Gran Prix	52,13	3	B
Avenger	51,73	3	B
Confidant	50,8	3	B
Rumba	49,53	3	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tabla 21: Anova y test de Duncan para la altura de planta (cm) a los 84 d.d.t. para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017.

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Altura84ddt	12	0.6	0.27	6.87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7.83	5	1.57	1.82	0.2434
Bloques	1.5	2	0.75	0.87	0.4655
Hibridos	6.33	3	2.11	2.45	0.1612
Error	5.17	6	0.86		
Total	13	11			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 0.8611 gl: 6

Hibridos	Medias	n	Duncan
Avenger	14.67	3	A
Paraiso	13.33	3	AB
Gran Prix	13.33	3	AB
Rumba	12.67	3	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tabla 22: Anova y test de Duncan para hojas a los 33 d.d.t. para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017.

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Hojas33ddt	15	0.9	0.82	4.84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6.93	6	1.16	11.56	0.0014
Bloques	2.53	2	1.27	12.67	0.0033
Hibridos	4.4	4	1.1	11	0.0025
Error	0.8	8	0.1		
Total	7.73	14			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 0.1000 gl: 8

Hibridos	Medias	n	Duncan
Paraiso	7.33	3	A
Rumba	6.67	3	B
Gran Prix	6.67	3	B
Confidant	6.33	3	B
Avenger	5.67	3	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 23: Anova y test de Duncan para hojas a los 42 d.d.t. para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017.

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Hojas42 ddt	15	0.81	0.66	7.35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8.4	6	1.4	5.6	0.0147
Bloques	0	2	0	0	>0.9999
Hibridos	8.4	4	2.1	8.4	0.0058
Error	2	8	0.25		
Total	10.4	14			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 0.2500 gl: 8

Hibridos	Medias	n	Duncan
Paraiso	8	3	A
Confidant	7.33	3	A
Gran Prix	6.33	3	B
Avenger	6.33	3	B
Rumba	6	3	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tabla 24: Anova y test de Duncan para hojas a los 54 d.d.t. para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017.

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Hojas54ddt	15	0.9	0.83	4.09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9.87	6	1.64	12.33	0.0012
Bloques	0.93	2	0.47	3.5	0.0809
Hibridos	8.93	4	2.23	16.75	0.0006
Error	1.07	8	0.13		
Total	10.93	14			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 0.1333 gl: 8

Hibridos	Medias	n	Duncan
Paraiso	10.33	3	A
Confidant	9	3	B
Rumba	8.67	3	BC
Gran Prix	8.67	3	BC
Avenger	8	3	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tabla 25: Anova y test de Duncan para hojas a los 74 d.d.t. para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017.

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Hojas74ddt	15	0.58	0.26	7.05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7.47	6	1.24	1.82	0.212
Bloques	0.53	2	0.27	0.39	0.6891
Hibridos	6.93	4	1.73	2.54	0.1223
Error	5.47	8	0.68		
Total	12.93	14			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 0.6833 gl: 8

Hibridos	Medias	n	Duncan
Paraiso	12.67	3	A
Gran Prix	12	3	AB
Avenger	12	3	AB
Rumba	11.33	3	AB
Confidant	10.67	3	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 26: Anova y test de Duncan para hojas a los 84 d.d.t. para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017.

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Hojas84ddt	12	0.6	0.27	6.87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7.83	5	1.57	1.82	0.2434
Bloques	1.5	2	0.75	0.87	0.4655
Hibridos	6.33	3	2.11	2.45	0.1612
Error	5.17	6	0.86		
Total	13	11			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 0.8611 gl: 6

Hibridos	Medias	n	Duncan
Avenger	14.67	3	A
Paraiso	13.33	3	AB
Gran Prix	13.33	3	AB
Rumba	12.67	3	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tabla 27: Anova y test de Duncan para área foliar (cm2) para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017.

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Area foliar (cm2)	15	0.87	0.77	8.48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	49524.36	6	8254.06	8.89	0.0035
Bloques	4913.62	2	2456.81	2.65	0.1311
Híbridos	44610.74	4	11152.68	12.02	0.0018
Error	7424.32	8	928.04		
Total	56948.68	14			

Híbridos	Medias	n	Duncan
Avenger F1	441.11	3	A
Grand Prix F1	367.47	3	B
Rumba F1	365.74	3	B
Paraiso F1	352.91	3	B
Confidant F1	269.7	3	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tabla 28: Anova y test de Duncan para diámetro de pella (cm) para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (*B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017**.**

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
DiametroPella	15	0.79	0.63	3.14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4.84	6	0.81	4.94	0.0211
Bloques	0.18	2	0.09	0.55	0.5956
Hibridos	4.66	4	1.16	7.14	0.0095
Error	1.31	8	0.16		
Total	6.14	14			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 0.1631 gl: 8

Hibridos	Medias	n	Duncan
Avenger	13.58	3	A
Rumba	13.47	3	A
Paraiso	12.71	3	B
Confidant	12.42	3	B
Gran Prix	12.19	3	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 29: Anova y test de Duncan para rendimiento de primera para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017.

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Rendimiento 1ra	15	0.95	0.91	7.28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	303.79	6	50.63	24.5	0.0001
Bloques	0.17	2	0.08	0.04	0.9601
Hibridos	303.62	4	75.9	36.73	<0.0001
Error	16.53	8	2.07		
Total	320.32	14			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 2.0663 gl: 8

Hibridos	Medias	n	Duncan
Avenger	25.37	3	A
Rumba	23.87	3	A
Paraiso	19.23	3	B
Gran Prix	17.4	3	B
Confidant	12.9	3	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 30: Anova y test de Duncan para rendimiento de segunda, para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017.

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Rdto2da	15	0.91	0.83	46.3

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	19.87	6	3.31	12.77	0.001
Bloques	0.11	2	0.06	0.22	0.8103
Hibridos	19.75	4	4.94	19.04	0.0004
Error	2.07	8	0.26		
Total	21.94	14			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 0.2593 gl: 8

Hibridos	Medias	n	Duncan
Confidant	3.37	3	A
Paraiso	0.87	3	B
Rumba	0.5	3	B
Avenger	0.43	3	B
Gran Prix	0.33	3	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tabla 31: Anova y test de Duncan para rendimiento total, para el rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017.

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RdtoTotal	15	0.92	0.87	6.98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	204.7	6	34.12	16.11	0.0005
Bloques	0.24	2	0.12	0.06	0.945
Hibridos	204.46	4	51.11	24.14	0.0002
Error	16.94	8	2.12		
Total	221.64	14			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 2.1173 gl: 8

Hibridos	Medias	n	Duncan
Avenger	25.8	3	A
Rumba	24.37	3	A
Paraiso	20.1	3	B
Gran Prix	17.73	3	BC
Confidant	16.27	3	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 32: Anova y test de Duncan para Materia seca (%), para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017.

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Materia seca	15	0.68	0.45	4.19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.68	6	0.61	2.88	0.0844
Bloques	0.3	2	0.15	0.69	0.5274
Hibridos	3.39	4	0.85	3.97	0.0461
Error	1.7	8	0.21		
Total	5.39	14			

Hibridos	Medias	n	Duncan
Confidant	11.7	3	A
Gran Prix	11.32	3	AB
Paraiso	11.04	3	ABC
Rumba	10.65	3	BC
Avenger	10.35	3	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p

Tabla 33: Anova y test de Duncan para la medida ecuatorial, para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017.

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
MedidaEcua	15	0.79	0.63	3.14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	47.74	6	7.96	4.94	0.0211
Bloques	1.78	2	0.89	0.55	0.5956
Hibridos	45.96	4	11.49	7.14	0.0095
Error	12.88	8	1.61		
Total	60.62	14			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 1.6101 gl: 8

Hibridos	Medias	n	Duncan
Avenger	42.67	3	A
Rumba	42.32	3	A
Paraiso	39.92	3	B
Confidant	39.03	3	B
Gran Prix	38.3	3	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 34: Anova y test de Duncan para la medida de domo de pella (cm), para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017.

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
MedidaDom	15	0.75	0.56	5.79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	41.2	6	6.87	3.99	0.0379
Bloques	1.62	2	0.81	0.47	0.6414
Hibridos	39.58	4	9.9	5.75	0.0176
Error	13.78	8	1.72		
Total	54.97	14			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 1.7220 gl: 8

Hibridos	Medias	n	Duncan
Gran Prix	24.4	3	A
Avenger	24.17	3	A
Rumba	23.17	3	AB
Paraiso	21.4	3	BC
Confidant	20.2	3	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 35: Anova y test de Duncan para diámetro de tallo de pella, para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017.

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
TalloDiámetr	15	0.92	0.85	4.01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	21.05	6	3.51	14.42	0.0007
Bloques	0.22	2	0.11	0.45	0.6542
Hibridos	20.83	4	5.21	21.4	0.0002
Error	1.95	8	0.24		
Total	22.99	14			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 0.2433 gl: 8

Hibridos	Medias	n	Duncan
Rumba	13.95	3	A
Paraiso	12.8	3	B
Avenger	12.68	3	B
Confidant	11.47	3	C
Gran Prix	10.53	3	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 36: Anova y test de Duncan para largo de tallo de pella, para rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017.

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
LargoTallo	15	0.67	0.42	7.04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.04	6	0.34	2.7	0.0973
Bloques	0.74	2	0.37	2.95	0.1099
Hibridos	1.3	4	0.32	2.58	0.1185
Error	1.01	8	0.13		
Total	3.05	14			

Test:Duncan Alfa=0.05
Error: 0.1258 gl: 8

Hibridos	Medias	n	Duncan
Gran Prix	5.4	3	A
Paraiso	5.21	3	AB
Rumba	5.17	3	AB
Avenger	4.81	3	AB
Confidant	4.59	3	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 37: Anova para peso de pella (g), para el rendimiento de cuatro híbridos de brócoli *(B. oleracea var. italica)* Cayma - Arequipa 2017.

PesoPella (gramos)

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
PesoPella	15	0.93	0.87	5.97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	54164.8	6	9027.47	17.24	0.0004
Bloques	19.2	2	9.6	0.02	0.9819
Hibridos	54145.6	4	13536.4	25.85	0.0001
Error	4188.8	8	523.6		
Total	58353.6	14			

Figura 12: Germinación en bandejas

Figura 13: Vista panoramica en campo con 13 días después de trasplante

Figura 14: Evaluación de *Plutella*

Figura 15: Vista panorámica campo

Figura 16*:* Hoyado para abonamiento

Figura 17: Tapado del abonamiento

Figura 18: Pesado de pella Rumba

Figura 19: Vista de las cosechas de los tratamientos

Figura 20: Secado de muestras en laboratorio

Figura 21: Peso seco para determinar materia seca

Figura 22: Medición de datos para área foliar

Figura 23: Análisis del suelo donde se realizó el experimento

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres" 2018 - 2027
"Año de Diálogo y la Reconciliación Nacional"

PERÚ Ministerio del Ambiente

Senamhi
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

ESTACION METEOROLOGICA MAP LA PAMPILLA

Coordenadas Geográficas

ESTACION	MAP LA PAMILLA
Latitud Sur	16°24'18.22"
Longitud Oeste	71°31'24.02"
Altitud (msnm	2,365

MES 2017	Temperatura Máxima Media (°C)	Temperatura Mínima Media (°C)	Temperatura Media (°C)	Humedad Relativa Media (%)	Precipitación Total Mes (mm)	Viento Dirección Velocidad (m/seg).
ENE	22.6	12.4	16.5	71	103.3	SW-4.8
FEB	22.0	11.3	16.4	68	50.6	SW-4.8
MAR	22.1	11.8	16.6	73	43.1	SW-4.8
ABR	23.7	10.5	16.9	60	0.0	SW-4.5
MAY	23.9	9.1	16.2	54	0.5	SW-4.7
JUN	23.2	7.2	14.9	42	0.0	SW-4.1
JUL	23.9	7.6	15.4	40	0.0	SW-3.6
AGO	23.8	6.8	15.3	36	0.0	SW-3.8
SET	24.3	9.8	17.2	39	0.3	SW-4.5
OCT	24.7	9.5	18.0	37	0.0	SW-4.9
NOV	24.3	10.0	18.1	39	0.3	SW-5.0
DIC	23.4	11.2	17.6	53	14.0	SW-5.0

Arequipa, 13 de Agosto del 2018

GUILLERMO EDGAR GUTIERREZ PACO
Director
Dirección Zonal - SENAMHI

10 años MINAM

Calle Federico Torrico C - 28, Urb. Atlas - Arequipa
Telefono: 054 - 256116
www.senamhi.gob.pe

Figura 24: Análisis del agua de regadío realizado en el INIA

PERÚ | Ministerio de Agricultura y Riego

inia Instituto Nacional de Innovación Agraria

"Año del buen servicio al ciudadano"

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, AGUAS Y SEMILLAS
ESTACION EXPERIMENTAL AGRARIA AREQUIPA - INIA

NOMBRE O RAZON SOCIAL DEL SOLICITANTE	RENE SONCCO BRAVO
PROCEDENCIA	CAYMA
MUESTRA	SUELO

CODIGO DE LABORATORIO	FECHA DE INGRESO	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	LOTE	TIPO DE ANALISIS	Nº DE INFORME
7683	27/06/2017	LA CHIMBA	1	CARACTERIZACION	7641

ANALISIS FISICO

ARENA (%)	LIMO (%)	ARCILLA(%)	TEXTURA	POROSIDAD (%)	CAPACIDAD DE CAMPO(%)	AGUA DISPONIBLE (%)	PUNTO MARCHITEZ PERMANENTE (%)
66.8	20.6	12.6	FRANCO ARENOSO	38.0	11.3	7.9	3.4

ANALISIS QUIMICO

ELEMENTO	UNIDAD	VALOR	DEFICIENTE	BAJO	NORMAL	ALTO	EXCESIVO
Materia Organica	%	1.37					
Nitrogeno : C/N	%	0.07					
Fosforo : P	ppm	14.84					
Potasio : K	ppm	662.45					
CO3Ca	%	0.20					
			NO SALINO	DEBILMENTE SALINO	MODERAD. SALINO	SALINO	MUY SALINO
C.E	dS/m extr. 1:2.5	0.75					
			ACIDO	MODERAD ACIDO	NEUTRO	MODERAD ALCALINO	ALCALINO
pH	EXTR. 1:2:5	6.61					
BORO	mg/Kg						

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (meq/100gr de suelo)

Calcio(Ca)	Magnesio(Mg)	Sodio(Na)	Potasio(k)	CIC	suma de bases	PSI	Interpretacion CIC
11.200	1.200	0.088	1.385	13.873	13.873	0.633	Medio

ANALISIS FISICO : INTERPRETACION

CULTIVO	TIPO DE SUELO REQUERIDO	INTERPRETACION
		Suelo de textura moderadamente gruesa, deficiente en retencion de humedad, buena capacidad de aireacion del suelo; para mejorar la calidad de suelo agricola incorporar materia organica de acuerdo al cultivo a instalar.

ANALISIS QUIMICO : INTERPRETACIONES

CULTIVO	VALORES OPTIMOS	INTERPRETACION
		Es un suelo con reaccion ligeramente neutro pH, debilmente salino en conductividad electrica, deficiente en contenido de materia organica y bajo en nitrogeno, ligeramente alto en concentracion de fosforo y alto en potasio respectivamente, para efectuar la recomendacion de nutrientes considerar la incorporacion de materia organica y fertilizantes en base de calcio de acuerdo a los resultados de analisis; con referencia a la capacidad de intercambio cationico CIC es Medio.

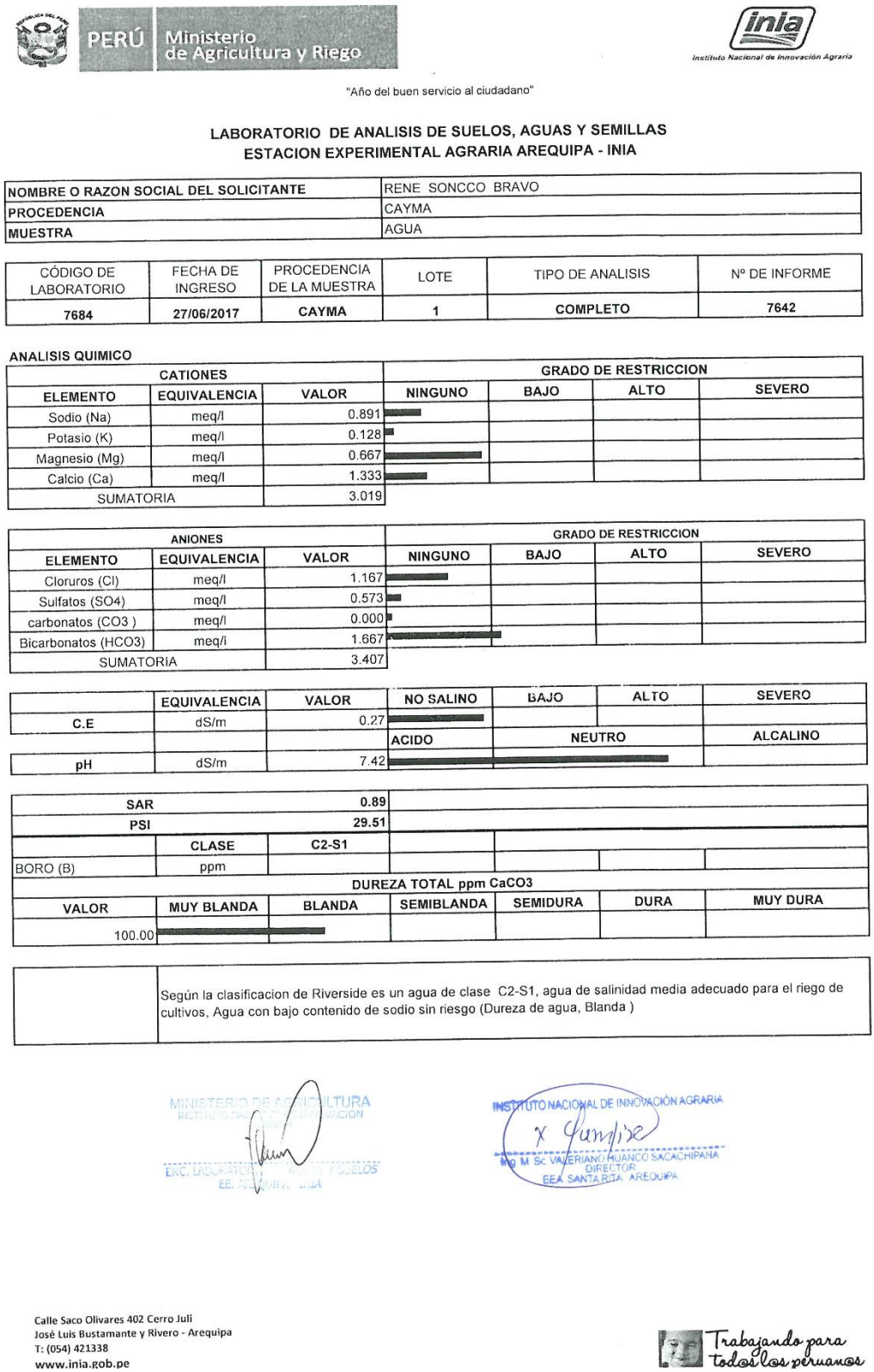
MINISTERIO DE AGRICULTURA

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
Ing. M. Sc. VALERIANO QUISPE SACACHIPANA
DIRECTOR
EEA SANTA RITA AREQUIPA

Calle Saco Olivares 402 Cerro Juli
José Luis Bustamante y Rivero - Arequipa
T: (054) 421338
www.inia.gob.pe

Trabajando para todos los peruanos

Figura 25: Datos de la estación meteorológica del Senamhi



PERÚ Ministerio de Agricultura y Riego

inia Instituto Nacional de Innovación Agraria

"Año del buen servicio al ciudadano"

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, AGUAS Y SEMILLAS
ESTACION EXPERIMENTAL AGRARIA AREQUIPA - INIA

NOMBRE O RAZON SOCIAL DEL SOLICITANTE	RENE SONCCO BRAVO
PROCEDENCIA	CAYMA
MUESTRA	AGUA

CÓDIGO DE LABORATORIO	FECHA DE INGRESO	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	LOTE	TIPO DE ANALISIS	Nº DE INFORME
7684	**27/06/2017**	**CAYMA**	**1**	**COMPLETO**	**7642**

ANALISIS QUIMICO

CATIONES			GRADO DE RESTRICCION			
ELEMENTO	**EQUIVALENCIA**	**VALOR**	**NINGUNO**	**BAJO**	**ALTO**	**SEVERO**
Sodio (Na)	meq/l	0.891				
Potasio (K)	meq/l	0.128				
Magnesio (Mg)	meq/l	0.667				
Calcio (Ca)	meq/l	1.333				
SUMATORIA		3.019				

ANIONES			GRADO DE RESTRICCION			
ELEMENTO	**EQUIVALENCIA**	**VALOR**	**NINGUNO**	**BAJO**	**ALTO**	**SEVERO**
Cloruros (Cl)	meq/l	1.167				
Sulfatos (SO4)	meq/l	0.573				
carbonatos (CO3)	meq/l	0.000				
Bicarbonatos (HCO3)	meq/l	1.667				
SUMATORIA		3.407				

	EQUIVALENCIA	VALOR	NO SALINO	BAJO	ALTO	SEVERO
C.E	dS/m	0.27				
			ACIDO	**NEUTRO**		**ALCALINO**
pH	dS/m	7.42				

SAR	**0.89**
PSI	**29.51**

	CLASE	C2-S1				
BORO (B)	ppm					

DUREZA TOTAL ppm CaCO3						
VALOR	**MUY BLANDA**	**BLANDA**	**SEMIBLANDA**	**SEMIDURA**	**DURA**	**MUY DURA**
100.00						

	Según la clasificacion de Riverside es un agua de clase C2-S1, agua de salinidad media adecuado para el riego de cultivos, Agua con bajo contenido de sodio sin riesgo (Dureza de agua, Blanda)

MINISTERIO DE AGRICULTURA INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA ERC. LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS EE. AREQUIPA - INIA

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA Ing M. Sc. VALERIANO HUANCO SACACHIPANA DIRECTOR EEA SANTA RITA AREQUIPA

Calle Saco Olivares 402 Cerro Juli
José Luis Bustamante y Rivero - Arequipa
T: (054) 421338
www.inia.gob.pe

Trabajando para todos los peruanos